

INTERNATIONAL STANDARD NORME INTERNATIONALE



4006

INTERNATIONAL ORGANIZATION FOR STANDARDIZATION • МЕЖДУНАРОДНАЯ ОРГАНИЗАЦИЯ ПО СТАНДАРТИЗАЦИИ • ORGANISATION INTERNATIONALE DE NORMALISATION

Measurement of fluid flow in closed conduits — Vocabulary and symbols

First edition — 1977-09-15

Mesure de débit des fluides dans les conduites fermées — Vocabulaire et symboles

Première édition — 1977-09-15

UDC/CDU 532.57 : 001.4

Ref. No./Réf. n° : ISO 4006-1977 (E/F)

Descriptors : flow measurement, pipe flow, vocabulary, symbols/**Descripteurs** : mesurage de débit, écoulement en conduite fermée, vocabulaire, symbole.

Price based on 23 pages/Prix basé sur 23 pages

FOREWORD

ISO (the International Organization for Standardization) is a worldwide federation of national standards institutes (ISO member bodies). The work of developing International Standards is carried out through ISO technical committees. Every member body interested in a subject for which a technical committee has been set up has the right to be represented on that committee. International organizations, governmental and non-governmental, in liaison with ISO, also take part in the work.

Draft International Standards adopted by the technical committees are circulated to the member bodies for approval before their acceptance as International Standards by the ISO Council.

International Standard ISO 4006 was developed by Technical Committee ISO/TC 30, *Measurement of fluid flow in closed conduits*, and was circulated to the member bodies in March 1976.

It has been approved by the member bodies of the following countries :

Australia	Germany	Philippines
Belgium	Hungary	Portugal
Chile	India	Romania
Czechoslovakia	Israel	South Africa, Rep. of
Egypt, Arab Rep. of	Italy	Turkey
Finland	Korea, Rep. of	United Kingdom
France	Netherlands	Yugoslavia

No member body expressed disapproval of the document.

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 confiée aux comités techniques de l'ISO. Chaque comité membre intéressé par une étude a le droit de faire partie du comité technique correspondant. Les organisations internationales, gouvernementales et non gouvernementales, en liaison avec l'ISO, participent également aux travaux.

Les projets de Normes internationales adoptés par les comités techniques sont soumis aux comités membres pour approbation, avant leur acceptation comme Normes internationales par le Conseil de l'ISO.

La Norme internationale ISO 4006 a été élaborée par le comité technique ISO/TC 30, *Mesure de débit des fluides dans les conduites fermées*, et a été soumise aux comités membres en mars 1976.

Les comités membres des pays suivants l'ont approuvée :

Afrique du Sud, Rép. d'	Finlande	Philippines
Allemagne	France	Portugal
Australie	Hongrie	Roumanie
Belgique	Inde	Royaume-Uni
Chili	Israël	Tchécoslovaquie
Corée, Rép. de	Italie	Turquie
Égypte, Rép. arabe d'	Pays-Bas	Yougoslavie

Aucun comité membre ne l'a désapprouvée.

CONTENTS

	Page
0 Introduction	1
1 References	1
2 General terms	1
3 Differential pressure devices	3
4 Critical flow measurement	8
5 Velocity area methods	9
6 Tracer methods	10
7 Electromagnetic flowmeters	11
8 Weighing and volumetric methods	13
9 Water meters	14
Tables	
1 Symbols	15
2 Subscripts	16
Annex — Supplementary general terms	
A.1 Scope and field of application	17
A.2 Reference	17
A.3 Basic concepts	17
Indexes	
English	20
French	22

SOMMAIRE

	Page
0 Introduction	1
1 Références	1
2 Termes généraux	1
3 Appareils déprimogènes	3
4 Mesure de débit critique	8
5 Méthodes d'exploration du champ des vitesses	9
6 Méthodes par traceurs	10
7 Débitmètres électromagnétiques	11
8 Méthodes par pesée et par jaugeage volumétrique	13
9 Compteurs d'eau	14
Tableaux	
1 Symboles	15
2 Indices	16
Annexe — Termes généraux supplémentaires	
A.1 Objet et domaine d'application	17
A.2 Référence	17
A.3 Notions fondamentales	17
Index	
Anglais	20
Français	22

STANDARDSISO.COM : Click to view the full PDF of ISO 4006:1977

Measurement of fluid flow in closed conduits — Vocabulary and symbols

0 INTRODUCTION

In the preparation of this International Standard, the following two principles have been followed as far as possible :

- 1) to standardize suitable terms and symbols without perpetuating unsuitable ones merely because they have been used in the past;
- 2) to discard any term or symbol which is used with different meanings in different countries, or by different people, or even by the same people at different times; to replace it by a term or symbol which has an unequivocal meaning.

