
**Mesure de 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 —*

ISO 5167-3:2003
Part 3: Nozzles and Venturi nozzles

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/e46e6bdd-92c9-48f2-854c-65ffa34ba5/iso-5167-3-2003>



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 5167-3:2003](https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/e46e66dd-92c9-48f2-854c-65ffafb34ba5/iso-5167-3-2003)

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/e46e66dd-92c9-48f2-854c-65ffafb34ba5/iso-5167-3-2003>

© ISO 2003

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	2
3 Termes, définitions et symboles	2
4 Principes de la méthode de mesurage et mode de calcul	2
5 Tuyères et Venturi-tuyères	3
5.1 Tuyère ISA 1932	3
5.2 Tuyères à long rayon	9
5.3 Venturi-tuyères	14
6 Exigences d'installation	19
6.1 Généralités	19
6.2 Longueurs droites minimales d'amont et d'aval à installer entre différents accessoires et l'élément primaire	19
6.3 Conditionneurs d'écoulement	23
6.4 Circularité et cylindricité de la conduite	23
6.5 Emplacement de l'élément primaire et des bagues porteuses	26
6.6 Mode de fixation et joints	26
Annexe A (informative) Tableaux des coefficients de décharge et des coefficients de détente	27
Bibliographie	31

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 5167-3 a été élaborée par le comité technique ISO/TC 30, *Mesure de débit des fluides dans les conduites fermées*, sous-comité SC 2, *Appareils déprimogènes*.

Cette première édition de l'ISO 5167-3, conjointement avec la deuxième édition de l'ISO 5167-1 et les premières éditions de l'ISO 5167-2 et de l'ISO 5167-4, annule et remplace la première édition de l'ISO 5167-1:1991, laquelle a fait l'objet d'une révision technique, ainsi que l'ISO 5167-1:1991/Amd.1:1998.

L'ISO 5167 comprend les parties suivantes, présentées sous le titre général *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*
- *Partie 2: Diaphragmes*
- *Partie 3: Tuyères et Venturi-tuyères*
- *Partie 4: Tubes de Venturi*

Introduction

L'ISO 5167, qui comprend quatre parties, a pour objet la géométrie et le mode d'emploi (conditions d'installation et d'utilisation) des diaphragmes, tuyères et tubes de Venturi 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 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 de la mesure. L'ISO 5167 concerne les éléments primaires et ne mentionne qu'exceptionnellement les éléments secondaires¹⁾.

Les quatre parties formant l'ISO 5167 sont structurées comme suit.

- iTeh STANDARD PREVIEW
(standards.iteh.ai)
- a) L'ISO 5167-1, à utiliser conjointement avec l'ISO 5167-2, l'ISO 5167-3 et l'ISO 5167-4, 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.
<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/e46e66dd-92c9-48f2-854c-658ff34ba5/iso-5167-3-2003>
 - 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.²⁾
 - c) L'ISO 5167-3 spécifie les tuyères ISA 1932³⁾, les tuyères à long rayon 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⁾.

Les aspects de sécurité ne sont pas traités dans les Parties 1 à 4 de l'ISO 5167. Il incombe à l'utilisateur de s'assurer que le système remplit les réglementations applicables en matière de sécurité.

1) Voir l'ISO 2186:1973, *Débit des fluides dans les conduites fermées — Liaisons pour la transmission du signal de pression entre les éléments primaires et secondaires*.

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

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

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

iTeh STANDARD PREVIEW
(standards.iteh.ai)

ISO 5167-3:2003

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/e46e66dd-92c9-48f2-854c-65ffafb34ba5/iso-5167-3-2003>

Mesure de 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

La présente partie de l'ISO 5167 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.

La présente partie de l'ISO 5167 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.

La présente partie de l'ISO 5167 est applicable uniquement aux tuyères et aux Venturi-tuyères utilisés dans les limites spécifiées de diamètre de conduite et de nombre de Reynolds, dans lesquels l'écoulement reste subsonique dans tout le tronçon de mesurage contenant un fluide pouvant être considéré comme monophasique. Elle n'est pas applicable au mesurage d'un écoulement pulsé. Elle 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.

La présente partie de l'ISO 5167 traite

- a) de deux types de tuyères normalisées:
 - 1) la tuyère ISA⁵⁾ 1932;
 - 2) la tuyère à long rayon⁶⁾;
- b) du Venturi-tuyère.

Les deux types de tuyères normalisées sont fondamentalement différents et sont décrits séparément dans la présente partie de l'ISO 5167. 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 également décrit séparément. Ce modèle présente une perte de pression plus basse qu'une tuyère similaire. Pour les deux types de tuyères normalisées 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.

5) ISA est le sigle de la Fédération internationale des associations nationales de normalisation, organisme auquel l'ISO a succédé 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.

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 4006:1991, *Mesure de débit des fluides dans les conduites fermées — Vocabulaire et symboles*

ISO 5167-1:2003, *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, définitions et symboles

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

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 à la présente partie de l'ISO 5167.

Le débit-masse, q_m , peut être déterminé à l'aide de l'Équation (1):

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

Les limites d'incertitude peuvent être calculées par la procédure indiquée à l'Article 8 de l'ISO 5167-1:2003.

De même, on peut calculer la valeur du débit-volume, q_V , à l'aide de l'Équation (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.

Le calcul du débit, qui est un procédé purement arithmétique, est effectué par le remplacement des différents termes situés à droite de l'Équation de base (1) par leur valeur numérique. Les Tableaux A.1 à A.4 sont donnés à titre indicatif. Les Tableaux A.1 à A.3 donnent les valeurs de C en tant que fonction de β , le Tableau A.4 donne les coefficients 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 , qui est lui-même fonction de q_m . Il convient d'obtenir la valeur de C par itération (voir l'Annexe A de l'ISO 5167-1:2003 pour le choix du procédé d'itération et des estimations initiales).

