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

**Partie 5:
Cônes de mesure**

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

Part 5: Cone meters

ISO 5167-5:2022

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/1788bb89-e8f6-4502-806c-491883f7980a/iso-5167-5-2022>



iTeh STANDARD PREVIEW
(standards.iteh.ai)

ISO 5167-5:2022

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/1788bb89-e8f6-4502-806c-491883f7980a/iso-5167-5-2022>



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
Web: www.iso.org

Publié en Suisse

Sommaire

Page

Avant-propos	iv
Introduction	v
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 Cônes de mesure	3
5.1 Domaine d'application	3
5.2 Forme générale	3
5.3 Matériau et fabrication	7
5.4 Prises de pression	7
5.5 Coefficient de décharge, C	7
5.5.1 Limites d'utilisation	7
5.5.2 Coefficient de décharge du cône de mesure	8
5.6 Coefficient de détente, ε	8
5.7 Incertitude du coefficient de décharge, C	8
5.8 Incertitude du coefficient de détente, ε	8
5.9 Perte de pression	9
6 Exigences d'installation	9
6.1 Généralités	9
6.2 Longueurs droites minimales amont et aval à installer entre différents accessoires et le cône de mesure	10
6.2.1 Généralités	10
6.2.2 Coude simple à 90°	10
6.2.3 Deux coudes à 90° dans des plans perpendiculaires	10
6.2.4 Évasement concentrique	10
6.2.5 Robinets partiellement fermés	10
6.3 Exigences spécifiques supplémentaires pour l'installation de cônes de mesure	10
6.3.1 Circularité et cylindricité de la conduite	10
6.3.2 Rugosité de la conduite amont et aval	11
6.3.3 Positionnement d'un puits thermométrique	11
7 Étalonnage en débit des cônes de mesure	11
7.1 Généralités	11
7.2 Installation d'essai	12
7.3 Installation de l'appareil de mesure	12
7.4 Conception du programme d'essai	12
7.5 Consignation des résultats d'étalonnage	12
7.6 Analyse de l'incertitude de l'étalonnage	12
7.6.1 Généralités	12
7.6.2 Incertitude de l'installation d'essai	13
7.6.3 Incertitude du coefficient de décharge du cône de mesure	13
Annexe A (informative) Tableau du coefficient de détente	14
Bibliographie	15

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 attirée 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 reçues 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, la signification des termes et expressions spécifiques de l'ISO liés à l'évaluation de la conformité, ou pour toute 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: [Avant-propos - Informations supplémentaires](#).

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

Cette deuxième édition de l'ISO 5167-5 annule et remplace la première édition (ISO 5167-5:2016), qui a fait l'objet d'une révision technique.

Les principales modifications sont les suivantes:

- le présent document a été mis en cohérence avec le Guide ISO/IEC 98-3;
- les erreurs constatées à la [Figure 2](#) et en [5.2.7](#) ont été corrigées;
- l'incertitude du coefficient de détente est donnée comme une incertitude relative pour faciliter l'utilisation avec l'ISO 5167-1 (l'incertitude associée au débit calculée reste inchangée).

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

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) donne en outre une méthodologie pour l'étalonnage sur mesure des différents appareils déprimogènes.

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, ou il peut être utilisé sur la plage sur laquelle il est étalonné.

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 permettre de baser, sur leurs résultats, des systèmes cohérents d'utilisation et de donner les coefficients avec une limite prévisible d'incertitude.

Les appareils interposés dans la conduite sont dénommés « 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 pour faciliter les lectures d'instruments, et « éléments tertiaires » le calculateur de débit qui reçoit ces lectures et exécute les algorithmes. L'ISO 5167 (toutes les parties) concerne les éléments primaires et ne mentionne qu'exceptionnellement les éléments secondaires (voir ISO 2186) et tertiaires.

Les aspects de sécurité ne sont pas traités dans l'ISO 5167 (toutes les parties). Il incombe à l'utilisateur de s'assurer que le système respecte les réglementations applicables en matière de sécurité.