In addition, it has been found necessary to exclude terms which come under the following categories :

- a) those which are self-evident;
- b) those which are irrelevant, in particular those referring more specifically to flow in open channels (see ISO 772);
- c) those referring to methods of measurement which are not commonly used or accepted by ISO;
- d) those which refer to the analysis of the final measurement rather than to the methods of measurement.

1 REFERENCES

ISO 772, *Liquid flow measurement in open channels — Vocabulary and symbols*.¹⁾

ISO 5167, *Measurement of fluid flow by means of orifice plates, nozzles and venturi tubes inserted in circular cross-section conduits running full*.²⁾

2 GENERAL TERMS

2.1 flow-rate of a fluid through a cross-section of a conduit : The amount of fluid flowing through the cross-section of a conduit in unit time.

2.1.1 mass flow-rate through a cross-section of a conduit : The mass of fluid flowing through the cross-section of a conduit in unit time.

1) At present at the stage of draft. (Revision of ISO 772-1973.)

2) At present at the stage of draft. (Revision of ISO/R 541 and ISO/R 781.)

Mesure de débit des fluides dans les conduites fermées — Vocabulaire et symboles

0 INTRODUCTION

Au cours de l'élaboration de la présente Norme internationale, on s'est conformé, dans la mesure du possible, aux deux principes suivants :

- 1) normaliser des termes et symboles appropriés et ne pas conserver les termes inappropriés parce que ceux-ci ont été utilisés dans le passé;
- 2) éliminer tout terme ou symbole qui est utilisé avec diverses significations en différents pays, ou par différentes personnes, voire par les mêmes personnes à différentes époques; le remplacer par un terme ou symbole ayant une signification univoque.

De plus, il a été jugé nécessaire d'exclure les termes des catégories suivantes :

- a) ceux qui sont évidents par eux-mêmes;
- b) ceux qui ne s'appliquent pas aux présents travaux, en particulier ceux qui se rapportent plus précisément à l'écoulement en canaux découverts (voir ISO 772);
- c) ceux qui se rapportent à des méthodes de mesurage qui ne sont pas utilisées de façon courante ou acceptées par l'ISO;
- d) ceux qui se rapportent à l'analyse des mesures plutôt qu'aux méthodes de mesurage.

1 RÉFÉRENCES

ISO 772, *Mesure de débit des liquides dans les canaux découverts — Vocabulaire et symboles*.¹⁾

ISO 5167, *Mesure de débit des fluides au moyen de diaphragmes, tuyères et tubes de Venturi, insérés dans des conduites en charge de section circulaire*.²⁾

2 TERMES GÉNÉRAUX

2.1 débit d'un fluide à travers une section de conduite : Quantité de fluide traversant la section transversale d'une conduite par unité de temps.

2.1.1 débit-masse à travers une section de conduite : Masse de fluide traversant la section d'une conduite par unité de temps.

1) Actuellement au stade de projet. (Révision de l'ISO 772-1973.)

2) Actuellement au stade de projet. (Révision de l'ISO/R 541 et de l'ISO/R 781.)

2.1.2 volume flow-rate through a cross-section of a conduit : The volume of fluid flowing through the cross-section of a conduit in unit time at the conditions of pressure and temperature pertaining to that section.

2.2 flowmeter : A device for measuring the flow-rate.

2.3 primary device : A device which generates a signal enabling the flow-rate to be determined. According to the principle used, the primary device can be internal or external to the conduit (see 3.1 and 7.1 for example).

2.4 secondary device : A device which receives from the primary device a signal and displays, records, transforms and/or transmits it as a measure of the flow-rate.

2.5 straight length : A portion of a conduit whose axis is straight, and in which the cross-sectional area and cross-sectional shape are constant; the cross-sectional shape is usually circular but could be rectangular or annular.

2.6 irregularity (of a conduit) : Any element or configuration which makes the conduit different from a straight length.

2.7 fully-developed velocity distribution : A velocity distribution that does not change between two cross-sections of a flow. It is generally obtained at the end of a sufficient straight length of a conduit.

2.8 regular velocity distribution : The distribution of velocities which sufficiently approaches that established in a long straight length of the closed conduit to permit an accurate measurement of the flow-rate to be made.

