
**Mesurage du débit des fluides au
moyen d'appareils déprimogènes
insérés dans des conduites en charge
de section circulaire —**

Partie 3:
Tuyères et Venturi-tuyères

iTeh STANDARD PREVIEW
(standards.iteh.ai)

*Measurement of fluid flow by means of pressure differential devices
inserted in circular cross-section conduits running full —*

Part 3: Nozzles and Venturi nozzles

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/7b0b07c2-ddc5-45b2-9e9b-c905fle44715/iso-5167-3-2020>



iTeh STANDARD PREVIEW (standards.iteh.ai)

ISO 5167-3:2020

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/7b0b07c2-ddc5-45b2-9e9b-c905f1e44715/iso-5167-3-2020>



DOCUMENT PROTÉGÉ PAR COPYRIGHT

© ISO 2020

Tous droits réservés. Sauf prescription différente ou nécessité dans le contexte de sa mise en œuvre, 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, ou la diffusion sur l'internet ou sur un intranet, sans autorisation écrite préalable. Une autorisation peut être demandée 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 401 • Ch. de Blandonnet 8

CH-1214 Vernier, Genève

Tél.: +41 22 749 01 11

E-mail: copyright@iso.org

Web: www.iso.org

Publié en Suisse

Sommaire

Page

Avant-propos.....	v
Introduction.....	vi
1 Domaine d'application	1
2 Références normatives	1
3 Termes et définitions	2
4 Principes de la méthode de mesure et mode de calcul	2
5 Tuyères et Venturi-tuyères	3
5.1 Tuyère ISA 1932.....	3
5.1.1 Forme générale.....	3
5.1.2 Profil de la tuyère.....	3
5.1.3 Face aval.....	5
5.1.4 Matériau et fabrication.....	5
5.1.5 Prises de pression.....	5
5.1.6 Coefficients des tuyères ISA 1932.....	7
5.1.7 Incertitudes.....	8
5.2 Tuyères à long rayon.....	9
5.2.1 Généralités.....	9
5.2.2 Profil de la tuyère à grand rapport d'ouverture.....	9
5.2.3 Profil de la tuyère à petit rapport d'ouverture.....	11
5.2.4 Matériau et fabrication.....	11
5.2.5 Prises de pression.....	11
5.2.6 Coefficients des tuyères à long rayon.....	12
5.2.7 Incertitudes.....	13
5.2.8 Perte de pression, Δp	13
5.3 Tuyères avec prises de pression au col.....	13
5.3.1 Généralités.....	13
5.3.2 Profil de la tuyère avec prises de pression au col.....	13
5.3.3 Matériau et fabrication.....	14
5.3.4 Prises de pression.....	15
5.3.5 Coefficients.....	15
5.3.6 Incertitudes.....	16
5.3.7 Étalonnage et extrapolation.....	16
5.3.8 Perte de pression.....	17
5.4 Venturi-tuyères.....	17
5.4.1 Forme générale.....	17
5.4.2 Matériau et fabrication.....	19
5.4.3 Prises de pression.....	19
5.4.4 Coefficients.....	21
5.4.5 Incertitudes.....	21
5.4.6 Perte de pression.....	22
6 Exigences d'installation	22
6.1 Généralités.....	22
6.2 Longueurs droites minimales amont et aval à installer entre différents accessoires et l'élément primaire.....	23
6.3 Conditionneurs d'écoulement.....	29
6.4 Circularité et cylindricité de la conduite.....	29
6.5 Emplacement de l'élément primaire et des bagues porteuses.....	31
6.6 Mode de fixation et joints.....	31
7 Étalonnage des tuyères	31
7.1 Généralités.....	31
7.2 Installation d'essai.....	32
7.3 Installation de la tuyère.....	32

7.4	Conception du programme d'essai	32
7.5	Compte-rendu des résultats d'étalonnage	32
7.6	Analyse de l'incertitude d'étalonnage	33
7.6.1	Généralités	33
7.6.2	Incertitude de l'installation d'essai	33
7.6.3	Incertitude de la tuyère	33
Annexe B (informative) Conditionneur d'écoulement de type Akashi (de type Mitsubishi)		40
Bibliographie		41

iTeh STANDARD PREVIEW
(standards.iteh.ai)

[ISO 5167-3:2020](https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/7b0b07c2-ddc5-45b2-9e9b-c905fle44715/iso-5167-3-2020)

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/7b0b07c2-ddc5-45b2-9e9b-c905fle44715/iso-5167-3-2020>

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 (IEC) en ce qui concerne la normalisation électrotechnique.