[ISO 5167-5:2022](https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/1788bb89-e8f6-4502-806c-491883f7980a/iso-5167-5-2022)

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/1788bb89-e8f6-4502-806c-491883f7980a/iso-5167-5-2022>

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

Partie 5: Cônes de mesure

1 Domaine d'application

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

Étant donné que l'incertitude d'un cône de mesure non étalonné risque d'être trop élevée pour une application particulière, l'étalonnage du débitmètre conformément à l'[Article 7](#) peut être considéré comme essentiel.

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

Le présent document est applicable uniquement aux cônes de mesure pour lesquels l'écoulement reste subsonique dans tout le tronçon de mesurage et où le fluide peut être considéré comme monophasique. Les cônes de mesure non étalonnés ne peuvent être utilisés que dans des limites spécifiées de diamètre de conduite, de rugosité, de valeur de β et de nombre de Reynolds, Re . Le présent document n'est pas applicable au mesurage d'un écoulement pulsé. Elle ne couvre pas l'utilisation de cônes de mesure non étalonnés dans des conduites de diamètre inférieur à 50 mm ou supérieur à 500 mm, ni les cas où les nombres de Reynolds associés à la tuyauterie sont inférieurs à 8×10^4 ou supérieurs à $1,2 \times 10^7$.

Un cône de mesure est un élément primaire composé d'une restriction conique maintenue de manière concentrique au centre de la conduite, le nez du cône étant situé en amont. La conception d'un cône de mesure définie dans le présent document comprend une ou plusieurs prises de pression amont dans la paroi et une prise de pression aval positionnée dans la face arrière du cône. Le raccordement à un transmetteur de pression différentielle se fait par un trou dans le cône menant à la barre de support, puis vers le haut à travers la barre de support.

D'autres conceptions de cônes de mesure sont possibles; cependant, au moment de la rédaction de cette norme, les données permettant de caractériser complètement ces appareils étaient insuffisantes et ces derniers doivent donc être étalonnés conformément à l'[Article 7](#).

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, *Mesurage 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 et définitions de l'ISO 4006, l'ISO 5167-1, ainsi que les suivants, 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/>

3.1 arête bêta

circonférence maximale du cône

4 Principes de la méthode de mesure et mode de calcul

Le principe de la méthode de mesure consiste à interposer le cône de mesure sur le passage d'un fluide s'écoulant dans une conduite en charge, ce qui crée une pression différentielle entre les prises aval et amont.

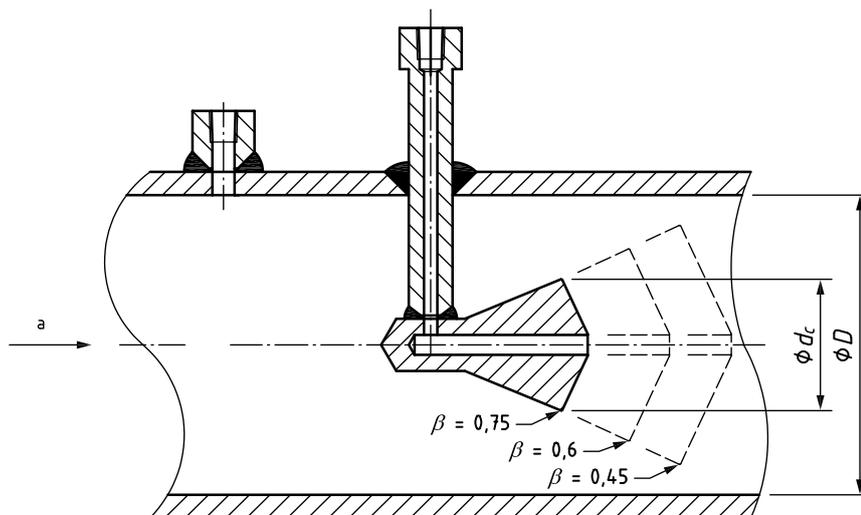
Le débit-masse peut être déterminé à l'aide des [Formules \(1\)](#) et [\(2\)](#):

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

et

$$\beta = \sqrt{1 - \frac{d_c^2}{D^2}} \tag{2}$$

où d_c est le diamètre du cône dans le plan de l'arête bêta. Le diamètre de la conduite au niveau de la prise de pression amont, D_{TAP} , est présumé égal au diamètre de la conduite à l'arête bêta, D . La [Figure 1](#) montre que β diminue au fur et à mesure que le diamètre du cône augmente.



