

---

---

**Mesurage de débit des fluides dans les conduites fermées — Mesurage de débit dans les conduites circulaires dans le cas d'un écoulement giratoire ou dissymétrique par exploration du champ des vitesses au moyen de moulinets ou de tubes de Pitot doubles**

iTeh STANDARD PREVIEW  
(standards.iteh.ai)

*Measurement of fluid flow in closed conduits — Velocity-area methods of flow measurement in swirling or asymmetric flow conditions in circular ducts by means of current-meters or Pitot static tubes*

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/bad34287-13c2-4553-bf9e-1092d9af575d/iso-7194-2008>



**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 STANDARD PREVIEW  
(standards.iteh.ai)**

[ISO 7194:2008](https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/bad34287-13c2-4553-bf9e-1092d9af575d/iso-7194-2008)

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/bad34287-13c2-4553-bf9e-1092d9af575d/iso-7194-2008>



**DOCUMENT PROTÉGÉ PAR COPYRIGHT**

© ISO 2008

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](mailto:copyright@iso.org)  
Web [www.iso.org](http://www.iso.org)

Publié en Suisse

## Sommaire

Page

<b>Avant-propos</b> .....	<b>iv</b>
<b>Introduction</b> .....	<b>v</b>
<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>Symboles</b> .....	<b>2</b>
<b>4</b> <b>Principe</b> .....	<b>2</b>
<b>5</b> <b>Choix de la section de mesure</b> .....	<b>3</b>
<b>6</b> <b>Dispositifs pour améliorer l'écoulement</b> .....	<b>3</b>
<b>7</b> <b>Détermination des vitesses locales</b> .....	<b>7</b>
<b>8</b> <b>Détermination de la vitesse débitante</b> .....	<b>15</b>
<b>9</b> <b>Exactitude de mesure du débit</b> .....	<b>15</b>
<b>Annexe A</b> (normative) <b>Détection et suppression des fluctuations régulières de pression</b> .....	<b>18</b>
<b>Annexe B</b> (normative) <b>Amortissement des manomètres</b> .....	<b>19</b>
<b>Annexe C</b> (normative) <b>Détermination des emplacements du tube de Pitot double pour la méthode B</b> .....	<b>21</b>
<b>Annexe D</b> (normative) <b>Corrections à appliquer dans le cas d'un tube de Pitot double</b> .....	<b>23</b>
<b>Annexe E</b> (normative) <b>Corrections à appliquer dans le cas d'un moulinet</b> .....	<b>24</b>
<b>Annexe F</b> (normative) <b>Erreurs dues à une répartition des vitesses non axisymétrique</b> .....	<b>27</b>
<b>Bibliographie</b> .....	<b>28</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 7194 a été élaborée par le comité technique ISO/TC 30, *Mesurage de débit des fluides dans les conduites fermées*, sous-comité SC 5, *Méthodes de vitesse et massiques*.

Cette deuxième édition résulte de la réintégration de l'ISO 7194:1983 qui a été annulée en 2003 et dont le contenu technique était identique.

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/bad34287-13c2-4553-bf9e-1092d9af575d/iso-7194-2008>

## Introduction

Pour pouvoir effectuer des mesurages de débit de fluides monophasiques dans des conduites fermées par la méthode d'exploration du champ des vitesses à l'aide soit de moulinets, soit de tubes de Pitot doubles avec une exactitude satisfaisante (de l'ordre de  $\pm 2$  % par exemple), il faut normalement disposer d'une section de mesure où règne une répartition régulière des vitesses, se rapprochant de celle d'un écoulement établi (voir l'ISO 3354 et l'ISO 3966).

Dans certains cas cependant, il est pratiquement impossible d'obtenir un tel écoulement mais il est souhaitable de parvenir à un mesurage du débit aussi bon que possible.