Les procédures utilisées pour élaborer le présent document et celles destinées à sa mise à jour sont décrites dans les Directives ISO/IEC, Partie 1. Il convient, en particulier de prendre note des différents critères d'approbation requis pour les différents types de documents ISO. Le présent document a été rédigé conformément aux règles de rédaction données dans les Directives ISO/IEC, Partie 2 (voir www.iso.org/directives).

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. Les détails concernant les références aux droits de propriété intellectuelle ou autres droits analogues identifiés lors de l'élaboration du document sont indiqués dans l'Introduction et/ou dans la liste des déclarations de brevets rédigées par l'ISO (voir www.iso.org/brevets).

Les appellations commerciales éventuellement mentionnées dans le présent document sont données pour information, par souci de commodité, à l'intention des utilisateurs et ne sauraient constituer un engagement.

Pour une explication de la nature volontaire des normes, de la signification des termes et expressions spécifiques de l'ISO liés à l'évaluation de la conformité, ou pour toute autre information au sujet de l'adhésion de l'ISO aux principes de l'Organisation mondiale du commerce (OMC) concernant les obstacles techniques au commerce (OTC) voir le lien suivant: www.iso.org/iso/fr/avant-propos.html.

Le présent document a été élaboré par le comité technique ISO/TC 30, *Mesure de débit des fluides dans les conduites fermées*, sous-comité SC 2 *Appareils déprimogènes*.

Cette deuxième édition annule et remplace la première édition (ISO 5167-3:2003), qui a fait l'objet d'une révision technique. Les principales modifications par rapport à l'édition précédente sont les suivantes:

— Ajout du [paragraphe 5.3](#).

Une liste de toutes les parties de la série ISO 5167 se trouve sur le site web de l'ISO.

Il convient que l'utilisateur adresse tout retour d'information ou toute question concernant le présent document à l'organisme national de normalisation de son pays. Une liste exhaustive desdits organismes se trouve à l'adresse www.iso.org/members.html.

Introduction

L'ISO 5167, qui comprend six parties, a pour objet la géométrie et le mode d'emploi (conditions d'installation et d'utilisation) des diaphragmes, tuyères, tubes de Venturi, cônes de mesure et débitmètres à coin insérés dans une conduite en charge dans le but de déterminer le débit du fluide s'écoulant dans cette conduite. Elle fournit également les informations nécessaires au calcul de ce débit et de son incertitude associée.

L'ISO 5167 (toutes les parties) est applicable uniquement aux appareils déprimogènes dans lesquels l'écoulement reste subsonique dans tout le tronçon de mesure et où le fluide peut être considéré comme monophasique; elle n'est pas applicable au mesurage d'un écoulement pulsé. De plus, chacun de ces appareils ne peut être utilisé que dans des limites spécifiées de diamètre de conduite et de nombre de Reynolds.

L'ISO 5167 traite d'appareils pour lesquels des expériences d'étalonnage direct ont été effectuées en nombre, étendue et qualité suffisants pour que l'on ait pu baser, sur leurs résultats, des systèmes cohérents d'utilisation et pour permettre que les coefficients soient donnés avec une marge d'incertitude prévisible.

Les appareils interposés dans la conduite sont appelés «éléments primaires», en comprenant dans ce terme les prises de pression, tandis que l'on appelle «éléments secondaires» tous les autres instruments ou dispositifs nécessaires à l'accomplissement du mesurage. L'ISO 5167 (toutes les parties) concerne les éléments primaires et ne mentionne qu'exceptionnellement les éléments secondaires¹⁾.

L'ISO 5167 comprend les six parties suivantes.