Légende

^a Sens d'écoulement.

Figure 1 — Cône de mesure avec différentes valeurs de β

L'incertitude peut être calculée suivant le mode opératoire indiqué dans l'ISO 5167-1:2022, Article 8.

De même, la valeur du débit volumique peut être calculée sachant que:

$$q_V = \frac{q_m}{\rho} \quad (3)$$

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 la [Formule \(1\)](#) par leur valeur numérique. La [Formule \(4\)](#) en [5.6](#) (ou les valeurs calculées dans le [Tableau A.1](#)) donne les coefficients de détente, ε , du cône de mesure. Les valeurs du [Tableau A.1](#) ne sont pas prévues pour une interpolation exacte. L'extrapolation n'est pas permise. Cependant, le coefficient de décharge, C , est généralement fonction du nombre de Reynolds, Re , qui est lui-même fonction de q_m et doit être obtenu par itération (voir l'ISO 5167-1:2022, Annexe A, pour des recommandations relatives au choix du procédé d'itération et des estimations initiales).

Les diamètres, d_c et D , mentionnés dans les [Formules \(1\)](#) et [\(2\)](#) sont les valeurs des diamètres dans les conditions de service. Il convient de corriger les valeurs mesurées dans d'autres conditions pour tenir compte de la dilatation ou contraction éventuelle de l'élément primaire et de la conduite résultant des valeurs de la température et de la pression du fluide lors du mesurage.

Comme le calcul du débit du cône de mesure est particulièrement sensible aux valeurs utilisées pour le diamètre de la conduite et du cône, l'utilisateur doit s'assurer que celles-ci sont correctement introduites dans les calculs de débit. Par exemple, il faut veiller à utiliser le diamètre intérieur mesuré plutôt que la valeur nominale.

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

5 Cônes de mesure

5.1 Domaine d'application

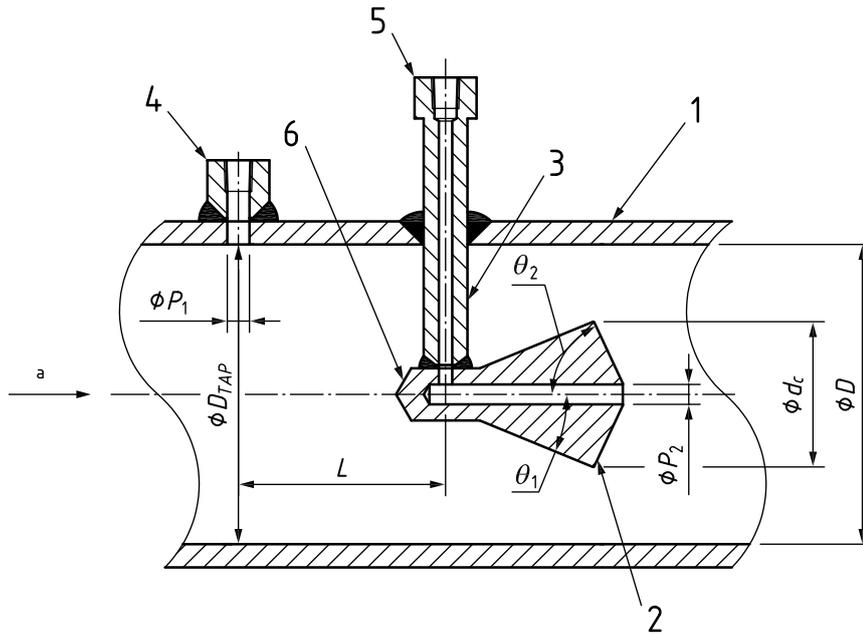
Les cônes de mesure non étalonnés peuvent être utilisés dans les conduites de diamètre compris entre 50 mm et 500 mm et avec $0,45 \leq \beta \leq 0,75$. Les cônes de mesure avec $\beta > 0,75$ doivent être étalonnés. Les cônes de mesure avec des valeurs de $\beta < 0,45$ ne sont normalement pas fabriqués.