## iTeh STANDARD PREVIEW (standards.iteh.ai)

[ISO 7194:2008](https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/bad34287-13c2-4553-bf9e-1092d9af575d/iso-7194-2008)

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/bad34287-13c2-4553-bf9e-1092d9af575d/iso-7194-2008>

**iTeh STANDARD PREVIEW**  
**(standards.iteh.ai)**

ISO 7194:2008

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/bad34287-13c2-4553-bf9e-1092d9af575d/iso-7194-2008>

# Mesurage de débit des fluides dans les conduites fermées — Mesurage de débit dans les conduites circulaires dans le cas d'un écoulement giratoire ou dissymétrique par exploration du champ des vitesses au moyen de moulinets ou de tubes de Pitot doubles

## 1 Domaine d'application

La présente Norme internationale spécifie des méthodes par exploration du champ des vitesses au moyen de moulinets ou de tubes de Pitot doubles, pour mesurer le débit dans les conduites circulaires dans le cas d'un écoulement giratoire ou dissymétrique.

Elle spécifie les mesurages à effectuer, les précautions à prendre, les corrections à apporter et les sources d'erreurs supplémentaires à craindre lorsqu'on est contraint d'effectuer un mesurage de débit en écoulement giratoire ou dissymétrique.

La présente Norme internationale ne traite cependant que des écoulements pour lesquels la composante radiale de la vitesse est négligeable. De plus, on ne peut pas faire de mesure réputée conforme à la présente Norme internationale si en un point quelconque de la section de mesure, la vitesse locale forme un angle de plus de 40° avec l'axe de la conduite ou si l'indice de dissymétrie  $Y$  (défini dans l'Annexe F) est supérieur à 0,15.

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/bad34287-13c2-4553-bf9e-1092d9af575d/iso-7194-2008>

Il faut souligner que la présente Norme internationale ne traite que des cas où la vitesse locale est mesurée à l'aide des appareils définis dans l'ISO 3354 et l'ISO 3966. Si l'on utilise des tubes de Pitot doubles, la présente Norme internationale ne s'applique qu'aux écoulements pour lesquels le nombre de Mach correspondant aux vitesses locales est inférieur ou égal à 0,25.

## 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 les éventuels amendements).

ISO/TR 3313, *Mesure de débit des fluides dans les conduites fermées — Lignes directrices relatives aux effets des pulsations d'écoulement sur les instruments de mesure de débit*

ISO 3354:2008, *Mesurage de débit d'eau propre dans les conduites fermées — Méthode d'exploration du champ des vitesses dans les conduites en charge et dans le cas d'un écoulement régulier, au moyen de moulinets*

ISO 3455:2007, *Hydrométrie — Étalonnage des moulinets en bassins découverts rectilignes*

ISO 3966:2008, *Mesurage du débit des fluides dans les conduites fermées — Méthode d'exploration du champ des vitesses au moyen de tubes de Pitot doubles*

ISO 4006, *Mesure de débit des fluides dans les conduites fermées — Vocabulaire et symboles*

ISO 5168, *Mesure de débit des fluides — Procédures pour le calcul de l'incertitude*

### 3 Symboles

Pour les besoins du présent document, les symboles donnés dans l'ISO 4006 ainsi que les suivants s'appliquent.