- a) L'ISO 5167-1, à utiliser conjointement avec l'ISO 5167-2, l'ISO 5167-3, l'ISO 5167-4, l'ISO 5167-5 et l'ISO 5167-6, donne des informations générales, telles que termes et définitions, symboles, principes et exigences, tout comme des méthodes pour le mesurage du débit et pour le calcul de l'incertitude.
- b) L'ISO 5167-2 spécifie les diaphragmes avec lesquels sont utilisées des prises de pression dans les angles, des prises de pression à D et à $D/2$ et des prises de pression à la bride.
- c) L'ISO 5167-3 spécifie les tuyères ISA 1932³⁾, les tuyères à long rayon, les tuyères avec prises de pression au col et les Venturi-tuyères, lesquels diffèrent entre eux par leur forme et l'emplacement des prises de pression.
- d) L'ISO 5167-4 spécifie les tubes de Venturi classiques⁴⁾.
- e) L'ISO 5167-5 spécifie les cônes de mesure.
- f) L'ISO 5167-6 spécifie les débitmètres à coin.

Les aspects de sécurité ne sont pas traités dans l'ISO 5167-1 à l'ISO 5167-6. Il incombe à l'utilisateur de s'assurer que le système est conforme aux réglementations applicables en matière de sécurité.

1) Voir l'ISO 2186:2007.

2) Les diaphragmes à prises de pression « vena contracta » ne sont pas traités dans l'ISO 5167-2.

3) ISA est le sigle de la Fédération internationale des associations nationales de normalisation, organisme remplacé par l'ISO en 1946.

4) Aux États-Unis, le tube de Venturi classique est parfois nommé « tube de Herschel ».

Mesurage du débit des fluides au moyen d'appareils déprimogènes insérés dans des conduites en charge de section circulaire —

Partie 3: Tuyères et Venturi-tuyères

1 Domaine d'application

Le présent document spécifie la géométrie et le mode d'emploi (conditions d'installation et d'utilisation) de tuyères et de Venturi-tuyères insérés dans une conduite en charge dans le but de déterminer le débit du fluide s'écoulant dans cette conduite.

Le présent document fournit également des informations de fond nécessaires au calcul de ce débit, et il convient de l'utiliser conjointement avec les exigences stipulées dans l'ISO 5167-1.

Le présent document est applicable aux tuyères et aux Venturi-tuyères dans lesquels l'écoulement reste subsonique dans tout le tronçon de mesurage et dans lesquels un fluide peut être considéré comme monophasique. De plus, chacun de ces appareils ne peut être utilisé que dans des limites spécifiées de diamètre de conduite et de nombre de Reynolds. Il n'est pas applicable au mesurage d'un écoulement pulsé. Il ne couvre pas l'utilisation de tuyères et de Venturi-tuyères dans des conduites de diamètre inférieur à 50 mm ou supérieur à 630 mm, ni les cas où les nombres de Reynolds rapportés à la tuyauterie sont inférieurs à 10 000.

ISO 5167-3:2020

Le présent document traite <https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/7b0b07c2-ddc5-45b2-9e9b-c905f1e44715/iso-5167-3-2020>

- a) de trois types de tuyères normalisées:
 - 1) la tuyère ISA 1932⁵⁾;
 - 2) la tuyère à long rayon⁶⁾;
 - 3) la tuyère avec prises de pression au col;
- b) du Venturi-tuyère.

Les trois types de tuyères normalisées sont fondamentalement différents et sont décrits séparément dans le présent document. Le Venturi-tuyère a la même face amont que la tuyère ISA 1932, mais, étant donné qu'il comporte un divergent et, par conséquent, un emplacement différent pour les prises de pression aval, il est décrit séparément. Ce modèle présente une perte de pression plus basse qu'une tuyère similaire. Pour toutes ces tuyères et pour le Venturi-tuyère, des étalonnages directs ont été réalisés, en nombre suffisant, sur une gamme suffisante et avec une qualité suffisante pour permettre à des systèmes d'application cohérents de se baser sur leurs résultats et coefficients dans certaines limites prévisibles d'incertitude.

2 Références normatives

Les documents suivants sont cités dans le texte de sorte qu'ils constituent, pour tout ou partie de leur contenu, des exigences du présent document. Pour les références datées, seule l'édition citée s'applique.

5) ISA est le sigle de la Fédération internationale des associations nationales de normalisation, organisme remplacé par l'ISO en 1946.

6) La tuyère à long rayon se distingue de la tuyère ISA 1932 par sa forme et par la position des prises de pression.