2.9 flow straightener : General term used to describe various devices which have the following functions :

2.9.1 swirl remover : Device inserted in a conduit to eliminate or reduce circumferential velocity components which produce swirl.

2.9.2 profile regulator : Device inserted in a conduit to reduce the straight length required to achieve a regular velocity distribution.

NOTE — The difference between these two functions is not always clearly made in respect of particular flow straighteners, and indeed some devices may perform both functions to a greater or lesser extent.

2.10 steady flow : Flow in which the flow-rate through a measuring section does not vary significantly with time.

NOTE — The steady flows observed in conduits are in practice flows in which quantities such as velocity, pressure, mass density and temperature vary in time about mean values independent of time; these are actually "statistically steady flows".

2.1.2 débit-volume à travers une section de conduite : Volume de fluide traversant la section d'une conduite par unité de temps, le fluide étant considéré dans les conditions de température et de pression où il se trouve à son passage dans ladite section.

2.2 débitmètre : Instrument de mesurage du débit.

2.3 élément primaire : Dispositif engendrant un signal qui permet la détermination du débit. Suivant le principe utilisé, l'élément primaire peut être interne ou externe à la conduite (voir, par exemple, 3.1 et 7.1).

2.4 appareil secondaire : Dispositif qui recevant de l'élément primaire un signal, l'affiche, l'enregistre, le traite et/ou le transmet afin d'obtenir la valeur du débit.

2.5 longueur droite : Tronçon de conduite dont l'axe est rectiligne, et dont la surface et la forme de la section droite sont constantes; la forme de cette section est généralement circulaire, mais peut être rectangulaire ou annulaire.

2.6 singularité (d'une conduite) : Tout élément ou configuration qui fait que cette conduite n'est pas une longueur droite.

2.7 écoulement établi : Écoulement dans lequel la répartition des vitesses est invariable d'une section droite à l'autre d'un écoulement. Il est généralement obtenu à la sortie d'un tronçon rectiligne de conduite d'une longueur suffisante.

2.8 répartition régulière des vitesses : Répartition des vitesses s'approchant suffisamment de celle établie dans une grande longueur droite de conduite fermée pour permettre une mesure précise du débit.

2.9 tranquilliseur : Terme général utilisé pour désigner divers types de dispositifs répondant aux principes suivants :

2.9.1 dispositif antigiratoire : Dispositif inséré dans une conduite en vue d'éliminer, ou de réduire, les composantes circonférentielles de vitesse qui produisent une rotation de l'écoulement.

2.9.2 régularisateur de profil : Dispositif inséré dans une conduite afin de réduire la longueur droite nécessaire à l'obtention d'une répartition régulière des vitesses.

NOTE — Il n'y a pas toujours distinction nette entre ces deux types de tranquilliseurs, et certains dispositifs peuvent jouer plus ou moins les deux rôles.

2.10 écoulement permanent : Écoulement pour lequel le débit dans une section de mesurage ne varie pas de façon notable dans le temps.

NOTE — Les écoulements permanents observés dans les conduites sont, en pratique, des écoulements pour lesquels les grandeurs telles que vitesse, pression, masse volumique et température varient dans le temps autour de valeurs moyennes indépendantes du temps; ce sont, en fait, des «écoulements permanents en moyenne».

2.11 pulsating flow of mean constant flow-rate : Flow in which the flow-rate in a measuring section is a function of time but has a constant mean value when averaged over a sufficiently long period of time.

NOTE — Two types of pulsating flow are found :

- periodic pulsating flow;
- fluctuating (random) pulsating flow.

2.12 unsteady flow : Flow which may be laminar or turbulent, in which the flow-rate in a measuring section fluctuates randomly with time.

NOTE — The time interval being considered is to be long enough to exclude from this definition the random components of the turbulent flow itself.

2.13 hydraulic radius : The quotient of the wetted cross-sectional area and the wetted perimeter.

NOTE — For a circular conduit running full, the hydraulic radius is half the radius of the conduit.

2.14 pressure loss (caused by a primary device) : The irrecoverable pressure loss caused by the presence of a primary device in the conduit.

2.15 working temperature : The static temperature of the fluid immediately upstream of the primary device.

2.16 working pressure : The static pressure of the fluid immediately upstream of the primary device.

3 DIFFERENTIAL PRESSURE DEVICES

Device inserted in a conduit to create a pressure difference whose measurement, together with a knowledge of the fluid conditions and of the geometry of the device and the conduit, enables the flow-rate to be calculated (see 3.7, 3.8 and 3.9).