Symbole	Description	Dimension	SI unit
$D$	Diamètre de conduite	L	m
$d$ {	Diamètre de l'antenne d'un tube de Pitot double Diamètre des orifices ou des tubes d'un tranquilliseur	} L	m
$E$	Erreur limite, en valeur relative	—	—
$e$	Erreur limite, en valeur absolue	— <sup>a</sup>	— <sup>a</sup>
$k_\varphi$	Coefficient d'étalonnage directionnel	—	—
$l$	Longueur de l'antenne d'un tube de Pitot double	L	m
$R$	Rayon de la conduite	L	m
$r$	Rayon d'une circonférence de mesure	L	m
$U$	Vitesse débitante	LT <sup>-1</sup>	m/s
$U_i$	Vitesse moyenne le long du $i^{\text{ème}}$ rayon	LT <sup>-1</sup>	m/s
$v$	Vitesse locale du fluide	LT <sup>-1</sup>	m/s
$v_x$	Composante de la vitesse locale parallèle à l'axe de la conduite	LT <sup>-1</sup>	m/s
$Y$	Indice de dissymétrie de l'écoulement	—	—
$y$	Distance à la paroi de l'intersection des axes de l'antenne et de la hampe d'un tube Pitot double	L	m
$y_1$	Distance à la paroi de l'étrave d'un tube de Pitot double	L	m
$\alpha$	Coefficient d'étalonnage d'un tube Pitot double	—	—
$\Delta p$	Pression différentielle mesurée par un tube de Pitot double	ML <sup>-1</sup> T <sup>-2</sup>	Pa
$\varepsilon$	Coefficient de détente	—	—
$\theta$	Angle de la vitesse locale avec l'axe de la conduite	—	rad <sup>b</sup>
$\rho$	Masse volumique du fluide	ML <sup>-3</sup>	kg/m <sup>3</sup>
$\varphi$	Angle de la vitesse locale avec l'axe de l'appareil de mesure	—	rad <sup>b</sup>

<sup>a</sup> Les dimensions et unités sont celles de la grandeur considérée.

<sup>b</sup> Bien que l'unité SI soit le radian, dans le cadre de la présente Norme internationale les angles sont exprimés en degrés.

### 4 Principe

La présente Norme internationale décrit

- les méthodes qui permettent d'effectuer une exploration en écoulement dissymétrique ou giratoire en minimisant les erreurs,
- les corrections qui devraient être appliquées pour certaines sources d'erreurs,
- les méthodes pour déterminer l'augmentation de l'erreur limite sur la mesure du débit lorsqu'il n'est pas possible d'éliminer l'influence d'une source d'erreur particulière.



Les sources d'erreurs qui sont à l'origine des erreurs limites dont il est question dans la présente Norme internationale sont les suivantes:

- a) sur la détermination des vitesses locales, les erreurs dues au comportement des instruments dans un écoulement perturbé;
- b) sur le calcul de la vitesse débitante, les erreurs dues au nombre et à la position des points de mesure et à la méthode d'intégration utilisée.

Certaines de ces erreurs peuvent éventuellement faire l'objet de corrections, mais dans le cas général l'erreur limite de mesure du débit doit être augmentée en fonction des caractéristiques de l'écoulement.

Bien que les méthodes d'utilisation des techniques d'intégration du champ des vitesses afin de mesurer le débit lorsque l'écoulement présente une giration et/ou une dissymétrie soient décrites, il faut s'efforcer, toutefois, de choisir une section de mesure dans la conduite où la giration et la dissymétrie sont aussi réduites que possible.

## 5 Choix de la section de mesure

Lorsque la disposition de la conduite et de ses accessoires est telle que tous les changements de direction de l'écoulement se trouvent dans le même plan (par exemple avec un seul coude, une seule vanne, ou deux coudes en S), cela n'introduit aucune giration d'ensemble et la perturbation de l'écoulement qui en résulte se résume pour l'essentiel à une répartition dissymétrique des vitesses.

Cependant, si la disposition de la conduite est telle que l'écoulement change de direction sur une faible distance dans au moins deux plans différents (par exemple avec deux coudes dans des plans orthogonaux), une giration d'ensemble de l'écoulement sera créée en plus de la dissymétrie introduite par chacun des accessoires.

ISO 7194:2008

Contrairement à la dissymétrie, la giration a un effet important sur la réponse des tubes de Pitot doubles et des moulinets, et de plus elle se conserve sur de beaucoup plus longues distances. Aussi, chaque fois que possible, le plan de mesure ne devra pas être en aval d'une configuration créant une giration. Il faut s'efforcer dans la mesure du possible d'éviter de placer le plan de mesure en aval d'un dispositif réglable dont la configuration peut varier (par exemple une vanne de réglage du débit) dans les cas où il est nécessaire de mesurer des débits différents.

