

---

---

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

Partie 4:  
**Tubes de Venturi**

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

*Part 4: Venturi tubes*

ISO 5167-4:2022

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/d352b5e7-55c5-4305-9f89-be4f6441b181/iso-5167-4-2022>



# iTeh STANDARD PREVIEW (standards.iteh.ai)

ISO 5167-4:2022

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/d352b5e7-55c5-4305-9f89-be4f6441b181/iso-5167-4-2022>



## DOCUMENT PROTÉGÉ PAR COPYRIGHT

© ISO 2022

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

Publié en Suisse

## Sommaire

Page

Avant-propos .....	v
Introduction .....	vi
<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>2</b>
<b>4</b> <b>Principes de la méthode de mesure et mode de calcul</b> .....	<b>2</b>
<b>5</b> <b>Tubes de Venturi classiques</b> .....	<b>3</b>
5.1    Domaine d'application .....	3
5.1.1    Généralités .....	3
5.1.2    Tube de Venturi classique à convergent «brut de fonderie» .....	3
5.1.3    Tube de Venturi classique à convergent usiné .....	3
5.1.4    Tube de Venturi classique à convergent manufacturé .....	3
5.2    Forme générale .....	3
5.2.1    Généralités .....	3
5.2.2    Cylindre d'entrée .....	4
5.2.3    Convergent .....	4
5.2.4    Col .....	5
5.2.5    Divergent .....	5
5.2.6    Tube de Venturi tronqué .....	5
5.2.7    Rugosité .....	5
5.2.8    Tube de Venturi classique à convergent «brut de fonderie» .....	6
5.2.9    Tube de Venturi classique à convergent usiné .....	6
5.2.10    Tube de Venturi classique à convergent manufacturé .....	6
5.3    Matériau et fabrication .....	7
5.4    Prises de pression .....	7
5.5    Coefficient de décharge, $C$ .....	8
5.5.1    Limites d'utilisation .....	8
5.5.2    Coefficient de décharge du tube de Venturi classique à convergent «brut de fonderie» .....	8
5.5.3    Coefficient de décharge du tube de Venturi classique à convergent usiné .....	9
5.5.4    Coefficient de décharge du tube de Venturi classique à convergent manufacturé .....	9
5.6    Coefficient de détente, $\varepsilon$ .....	9
5.7    Incertitude sur le coefficient de décharge, $C$ .....	9
5.7.1    Tube de Venturi classique à convergent «brut de fonderie» .....	9
5.7.2    Tube de Venturi classique à convergent usiné .....	10
5.7.3    Tube de Venturi classique à convergent manufacturé .....	10
5.8    Incertitude sur le coefficient de détente, $\varepsilon$ .....	10
5.9    Perte de pression .....	10
5.9.1    Définition de la perte de pression .....	10
5.9.2    Perte de pression relative .....	10
<b>6</b> <b>Exigences d'installation</b> .....	<b>12</b>
6.1    Généralités .....	12
6.2    Longueurs droites minimales amont et aval à installer entre différents accessoires et le tube de Venturi .....	12
6.3    Conditionneurs d'écoulement .....	16
6.4    Exigences spécifiques supplémentaires d'installation pour les tubes de Venturi classiques .....	17
6.4.1    Circularité et cylindricité de la conduite, et alignement du tube de Venturi classique .....	17
6.4.2    Rugosité de la conduite amont .....	17
<b>7</b> <b>Étalonnage du débit des tubes de Venturi</b> .....	<b>17</b>

7.1	Généralités .....	17
7.2	Installation d'essai .....	18
7.3	Installation de l'instrument de mesure .....	18
7.4	Conception du programme d'essai.....	18
7.5	Compte-rendu des résultats d'étalonnage .....	18
7.6	Analyse de l'incertitude d'étalonnage.....	19
7.6.1	Généralités.....	19
7.6.2	Incetitude de l'installation d'essai.....	19
7.6.3	Incetitude du tube de Venturi.....	19
<b>Annexe A (informative) Tableau des coefficients de détente.....</b>		<b>20</b>
<b>Annexe B (informative) Tubes de Venturi classiques en dehors du domaine couvert par l'ISO 5167-4 .....</b>		<b>21</b>
<b>Annexe C (informative) Perte de pression dans un tube de Venturi classique .....</b>		<b>25</b>
<b>Bibliographie.....</b>		<b>27</b>

iTeh STANDARD PREVIEW  
(standards.iteh.ai)