Pour les références non datées, la dernière édition du document de référence s'applique (y compris les éventuels amendements).

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

ISO 5167-1, *Mesure de débit des fluides au moyen d'appareils déprimogènes insérés dans des conduites en charge de section circulaire — Partie 1: Principes généraux et exigences générales*

3 Termes et définitions

Pour les besoins du présent document, les termes, définitions et symboles donnés dans l'ISO 4006 et dans l'ISO 5167-1 s'appliquent.

L'ISO et l'IEC tiennent à jour des bases de données terminologiques destinées à être utilisées en normalisation, consultables aux adresses suivantes:

- ISO Online browsing platform: disponible à l'adresse <https://www.iso.org/obp>
- IEC Electropedia: disponible à l'adresse <http://www.electropedia.org/>

4 Principes de la méthode de mesure et mode de calcul

Le principe de la méthode de mesure consiste à interposer une tuyère ou un Venturi-tuyère sur le passage d'un fluide s'écoulant en charge dans une conduite, ce qui crée une pression différentielle statique entre le côté amont et le col. On peut déduire la valeur du débit de la mesure de cette pression différentielle et de la connaissance des caractéristiques du fluide en écoulement ainsi que des circonstances d'utilisation de l'appareil. Il est admis que celui-ci est géométriquement semblable à l'un de ceux ayant fait antérieurement l'objet d'étalonnages directs et qu'il est utilisé dans les mêmes conditions, c'est-à-dire qu'il est en tous points conforme au présent document.

Le débit-masse peut être déterminé à l'aide de la [Formule \(1\)](https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/7b0b07c2-ddc5-45b2-9e9b-e90511e44715/iso-5167-3-2020):

$$q_m = \frac{C}{\sqrt{1-\beta^4}} \varepsilon \frac{\pi}{4} d^2 \sqrt{2\Delta p \rho_1} \quad (1)$$

Les limites d'incertitude peuvent être calculées en utilisant le mode opératoire indiqué dans l'ISO 5167-1:2003, Article 8.

De même, on peut calculer la valeur du débit-volume à l'aide de la [Formule \(2\)](#):

$$q_V = \frac{q_m}{\rho} \quad (2)$$

où

ρ est la masse volumique du fluide à la température et à la pression pour lesquelles le volume est donné;

q_V est le débit-volume.

Le calcul du débit, qui est un procédé purement arithmétique, est effectué par le remplacement des différents termes situés à droite de la [Formule \(1\)](#) par leurs valeurs numériques. Les [Tableaux A.1](#) à [A.5](#) sont donnés à titre indicatif. Les [Tableaux A.1](#), [A.2](#) et [A.4](#) donnent les valeurs de C en fonction de β . Le [Tableau A.3](#) donne les valeurs de C en fonction de Re_d . Le [Tableau A.5](#) donne les facteurs de détente ε . Ils ne sont pas prévus pour une interpolation précise. L'extrapolation n'est pas permise.

Le coefficient de décharge, C , peut être fonction du nombre de Reynolds, Re_D ou Re_d , qui est lui-même fonction de q_m . Il convient d'obtenir la valeur de C par itération (voir l'ISO 5167-1 pour obtenir des recommandations sur le choix du mode opératoire d'itération et des estimations initiales).

Les diamètres d et D mentionnés dans la [Formule \(1\)](#) sont les valeurs des diamètres dans les conditions de service. Il convient donc de corriger les valeurs d et D mesurées dans d'autres conditions pour tenir compte de la dilatation ou de la contraction éventuelle du diaphragme et de la conduite résultant des valeurs de la température et de la pression du fluide lors du mesurage.

Il est nécessaire de connaître la masse volumique et la viscosité du fluide dans les conditions de service. Dans le cas de fluide compressible, il est également nécessaire de connaître l'exposant isentropique du fluide dans les conditions de service.

5 Tuyères et Venturi-tuyères

5.1 Tuyère ISA 1932

5.1.1 Forme générale

La partie de la tuyère située à l'intérieur de la conduite présente une symétrie de révolution. La tuyère se compose d'une partie convergente, d'un profil arrondi et d'un col cylindrique.

La [Figure 1](#) représente la coupe d'une tuyère ISA 1932 par un plan passant par l'axe du col.