## 6 Dispositifs pour améliorer l'écoulement

**6.1** Lorsque l'on doit effectuer un mesurage en écoulement dissymétrique ou giratoire, un dispositif (tranquilliseur) pour améliorer l'écoulement doit être utilisé, si cela est possible. Celui-ci doit être installé selon le schéma donné à la Figure 1.

Les longueurs  $L_1$ ,  $L_2$ ,  $L_3$  doivent remplir les conditions:

$$L_1 \geq 3D; L_2 \geq 5D; L_3 \geq 2D$$

Chaque fois que possible, ces distances doivent être augmentées. Lorsqu'une longueur droite totale supérieure à 10 diamètres de la conduite est disponible à l'amont de la section de mesure, il est préférable d'augmenter la distance entre l'accessoire et le tranquilliseur plutôt que d'augmenter la distance entre la tranquilliseur et la section de mesure.

**6.2** Le choix du tranquilliseur dépend de la nature de la répartition des vitesses qui doit être corrigée et de la «perte de charge» admissible. Cinq types de tranquilliseurs sont décrits ci-dessous.

**6.2.1 Type A — Tranquilliseur Zanker** (voir Figure 2)

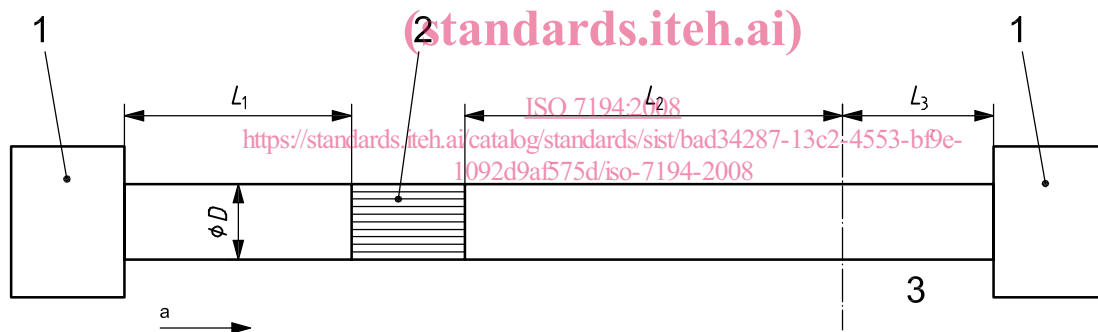
Le but de ce dispositif est d'éliminer à la fois la giration et la dissymétrie, et il engendre une perte d'énergie mécanique d'environ cinq fois l'énergie cinétique correspondant à la vitesse débitante. Les diverses plaques doivent être choisies de manière à assurer une bonne tenue mécanique mais ne doivent pas être plus épaisses que nécessaire.

**6.2.2 Type B — Tranquilliseur Sprengle** (voir Figure 3)

Le tranquilliseur Sprengle est composé de trois plaques perforées en série, et il est particulièrement efficace pour éliminer la dissymétrie. Toutefois, il engendre une perte d'énergie mécanique importante (environ 15 fois l'énergie cinétique correspondant à la vitesse débitante) mais si une telle perte n'est pas acceptable, on peut utiliser deux plaques ou même une seule (avec des pertes respectives d'environ dix et cinq fois l'énergie cinétique). Les dispositifs à deux ou une seule plaque n'éliminent pas complètement une forte dissymétrie comme le ferait un ensemble à trois plaques, mais sont souvent suffisants pour des perturbations telles que celles créées par un coude simple. Les tranquilliseurs à plaques perforées réduisent en partie la giration, mais ne sont pas conçus pour cela; si, toutefois, la giration est le phénomène dominant dans l'irrégularité de la répartition des vitesses, un des autres tranquilliseurs doit être utilisé.