ISO 5167-4:2022

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/d352b5e7-55c5-4305-9f89-be4f6441b181/iso-5167-4-2022>

## 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](http://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](http://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](http://www.iso.org/iso/fr/avant-propos.html).

L'ISO 5167-4 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*, en collaboration avec le comité technique CEN/SS F05, *Instruments de mesure*, du Comité européen de normalisation, conformément à l'Accord de coopération technique entre l'ISO et le CEN (Accord de Vienne).

Cette deuxième édition de l'ISO 5167-4 annule et remplace la première édition de l'ISO 5167-4:2003, qui a fait l'objet d'une révision technique.

Les principales modifications sont les suivantes:

- L'utilisation de prises de pression individuelles sur les tubes de Venturi est autorisée.
- Le coefficient de décharge et l'incertitude sont indiqués à [l'Article 5](#) pour un tube de Venturi à convergent usiné pour  $Re_D > 10^6$ .
- L'étalonnage du débit des tubes de Venturi est inclus.
- La formulation des règles d'espacement de plusieurs accessoires est améliorée mais les exigences réelles sont inchangées.

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/fr/members.html](http://www.iso.org/fr/members.html).

## Introduction

L'ISO 5167, divisée en 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 s'il est non étalonné dans des limites spécifiées de diamètre de conduite et de nombre de Reynolds, ou dans les conditions de leur étalonnage.

L'ISO 5167 (toutes les parties) 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. L'ISO 5167 (toutes les parties) fournit également une méthodologie pour l'étalonnage sur mesure des manomètres différentiels.

Les appareils interposés dans la conduite sont appelés éléments primaires, en comprenant dans ce terme les prises de pression. Tous les autres instruments ou appareils facilitant l'accomplissement de la mesure sont appelés éléments secondaires et le calculateur de débit qui reçoit ces mesures et effectue les algorithmes est appelé élément tertiaire. L'ISO 5167 (toutes les parties) concerne les éléments primaires; les éléments secondaires (voir l'ISO 2186) et tertiaires ne seront mentionnés qu'exceptionnellement.

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.

[ISO 5167-4:2022](https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/d352b5e7-55c5-4305-9f89-be4f6441b181/iso-5167-4-2022)

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/d352b5e7-55c5-4305-9f89-be4f6441b181/iso-5167-4-2022>

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

## Partie 4: Tubes de Venturi

### 1 Domaine d'application

Le présent document spécifie la géométrie et le mode d'emploi (conditions d'installation et d'utilisation) de tubes de Venturi<sup>1)</sup> 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 uniquement aux tubes de Venturi dans lesquels l'écoulement reste subsonique dans tout le tronçon de mesure et où le fluide peut être considéré comme monophasique. De plus, les tubes de Venturi peuvent uniquement être utilisés à l'état non étalonné, conformément à la présente norme, dans les limites spécifiées de diamètre de conduite, de rugosité, de rapport des diamètres et de nombre de Reynolds, ou dans leur gamme étalonnée. Le présent document n'est pas applicable au mesurage d'un écoulement pulsé. Il ne couvre pas l'utilisation de tubes de Venturi non étalonnés dans des conduites de diamètre inférieur à 50 mm ou supérieur à 1 200 mm, ni les cas où les nombres de Reynolds rapportés à la conduite sont inférieurs à  $2 \times 10^5$ .

Le présent document traite de trois types de tubes de Venturi classiques:

- a) «brut de fonderie»;
- b) usiné;
- c) manufacturé (également nommé «en tôle soudée brute»).