Il existe des limites à la rugosité et au nombre de Reynolds qui doivent être traitées.

5.2 Forme générale

5.2.1 La [Figure 2](#) représente la section d'un cône de mesure passant par son axe. La [Figure 4](#) représente d'autres coupes à travers l'appareil de mesure afin de faciliter la métrologie du cône de mesure. Les lettres utilisées dans le texte renvoient aux repères correspondants sur la [Figure 2](#) et la [Figure 4](#).

Le cône de mesure est constitué d'un tronçon de conduite de diamètre D qui abrite le cône assemblé de diamètre d_c , la structure de support du cône et les prises pour le mesurage de la pression différentielle. Le cône assemblé est installé de sorte que son axe soit concentrique avec l'axe du tronçon de conduite, conformément à [5.2.13](#).



Légende

- 1 corps de la conduite
- 2 élément conique
- 3 bras de support
- 4 prise haute pression
- 5 prise basse pression
- 6 nez du cône
- a Sens d'écoulement.

iTeh STANDARD PREVIEW
(standards.iteh.ai)

ISO 5167-5:2022

NOTE $50 \text{ mm} \leq L \leq 2D$, comme défini en 5.4.7. <https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/1788bb89-e8f6-4502-806c-491883f7980a/iso-5167-5-2022>

Figure 2 — Profil géométrique d'un cône de mesure

5.2.2 La conception du nez du cône (à titre d'exemple, voir la [Figure 3](#)) peut être réalisée sous la forme d'un composant usiné ou à partir d'un coude. Le nez doit être en aval du plan passant par l'axe de la ou des prises de pression amont. Il est recommandé que le nez soit aussi court que possible.

Il convient de ne pas considérer comme exclusives les conceptions représentées à la [Figure 3](#).