Les lettres dans le texte renvoient aux repères correspondants à la [Figure 1](#).

5.1.2 Profil de la tuyère

5.1.2.1 On peut décrire le profil de la tuyère en distinguant:

- une partie plane d'entrée A, perpendiculaire à l'axe,
- un convergent défini par deux arcs de circonférences B et C,
- un col cylindrique E, et
- un chambrage F (nécessaire seulement si l'on craint d'endommager l'arête G).

5.1.2.2 La partie plane d'entrée A est limitée par une circonférence centrée sur l'axe de révolution, de diamètre $1,5d$, et par la circonférence intérieure de la conduite, de diamètre D .

Lorsque $d = (2/3)D$, la largeur radiale de cette partie plane est nulle.

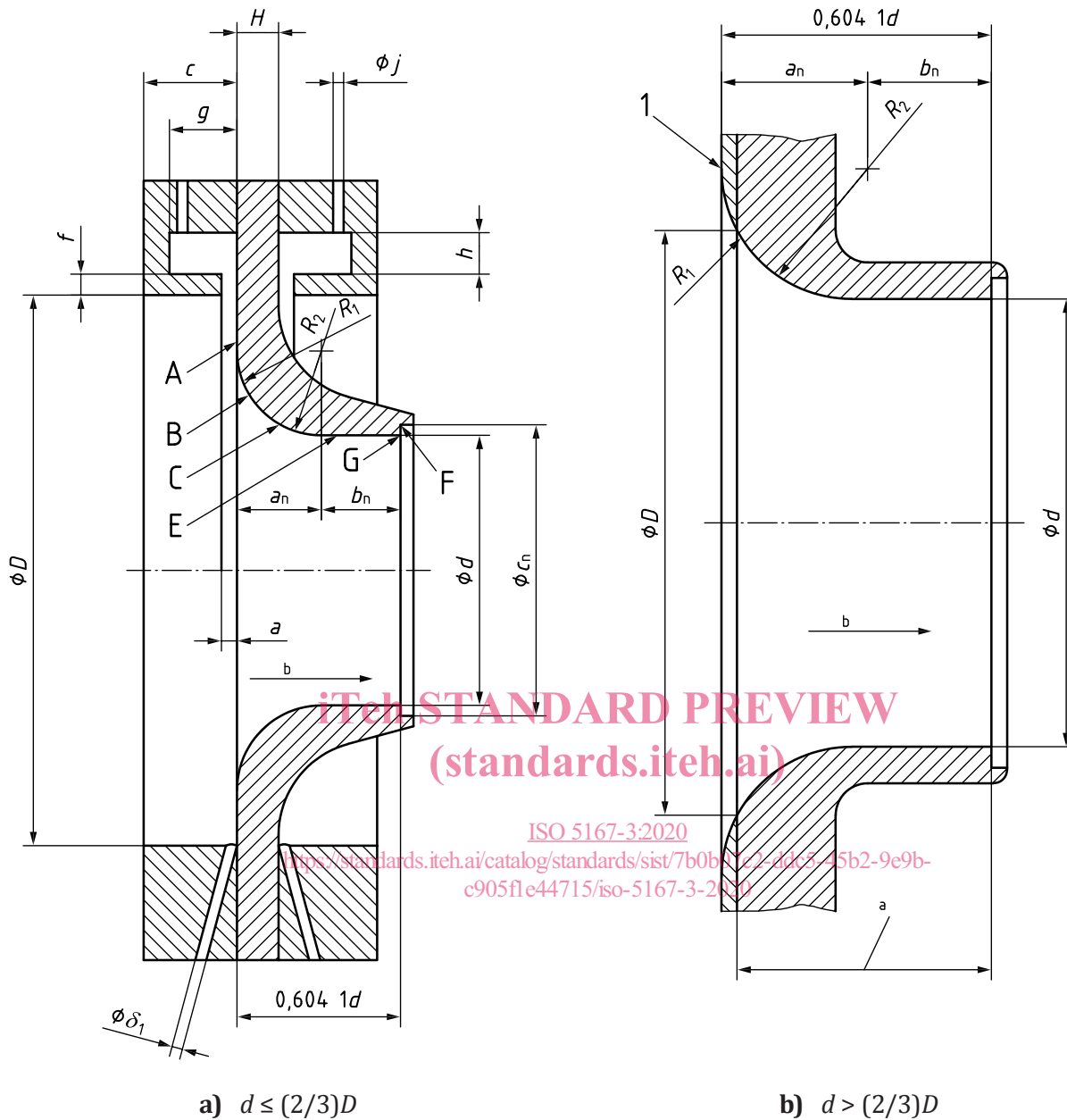
Lorsque d est supérieur à $(2/3)D$, la face amont ne comporte pas de partie plane d'entrée intérieure à la conduite. Dans ce cas, on fabrique la tuyère comme si D était supérieur à $1,5d$ et on tronçonne ensuite la partie plane d'entrée de telle sorte que le plus grand diamètre du profil convergent soit juste égal à D [voir [5.1.2.7](#) et [Figure 1](#) b)].