Un tube de Venturi se compose d'un convergent d'entrée, relié à un col cylindrique qui est, à son tour, relié à un évasement de forme tronconique appelé «divergent» (ou encore diffuseur). Les Venturi-tuyères (et d'autres tuyères) font l'objet de l'ISO 5167-3.

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

### 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. 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*

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

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

Guide ISO/IEC 98-3, *Incertitude de mesure — Partie 3: Guide pour l'expression de l'incertitude de mesure (GUM:1995)*

### 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 <https://www.electropedia.org/>

### 4 Principes de la méthode de mesure et mode de calcul

Le principe de la méthode de mesure consiste à interposer un tube de Venturi 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. Les géométries et les conceptions du tube de Venturi ont été soumises à des essais approfondis sur une vaste gamme de conditions d'écoulement et se sont avérées présenter une valeur reproductible de coefficient de décharge,  $C$ , dans les limites d'une incertitude donnée. Les tubes de Venturi non étalonnés ayant l'un de ces géométries et conceptions, dans cette même gamme de conditions d'écoulement, peuvent être utilisés pour déterminer le débit d'après la valeur mesurée de cette pression différentielle et la connaissance des caractéristiques du fluide.

Le débit-masse peut être déterminé à l'aide de la [Formule \(1\)](#):

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

Les limites d'incertitude peuvent être calculées en utilisant le mode opératoire indiqué dans l'ISO 5167-1:2022, Article 8.

De même, la valeur du débit-volume peut être calculée d'après la formule:

$$q_V = \frac{q_m}{\rho}$$

où  $\rho$  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 la [Formule \(1\)](#) par leur valeur numérique. Le [Tableau A.1](#) donne les coefficients de détente des tubes de Venturi ( $\varepsilon$ ). Ils ne sont pas prévus pour une interpolation précise. L'extrapolation n'est pas permise.

Les diamètres  $d$  et  $D$  mentionnés dans la [Formule \(1\)](#) (étant donné que  $D$  est nécessaire pour calculer  $\beta$ ) 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 Tubes de Venturi classiques

### 5.1 Domaine d'application

#### 5.1.1 Généralités

Le domaine d'application des tubes de Venturi classiques traités dans le présent document dépend de leur mode de construction.

Trois types de tubes de Venturi classiques normalisés sont spécifiés selon la manière de réaliser la surface intérieure du cône d'entrée et l'arrondi à l'intersection du cône d'entrée et du col. Ces trois modes de réalisation sont décrits en [5.1.2](#) à [5.1.4](#) et les tubes de Venturi obtenus présentent des caractéristiques légèrement différentes.

Il existe, pour chaque type, des limites pour la rugosité des surfaces intérieures et le nombre de Reynolds.

#### 5.1.2 Tube de Venturi classique à convergent «brut de fonderie»

Il s'agit d'un tube de Venturi classique coulé dans un moule en sable ou construit par toute autre méthode laissant un fini de surface du cône d'entrée semblable à celui obtenu par moulage en sable. Le col est usiné et les intersections entre les cylindres et les convergent et divergent sont arrondies.

Ce tube de Venturi classique peut être utilisé dans des conduites de 100 mm à 800 mm de diamètre et pour des rapports des diamètres  $\beta$  compris entre 0,3 et 0,75 inclus.

#### 5.1.3 Tube de Venturi classique à convergent usiné

Il s'agit d'un tube de Venturi classique coulé ou construit comme indiqué en [5.1.2](#), mais dont le cône d'entrée est usiné comme le col et le cylindre d'entrée. Les intersections entre les cylindres et les convergent et divergent peuvent être arrondies ou non.

Ce tube de Venturi classique peut être utilisé dans des conduites de 50 mm à 350 mm de diamètre et pour des rapports des diamètres  $\beta$  compris entre 0,4 et 0,75 inclus.