Les diamètres d et D mentionnés dans les formules 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 dans 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 $d = 2D/3$, la largeur radiale de cette partie plane est nulle.

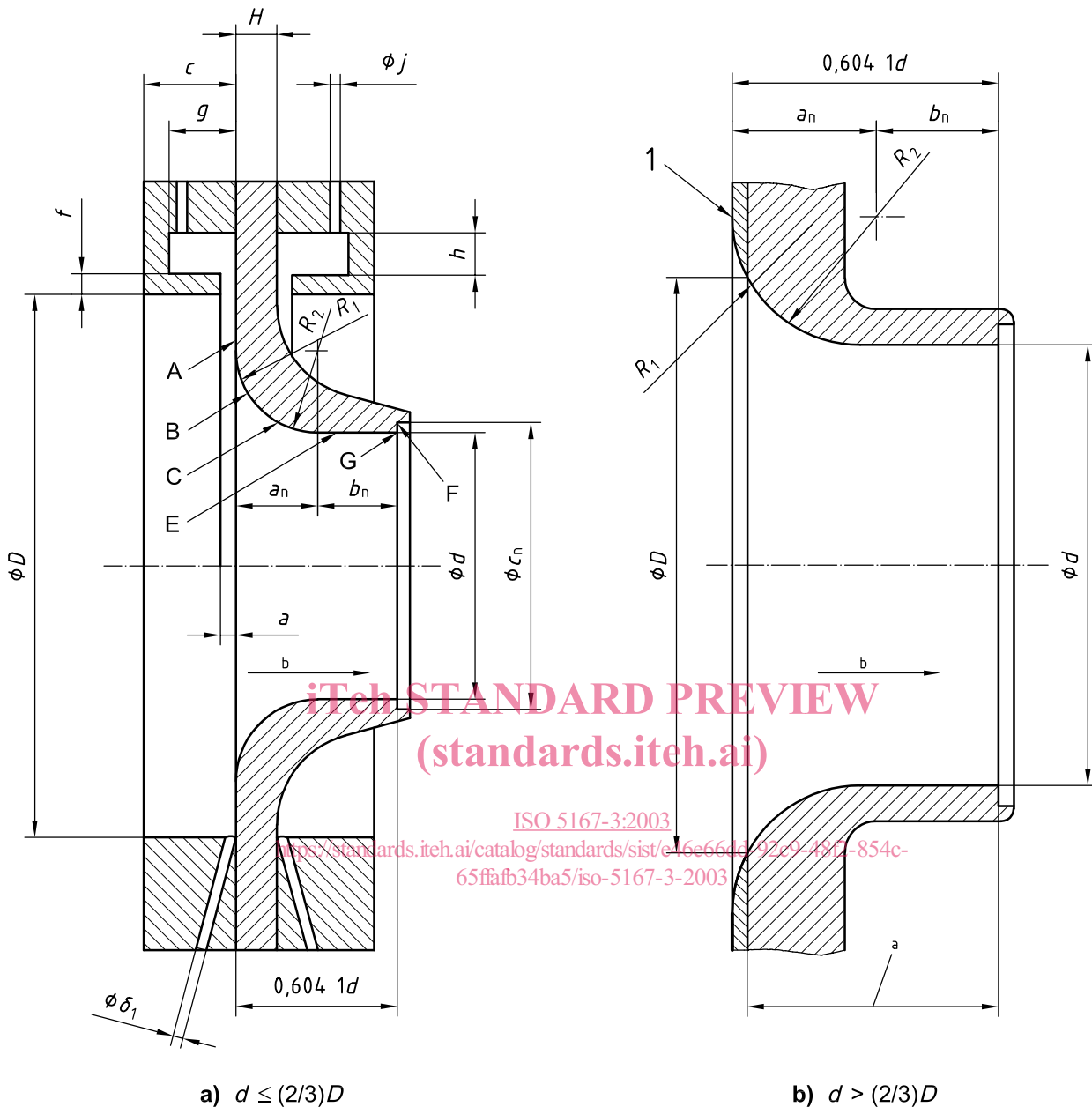
Lorsque d est supérieur à $2D/3$, la face amont ne comporte pas de partie plane d'entrée intérieure à la conduite. Dans ce cas, on fabrique la tuyère comme si D était supérieur à $1,5d$ et on tronçonne ensuite la partie plane d'entrée de telle sorte que le plus grand diamètre du profil convergent soit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

5.1.2.3 L'arc de circonférence B est tangent à la partie plane d'entrée A lorsque $d < 2D/3$. 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 il est égal à $d/3 \pm 0,01d$ lorsque $\beta \geq 0,5$. Son centre est situé à $d/2 + d/3 = 5d/6$ de l'axe de révolution et à

$$a_n = \left(\frac{12 + \sqrt{39}}{60} \right) d = 0,304 \, 1d$$

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 % de 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, non compris le chambrage F, en fonction de la valeur de β , est égale à

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

et

$$\left(0,404 \, 1 + \sqrt{\frac{0,75}{\beta} - \frac{0,25}{\beta^2} - 0,522 \, 5} \right) d \text{ pour } \frac{2}{3} < \beta \leq 0,8$$

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 polie de telle sorte 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). <https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/e46e66dd-92c9-48f2-854c-65ffa34ba5/iso-5167-3-2003>

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 bien 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: $4 \text{ mm} \leq \delta_1 \leq 10 \text{ mm}$.

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:

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

ITeH STANDARD PREVIEW
(standards.iteh.ai)

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

— $\leq 0,15D$ lorsque $\beta \leq 0,67$;

— $\leq 0,20D$ lorsque $\beta > 0,67$.

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