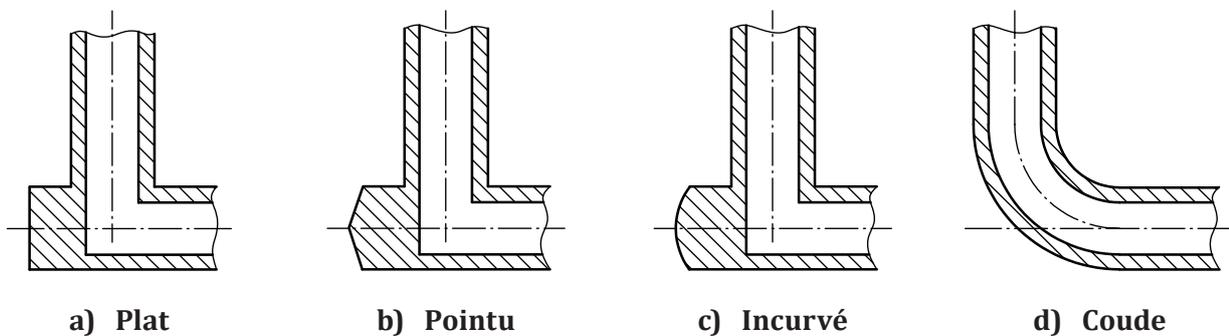
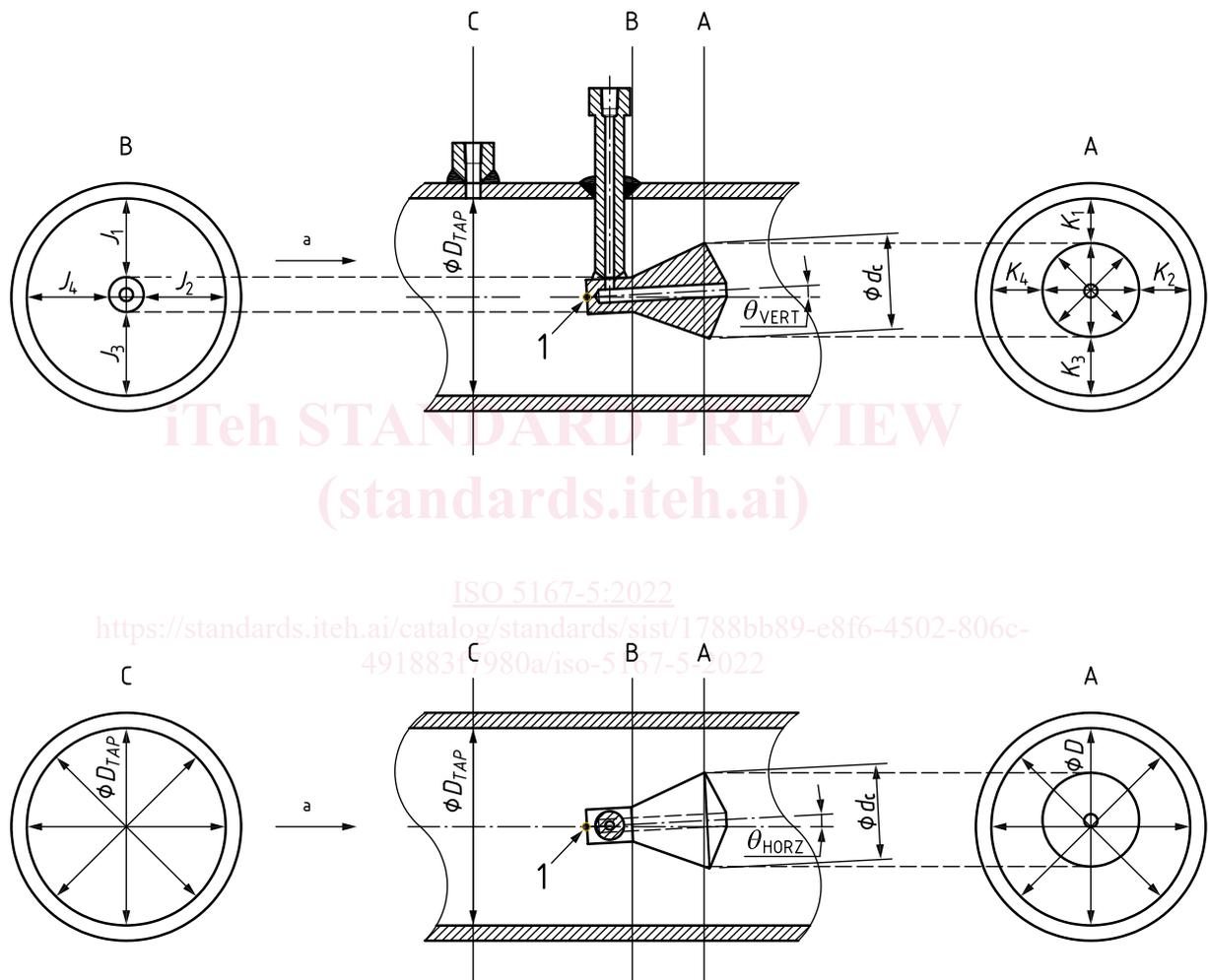


Figure 3 — Exemples de conceptions différentes du nez du cône

5.2.3 Le diamètre de la conduite, D , doit être mesuré dans le plan A de la Figure 4. Les mesurages doivent être au minimum au nombre de quatre et être équidistants sur la circonférence intérieure de la conduite. La moyenne arithmétique de ces mesures doit être prise comme valeur de D dans les calculs.

5.2.4 Le diamètre de la conduite doit également être mesuré dans le plan C de la Figure 4 (D_{TAP} sur la Figure 2). Il doit y avoir au moins autant de mesurages dans ce plan que de prises de pression (et quatre au minimum).

5.2.5 Aucun diamètre en un point quelconque entre le plan C et $1D$ en aval du plan A sur la Figure 4 ne doit différer du diamètre de la conduite, D , de plus de 1,0 %.



Légende

- 1 nez du cône
a Sens d'écoulement.

Figure 4 — Données de métrologie pour un cône de mesure

5.2.6 La surface intérieure du tronçon de conduite entre le plan C et le plan A sur la Figure 4 doit être propre et lisse, et il convient que le critère de rugosité, Ra , soit aussi faible que possible et inférieur à $10^{-3}D$.

5.2.7 Le cône assemblé doit généralement être composé d'un double tronc de cône circulaire (deux cônes tronqués joints à l'endroit où ils sont le plus large). Le tronc de cône amont doit former un