5.1.2.3 L'arc de circonférence B est tangent à la partie plane d'entrée A lorsque $d < (2/3)D$. Son rayon, R_1 , est égal à $0,2d \pm 0,02d$ lorsque $\beta < 0,5$ et à $0,2d \pm 0,006d$ lorsque $\beta \geq 0,5$. Son centre est situé à $0,2d$ de la partie plane d'entrée et à $0,75d$ de l'axe de révolution.

5.1.2.4 L'arc de circonférence C est tangent à l'arc de circonférence B et au col E. Son rayon, R_2 , est égal à $d/3 \pm 0,033d$ lorsque $\beta < 0,5$ et à $d/3 \pm 0,01d$ lorsque $\beta \geq 0,5$. Son centre est situé à $d/2 + d/3 = (5/6)d$ de l'axe de révolution et à

$$a_n = \left(\frac{12 + \sqrt{39}}{60} \right) d = 0,3041 d \quad (3)$$

de la partie plane d'entrée A.



Légende

- 1 partie à tronçonner
- a Voir 5.1.2.7.
- b Sens de l'écoulement.

Figure 1 — Tuyère ISA 1932

5.1.2.5 Le col E a un diamètre d et une longueur $b_n = 0,3d$.

On doit prendre pour valeur de d la moyenne des mesures d'au moins quatre diamètres situés dans des plans méridiens formant entre eux des angles approximativement égaux.

Le col doit être cylindrique. Aucun diamètre d'une section quelconque ne doit différer de plus de 0,05 % par rapport à la valeur du diamètre moyen. Cette exigence est considérée comme remplie lorsque la différence de longueur de n'importe lequel des diamètres mesurés la remplit par rapport à la moyenne des diamètres mesurés.

5.1.2.6 Le chambrage F a un diamètre c_n au moins égal à $1,06d$ et une longueur inférieure ou égale à $0,03d$. Le rapport de la hauteur du chambrage $(c_n - d)/2$ à sa longueur axiale ne doit pas être supérieur à 1,2.

L'arête de sortie G doit être vive.

5.1.2.7 La longueur totale de la tuyère, chambrage F non compris, en fonction de la valeur de β , est égale à

$$0,604 \, 1d \text{ pour } 0,3 \leq \beta \leq \frac{2}{3}$$

et

$$\left(0,404 \, 1 + \sqrt{\frac{0,75}{\beta} - \frac{0,25}{\beta^2} - 0,5225} \right) d \quad \text{pour } \frac{2}{3} < \beta \leq 0,8.$$

5.1.2.8 On doit vérifier au gabarit le profil du convergent d'entrée.

Deux diamètres du convergent d'entrée situés dans le même plan perpendiculaire à l'axe de révolution ne doivent pas différer entre eux de plus de 0,1 % de leur valeur moyenne.

5.1.2.9 La surface de la face amont et du col doit être telle qu'elle présente un critère de rugosité $Ra \leq 10^{-4}d$.

5.1.3 Face aval

iTeh STANDARD PREVIEW
(standards.iteh.ai)

5.1.3.1 L'épaisseur H ne doit pas dépasser $0,1D$.

5.1.3.2 En dehors de la condition spécifiée en **5.1.3.1**, le profil et la finition de la face aval ne sont pas spécifiés (voir **5.1.1**).