#### 5.1.4 Tube de Venturi classique à convergent manufacturé

Il s'agit d'un tube de Venturi classique normalement fabriqué par laminage d'une tôle (ou d'un autre feuillard) pour former les sections du tube de Venturi, soudage pour obtenir les cylindres, convergent et divergent, puis soudage entre eux. Il peut ne pas être usiné pour les grandes dimensions si la tolérance requise en [5.2.4](#) peut être obtenue, mais le col est usiné pour les plus petites dimensions.

Ce tube de Venturi classique peut être utilisé dans des conduites de 200 mm à 1 200 mm de diamètre et pour des rapports des diamètres  $\beta$  compris entre 0,4 et 0,7 inclus.

## 5.2 Forme générale

### 5.2.1 Généralités

La [Figure 1](#) représente la coupe d'un tube de Venturi classique passant par l'axe du col. Les lettres dans le texte renvoient aux repères correspondants à la [Figure 1](#).

Le tube de Venturi classique se compose d'un cylindre d'entrée A suivi d'un convergent tronconique B, d'un col cylindrique C et d'un divergent tronconique E. La surface intérieure de l'appareil est cylindrique et de révolution autour de l'axe de la conduite. La coaxialité du convergent et du col cylindrique est jugée par examen visuel.

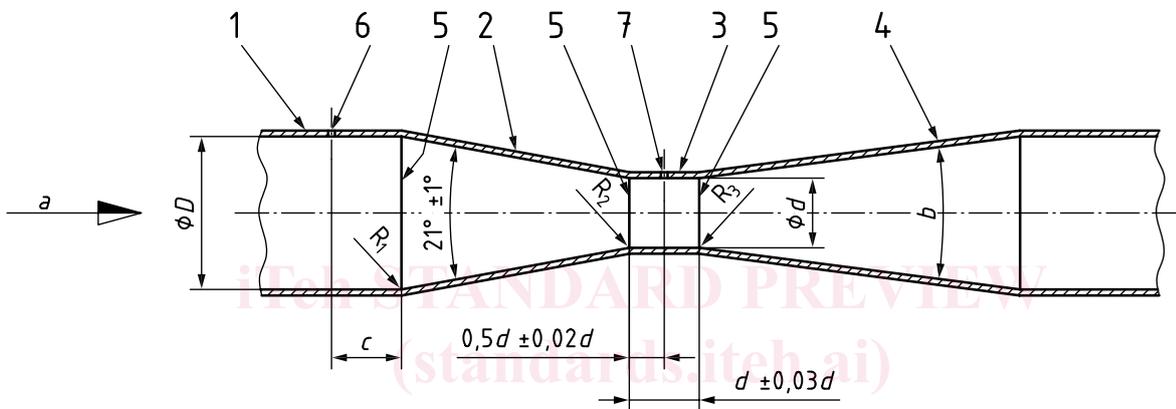
5.2.2 Cylindre d'entrée

La longueur minimale du cylindre, mesurée à partir du plan contenant l'intersection du tronc de convergent B avec le cylindre A, peut varier avec le mode de construction (voir 5.2.8 à 5.2.10). Il est cependant recommandé de la choisir égale à  $D$ .

Le diamètre  $D$  du cylindre d'entrée doit être mesuré dans le plan des prises de pression amont. Le nombre de mesurages doit être au moins égal à quatre, dont un doit être effectué à proximité de chaque prise de pression. La moyenne arithmétique de toutes ces mesures doit être prise comme valeur de  $D$  dans les calculs.

Ces diamètres doivent être également mesurés dans d'autres plans que celui des prises de pression.

Aucun diamètre du cylindre d'entrée ne doit différer de plus de 0,4 % de la valeur du diamètre moyen. Cette exigence est satisfaite lorsque la différence de longueur de n'importe lequel des diamètres mesurés la satisfait par rapport à la moyenne des diamètres mesurés.