**6.2.3 Type C — Tranquilliseur à faisceau de tubes** (voir Figure 4)

Le but principal des tranquilliseurs à faisceau de tubes est d'éliminer la giration, mais ils ont également quelque effet pour réduire la dissymétrie. Ils doivent avoir au moins 19 tubes, d'une longueur d'au moins 20 fois le diamètre des tubes et chaque tube doit avoir un diamètre maximal égal au cinquième du diamètre de la conduite ( $D/5$ ). La perte d'énergie mécanique due à ce tranquilliseur dépend de la taille et de la longueur des tubes individuels, mais elle est généralement d'environ cinq fois l'énergie cinétique.



**Légende**

- 1 tout accessoire de la conduite
- 2 tranquilliseur
- 3 section de mesure
- a Sens de l'écoulement.

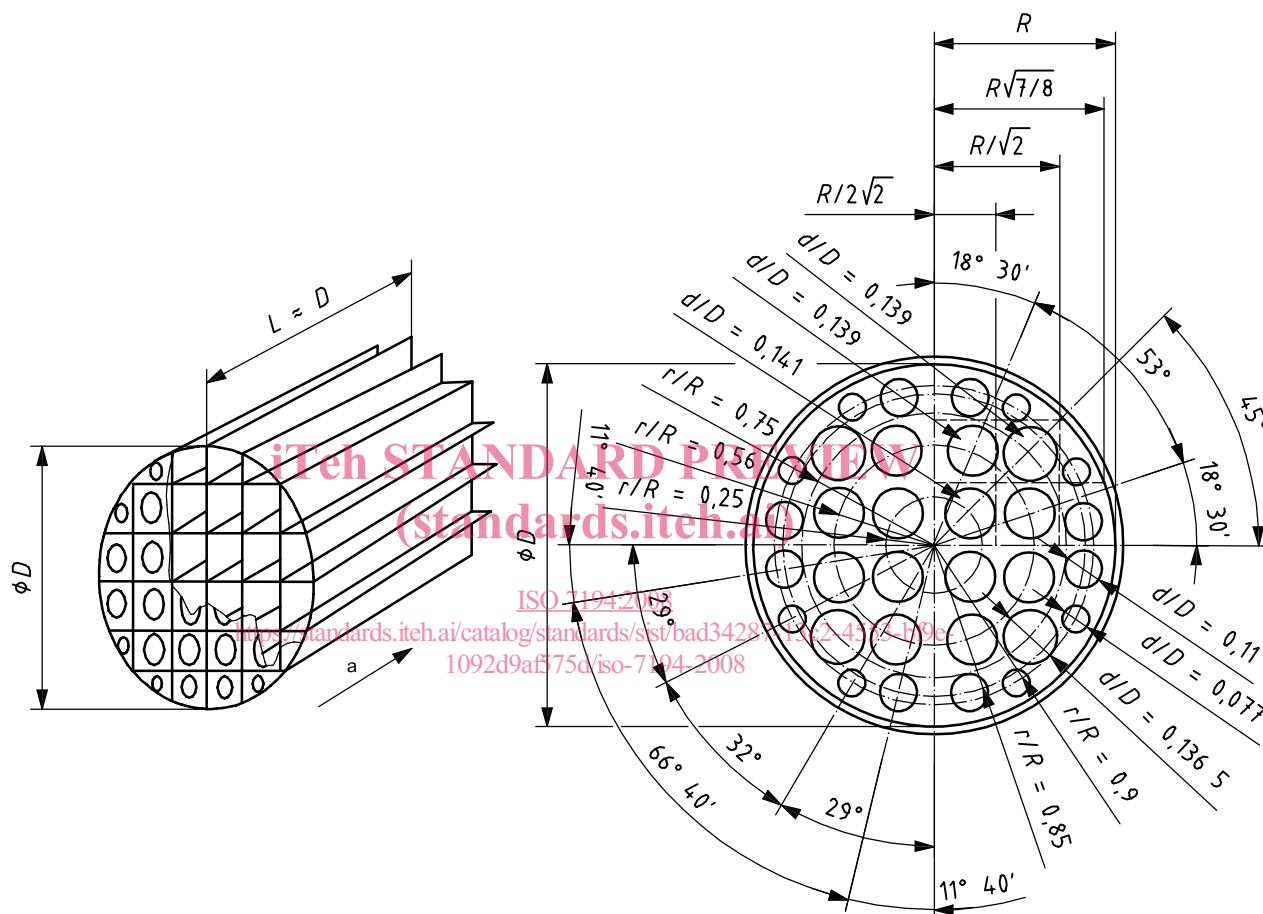
**Figure 1 — Installation du tranquilliseur**