5.1.4 Matériau et fabrication

La tuyère ISA 1932 peut être fabriquée en n'importe quel matériau et de n'importe quelle manière, pourvu qu'elle reste conforme à la description ci-devant pendant le mesurage du débit.

5.1.5 Prises de pression

5.1.5.1 Des prises de pression dans les angles doivent être utilisées en amont de la tuyère.

Les prises de pression amont peuvent être des prises de pression individuelles ou des fentes annulaires. Ces deux types de prises peuvent être placées sur la conduite, dans ses brides ou dans des bagues porteuses comme indiqué à la **Figure 1**.

L'éloignement entre les axes de prises de pression amont individuelles et la face A est égal au demi-diamètre ou à la demi-largeur des prises elles-mêmes, de sorte que les prises de pression débouchent au ras de la face A. L'axe des prises de pression amont individuelles doivent correspondre à l'axe de l'élément primaire à un angle aussi voisin que possible de 90° .

Le diamètre δ_1 d'une prise de pression individuelle amont et la largeur a de fentes annulaires sont spécifiés ci-après. Le diamètre minimal est déterminé en pratique par le besoin d'éviter un blocage accidentel et de fournir des performances dynamiques satisfaisantes.

Pour des fluides propres et pour des vapeurs:

— pour $\beta \leq 0,65$: $0,005D \leq a$ ou $\delta_1 \leq 0,03D$

— pour $\beta > 0,65$: $0,01D \leq a$ ou $\delta_1 \leq 0,02D$.

Pour toute valeur de β :

- pour des fluides propres: $1 \text{ mm} \leq a$ ou $\delta_1 \leq 10 \text{ mm}$
- pour des vapeurs, dans le cas de chambres annulaires: $1 \text{ mm} \leq a \leq 10 \text{ mm}$
- pour des vapeurs et pour des gaz liquéfiés, dans le cas de prises individuelles: $4 \text{ mm} \leq \delta_1 \leq 10 \text{ mm}$.

NOTE Les spécifications de dimensions sous forme de fraction de diamètre de la conduite se basent sur une similitude géométrique avec les tuyères d'origine qui ont permis de déterminer le coefficient de décharge. Pour les vapeurs et les gaz liquéfiés, il est impossible de fabriquer, pour certains diamètres de conduite, un système utilisant des prises de pression individuelles conformément au présent document.

Les fentes annulaires débouchent habituellement dans la conduite sur toute la circonférence, sans discontinuité. S'il n'en est pas ainsi, chaque chambre annulaire doit communiquer avec l'intérieur de la conduite par au moins quatre ouvertures dont les axes forment entre eux des angles égaux et dont la surface d'ouverture individuelle est au moins égale à 12 mm^2 .

Le diamètre intérieur b des bagues porteuses doit être supérieur ou égal au diamètre D de la conduite, afin de s'assurer que les bagues ne débordent pas dans la conduite, mais il doit être inférieur ou égal à $1,04D$. De plus, la condition suivante doit être remplie:

$$\frac{b-D}{D} \times \frac{c}{D} \times 100 \leq \frac{0,1}{0,1+2,3\beta^4} \quad (4)$$

La longueur c de la bague amont (voir [Figure 1](#)) ne doit pas être supérieure à $0,5D$.

L'épaisseur f de la fente doit être supérieure ou égale au double de la largeur a de la fente annulaire. L'aire de la section de la chambre annulaire, gh , doit être supérieure ou égale à la moitié de l'aire totale de l'ouverture reliant cette chambre à l'intérieur de la conduite.

Toutes les surfaces de la bague, entrant en contact avec le fluide mesuré, doivent être propres et comporter une finition bien usinée.

Les prises de pression reliant les chambres annulaires aux éléments secondaires sont des prises de pression à la paroi, de débouchure circulaire et de diamètre j compris entre 4 mm et 10 mm.

Les bagues porteuses amont et aval ne doivent pas nécessairement être symétriques l'une par rapport à l'autre, mais chacune d'elles doit être conforme aux exigences ci-dessus.

Le diamètre de la conduite doit être mesuré comme indiqué en [6.4.2](#), la bague porteuse étant considérée comme faisant partie de l'élément primaire. Cela s'applique également à l'exigence de distance donnée en [6.4.4](#), de sorte que la distance s doive être mesurée à partir de l'arête amont du chambrage formé par la bague porteuse.