Légende

- |   |                           |   |  |
|---|---------------------------|---|--|
| 1 | cylindre d'entrée A       | a | Sens de l'écoulement.                  |
| 2 | convergent tronconique B  | b | $7^\circ \leq \varphi \leq 15^\circ$ . |
| 3 | col cylindrique C         | c | Voir 5.4.7.                            |
| 4 | divergent tronconique E   |   |  |
| 5 | plans de raccordement     |   |  |
| 6 | prises de pression amont  |   |  |
| 7 | prises de pression au col |   |  |

Figure 1 — Profil géométrique du tube de Venturi classique

5.2.3 Convergent

Le convergent B doit être tronconique et avoir un angle au sommet de  $21 \pm 1^\circ$  pour tous les types de tubes de Venturi classiques. Il est délimité, en amont, par le plan contenant l'intersection du tronc de cône B avec le cylindre d'entrée A (ou de leurs prolongements) et, en aval, par le plan contenant l'intersection du tronc de cône B avec le col C (ou de leurs prolongements).

La longueur totale du convergent B, mesurée parallèlement à l'axe de révolution du tube de Venturi, est donc approximativement égale à  $2,7(D - d)$ .

Le convergent B est raccordé au cylindre d'entrée A par un congé de rayon  $R_1$ , dont la valeur dépend du type du tube de Venturi classique.

Le profil du convergent doit être vérifié. L'écart du convergent ne doit dépasser en aucun point  $0,004D$ .

On admet que la surface intérieure de la partie tronconique du convergent est de révolution si deux diamètres situés dans un même plan perpendiculaire à l'axe de révolution ne diffèrent pas de plus de 0,4 % de la valeur du diamètre moyen.

On doit vérifier de la même façon que le congé de raccordement de rayon  $R_1$  est de révolution.

#### 5.2.4 Col

Le col C, de diamètre  $d$ , doit être cylindrique. Il est délimité, en amont, par le plan contenant l'intersection du tronc de cône B avec le col C (ou de leurs prolongements) et, en aval, par le plan contenant l'intersection du col C avec le tronc de cône E (ou de leurs prolongements). La longueur du col C, c'est-à-dire la distance séparant ces deux plans, doit être égale à  $d \pm 0,03d$ , quel que soit le type du tube de Venturi classique.

Le col C est réuni au convergent B par un congé de rayon  $R_2$  et au divergent E par un congé de rayon  $R_3$ . Les valeurs de  $R_2$  et  $R_3$  dépendent du type du tube de Venturi classique.

Le diamètre  $d$  doit être mesuré très soigneusement dans le plan des prises de pression au col. Le nombre de mesurages doit être au moins égal à quatre, dont un doit être effectué à proximité de chaque prise de pression. La moyenne arithmétique de toutes ces mesures doit être prise comme valeur de  $d$  dans les calculs.

Ces diamètres doivent être également mesurés dans d'autres plans que celui des prises de pression.

Aucun diamètre du col ne doit différer de plus de 0,1 % de la valeur du diamètre moyen. Cette exigence est satisfaite lorsque la différence de longueur de n'importe lequel des diamètres mesurés la satisfait par rapport à la moyenne des diamètres mesurés.

Le col du tube de Venturi classique doit être usiné ou posséder, sur toute sa longueur, un état de surface équivalent à la rugosité indiquée en [5.2.7](#).

On doit vérifier que les congés de raccordement au col de rayon  $R_2$  et  $R_3$  sont de révolution comme indiqué en [5.2.3](#). Cette exigence est satisfaite lorsque deux diamètres, situés dans un même plan perpendiculaire à l'axe de révolution, ne diffèrent pas de plus de 0,1 % de la valeur du diamètre moyen.

La valeur des rayons de courbure  $R_2$  et  $R_3$  doit être vérifiée. L'écart doit évoluer de façon régulière pour chaque congé de sorte que l'écart maximal mesuré soit approximativement situé au milieu du profil. La valeur de cet écart maximal ne doit pas dépasser  $0,02d$ .

#### 5.2.5 Divergent

Le divergent E doit être tronconique et peut avoir un angle au sommet,  $\varphi$ , compris entre  $7^\circ$  et  $15^\circ$ . Pour les applications à faible perte de pression, il est recommandé de choisir un angle compris entre  $7^\circ$  et  $8^\circ$ . Son plus petit diamètre ne doit pas être inférieur au diamètre du col.