**6.2.4 Type D — Tranquilliseur AMCA** (voir Figure 5)

Le tranquilliseur AMCA n'est utile que pour éliminer la giration. Il n'améliore pas les répartitions des vitesses dissymétriques. Ses dimensions sont données à la Figure 5, et il engendre une très faible perte d'énergie mécanique, normalement environ 0,25 fois l'énergie cinétique.

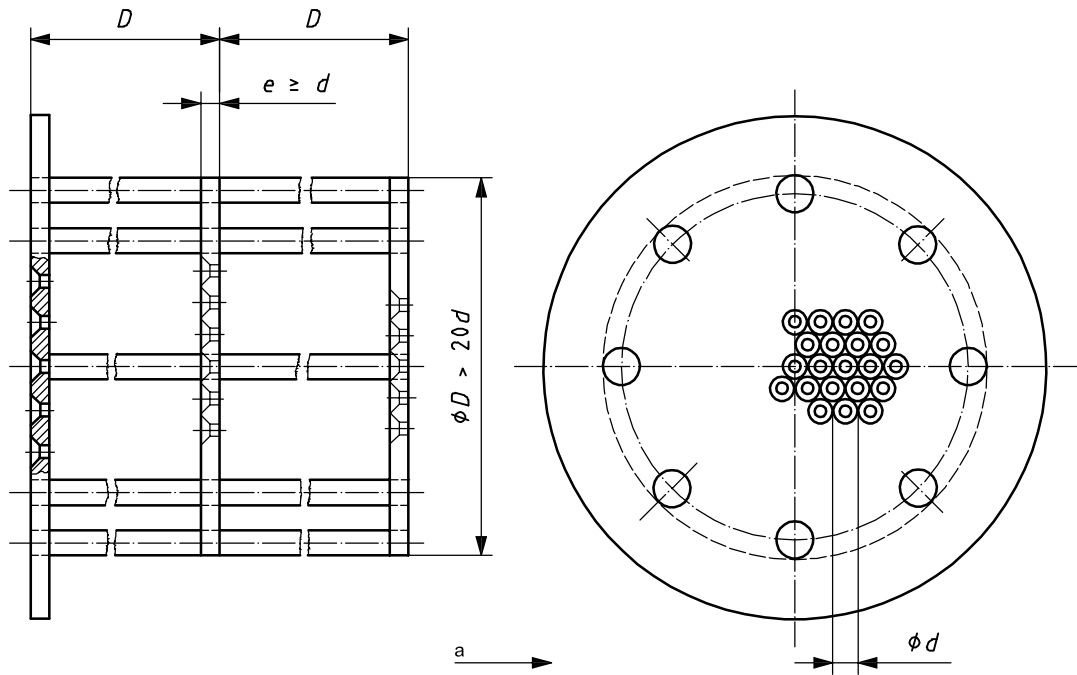
### 6.2.5 Type E — Tranquilliseur étoile (voir Figure 6)