5.1.5.2 Les prises de pression aval peuvent être soit des prises dans les angles comme indiqué en [5.1.5.1](#), soit des prises telles que celles décrites ci-après.

La distance entre le centre de la prise et la face amont de la tuyère doit être

- $\leq 0,15D$ pour $\beta \leq 0,67$;
- $\leq 0,20D$ pour $\beta > 0,67$.

Lors de l'installation des prises de pression, il faut tenir compte de l'épaisseur des joints et/ou du matériel d'étanchéité.

L'axe de la prise doit rencontrer l'axe de la conduite et former avec lui un angle aussi voisin que possible de 90° , mais dans tous les cas à 3° près de la perpendiculaire. La débouchure du trou doit être circulaire. Les arêtes doivent être arasées à la paroi intérieure de la conduite, et l'angle doit être aussi vif que

possible. Afin d'assurer l'élimination de toutes les bavures et de tous les morfils sur l'arête intérieure, il est permis de créer un léger arrondi, mais cet arrondi doit être aussi petit que possible et, lorsqu'il est possible de le mesurer, son rayon ne doit pas dépasser le dixième du diamètre de la prise de pression. Il ne doit pas y avoir d'irrégularité à l'intérieur du trou de raccordement, ni sur les arêtes du trou percé dans la paroi de la conduite ni sur la paroi même de la conduite près de la prise de pression. On peut juger de la conformité des prises de pression aux exigences de ce paragraphe par inspection visuelle.

Le diamètre des prises de pression doit être inférieur à $0,13D$ et inférieur à 13 mm.

Il n'y a pas, pour ce diamètre, de limite minimale, déterminée en pratique par le besoin d'éviter un blocage accidentel et d'obtenir des performances dynamiques satisfaisantes. Le diamètre de la prise de pression amont et celui de la prise de pression aval doivent être égaux.

Les prises de pression doivent être circulaires et cylindriques sur une longueur d'au moins 2,5 fois leur diamètre intérieur, mesuré à partir de la paroi intérieure de la conduite.

Les axes des prises de pression peuvent être situés dans un plan méridien quelconque passant par l'axe de la conduite.

L'axe de la prise de pression amont et celui de la prise de pression aval peuvent être situés dans des plans méridiens différents.

5.1.6 Coefficients des tuyères ISA 1932

5.1.6.1 Limites d'emploi

Ce type de tuyère ne doit être utilisé conformément au présent document que lorsque

— $50 \text{ mm} \leq D \leq 500 \text{ mm}$;

— $0,3 \leq \beta \leq 0,8$;

et lorsque Re_D se trouve dans les limites suivantes:

— pour $0,30 \leq \beta < 0,44$ $7 \times 10^4 \leq Re_D \leq 10^7$;

— pour $0,44 \leq \beta \leq 0,80$ $7 \times 10^4 \leq Re_D \leq 10^7$.

De plus, la rugosité relative de la conduite doit être conforme aux valeurs indiquées dans le [Tableau 1](#).

Tableau 1 — Limites supérieures de la rugosité relative de la conduite amont pour les tuyères ISA 1932

β	$\leq 0,35$	0,36	0,38	0,40	0,42	0,44	0,46	0,48	0,50	0,60	0,70	0,77	0,80
$10^4 Ra/D$	8,0	5,9	4,3	3,4	2,8	2,4	2,1	1,9	1,8	1,4	1,3	1,2	1,2

NOTE La plupart des données sur lesquelles est basé le présent tableau ont été probablement collectées dans la plage $Re_D \leq 10^6$; des limites plus sévères de rugosité de la conduite sont probablement nécessaires pour des nombres de Reynolds plus élevés.

La plupart des essais sur lesquels sont fondées les valeurs du coefficient de décharge C indiqué dans le présent document, ont été effectués dans des conduites présentant une rugosité relative de $Ra/D \leq 1,2 \times 10^{-4}$. Des conduites présentant une rugosité relative plus élevée peuvent être utilisées si la rugosité pour une distance d'au moins $10D$ en amont de la tuyère se trouve dans les limites données dans le [Tableau 1](#). Des informations sur la façon de déterminer Ra sont indiquées dans l'ISO 5167-1.