#### 5.2.6 Tube de Venturi tronqué

Un tube de Venturi classique est dit «tronqué» lorsque le diamètre de sortie du divergent est inférieur au diamètre  $D$  et «non tronqué» s'il lui est égal. On peut tronquer le divergent de 35 % environ de sa longueur sans modifier sensiblement la perte de pression de l'appareil ou son coefficient de décharge.

#### 5.2.7 Rugosité

Le critère de rugosité,  $R_a$ , du col et celui du congé adjacent doit être aussi faible que possible et toujours inférieur à  $10^{-4}d$ . La surface intérieure du divergent doit être propre et lisse. D'autres parties du tube de Venturi classique ont des limites de rugosité spécifiées en fonction du type considéré.

### 5.2.8 Tube de Venturi classique à convergent «brut de fonderie»

Le profil du tube de Venturi classique à convergent «brut de fonderie» présente les particularités suivantes.

La surface intérieure du convergent B est moulée au sable. Elle doit être exempte de craquelures, de fissures, de dépressions, d'irrégularités et d'impuretés. Le critère de rugosité  $R_a$  pour la surface doit être inférieur à  $10^{-4}D$ .

La longueur minimale du cylindre d'entrée A doit être égale à la plus petite des deux grandeurs suivantes:

- $D$ ; ou
- $0,25D + 250$  mm (voir 5.2.2).

La surface intérieure du cylindre d'entrée A peut rester brute de fonderie à condition qu'elle présente le même état de surface que le convergent B.

Le rayon du congé  $R_1$  doit être égal à  $1,375D \pm 0,275D$ .

Le rayon du congé  $R_2$  doit être égal à  $3,625d \pm 0,125d$ .

La longueur de la partie cylindrique du col doit être au moins égale à  $d/3$ . De plus, la longueur de la partie cylindrique comprise entre la fin du congé  $R_2$  et le plan des prises de pression, ainsi que la longueur de la partie cylindrique comprise entre le plan des prises de pression au col et le début du congé,  $R_3$ , doivent être au moins égales à  $d/6$  (voir aussi 5.2.4 pour la longueur du col).

Le rayon du congé  $R_3$  doit être compris entre  $5d$  et  $15d$ . Sa valeur doit augmenter lorsque l'angle du divergent diminue. Une valeur proche de  $10d$  est recommandée.

### 5.2.9 Tube de Venturi classique à convergent usiné

Le profil du tube de Venturi classique à convergent usiné présente les particularités suivantes.

La longueur minimale du cylindre d'entrée A doit être égale à  $D$ .

Le rayon du congé  $R_1$  doit être inférieur à  $0,25D$  mais, de préférence, égal à zéro.

Le rayon du congé  $R_2$  doit être inférieur à  $0,25d$  mais, de préférence, égal à zéro.

La longueur de la partie cylindrique du col comprise entre la fin du congé  $R_2$  et le plan des prises de pression au col doit être au moins égale à  $0,25d$ .

La longueur de la partie cylindrique du col comprise entre le plan des prises de pression au col et le début du congé  $R_3$  doit être au moins égale à  $0,3d$ .

Le rayon du congé  $R_3$  doit être inférieur à  $0,25d$  mais, de préférence, égal à zéro.

Le cylindre d'entrée et le convergent doivent avoir un état de surface égal à celui du col (voir 5.2.7).

### 5.2.10 Tube de Venturi classique à convergent manufacturé

Le profil du tube de Venturi classique à convergent manufacturé présente les particularités suivantes.

La longueur minimale du cylindre d'entrée A doit être égale à  $D$ .

Il ne doit pas y avoir de congé de raccordement entre le cylindre d'entrée A et le convergent B autre que celui résultant de la soudure.

Il ne doit pas y avoir de congé de raccordement entre le convergent B et le col C autre que celui résultant de la soudure.