Le tranquilliseur étoile est aussi destiné à éliminer la giration et n'est d'aucun secours contre les répartitions de vitesses dissymétriques. Les huit lames radiales doivent être choisies de manière à assurer une bonne tenue mécanique, mais ne doivent pas être plus épaisses que nécessaire. Ce tranquilliseur doit avoir une longueur égale à deux fois le diamètre de la conduite ( $2D$ ). Il engendre une très faible perte d'énergie mécanique, semblable à celle du tranquilliseur AMCA, mais a l'avantage d'être beaucoup plus facile à construire. De plus, il permet une bonne répartition radiale de la pression statique lorsque l'écoulement le traverse, ce qui n'est pas le cas des tranquilliseurs AMCA, Zanker ou à faisceau de tubes, à l'aval desquels la répartition de la pression dans une section de la conduite peut présenter des variations notables.



a Sens de l'écoulement.

Figure 2 — Type A — Tranquilliseur Zanker



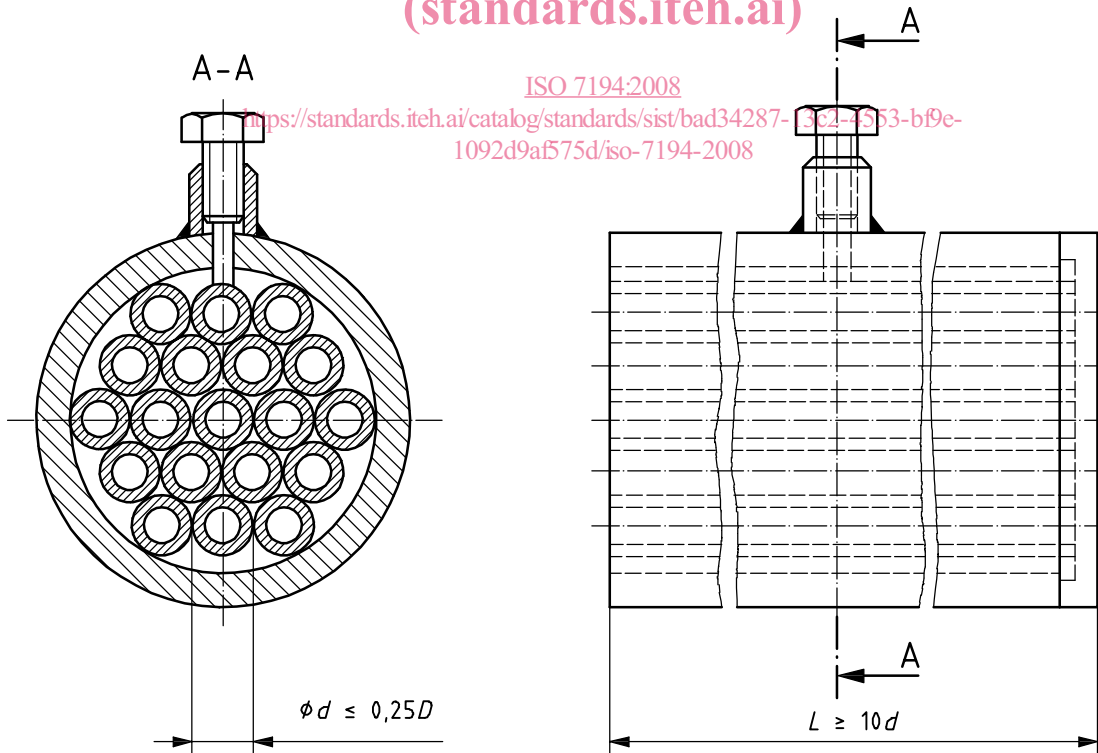
a Sens de l'écoulement.

Figure 3 — Type B — Tranquilliseur Sprengle (plaques perforées)

(standards.iteh.ai)

ISO 7194:2008

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/bad34287-13c1-4553-bf9e-1092d9af575d/iso-7194-2008>



NOTE L'entrée des tubes peut être chanfreinée à 45° afin de diminuer la perte de charge.

Figure 4 — Type C — Tranquilliseur à faisceau de tubes