3.1 primary device (of a differential pressure device) : Differential pressure device with its pressure tapings.

3.2 orifice (or throat) : Opening of minimum cross-sectional area in a primary device.

3.3 diameter ratio (of a primary device used in a given conduit) : The diameter of the orifice (or throat) of the primary device divided by the diameter of the conduit, upstream of the primary device.

3.4 pressure tapings (pressure taps)

3.4.1 wall (pressure) tapping : Annular or circular hole drilled in the wall of a conduit in such a way that, its edge is flush with the internal surface of the conduit, the tapping being such that the pressure within the hole is the static pressure at that point in the conduit.

2.11 écoulement pulsatoire de débit moyen constant : Écoulement pour lequel le débit dans une section de mesure est une fonction du temps, mais dont la valeur moyenne prise dans un intervalle de temps suffisamment long est constante.

NOTE — Il existe deux types d'écoulement pulsatoire :

- l'écoulement pulsatoire périodique;
- l'écoulement pulsatoire fluctuant (aléatoire).

2.12 écoulement non permanent : Écoulement, laminaire ou turbulent, pour lequel le débit dans une section de mesure fluctue d'une manière aléatoire dans le temps.

NOTE — L'intervalle de temps considéré doit être suffisamment long pour exclure de cette définition les composantes aléatoires de l'écoulement turbulent.

2.13 rayon hydraulique : Quotient de l'aire de la section mouillée par le périmètre mouillé.

NOTE — Le rayon hydraulique d'une conduite en charge de section circulaire est égal à la moitié de son rayon géométrique.

2.14 perte de pression (créée par un élément primaire) : Perte de pression non récupérable créée par la présence d'un élément primaire dans la conduite.

2.15 température de service : Température statique du fluide dans la conduite, immédiatement en amont de l'élément primaire.

2.16 pression de service : Pression (statique) du fluide dans la conduite, immédiatement en amont de l'élément primaire.

3 APPAREILS DÉPRIMOGENES

Dispositif installé dans une conduite pour créer une différence de pression dont la mesure, jointe à la connaissance de l'état du fluide et des caractéristiques géométriques du dispositif, permet de calculer la valeur du débit (voir 3.7, 3.8 et 3.9).

3.1 élément primaire : Appareil déprimogène associé à ses prises de pression.

3.2 orifice ou col : Ouverture d'aire minimale de l'élément primaire.

3.3 rapport des diamètres (d'un élément primaire utilisé dans une conduite donnée) : Quotient du diamètre de l'orifice (ou du col) de l'élément primaire par le diamètre intérieur de la conduite, en amont de cet élément primaire.

3.4 prises de pression

3.4.1 prise de pression à la paroi : Orifice (circulaire ou annulaire) aménagé dans la paroi d'une conduite, dont le bord est arasé à la paroi interne de cette conduite, la prise étant réalisée de manière que la pression agissante corresponde à la pression régnant dans la conduite, au niveau de cet orifice.

3.4.2 corner (pressure) tappings : Wall pressure tappings drilled on either side of an orifice plate or nozzle with the spacing between the axes of the pressure tappings and the respective faces of the plate or nozzle equal to half the diameter of the tappings themselves, so that the tapping holes break through the conduit wall flush with the faces of the plate or nozzle.

3.4.3 flange (pressure tappings) : Wall pressure tappings drilled on either side of an orifice plate with their axes being 25 mm from the upstream and downstream faces of the plate respectively.

3.4.4 vena contracta (pressure) tappings : Wall pressure tappings drilled on either side of an orifice plate, the upstream tapping being located at a distance of $1 D$ (D being the internal diameter of the conduit) from the upstream face of the plate, and the downstream tapping being in the cross-section of minimum static pressure and therefore at a distance downstream of the upstream face of the plate which varies with the diameter ratio.

3.4.5 D and $D/2$ (pressure) tappings : Wall pressure tappings drilled on either side of an orifice plate, the upstream and downstream tappings being respectively located at a distance of $1 D$ and $0,5 D$ from the upstream.

3.5 piezometer ring : A pressure equalisation enclosure linking together two or more pressure tappings installed on one cross-section, and to which a secondary device can be connected.

It can either lie outside or be integral with the conduit or the primary device.

3.4.2 prises de pression dans les angles : Prises de pression à la paroi percées de chaque côté d'un diaphragme ou d'une tuyère, dont l'éloignement des axes par rapport à chacune des faces du diaphragme ou de la tuyère est égal au demi-diamètre ou à la demi-largeur des orifices eux-mêmes (les orifices des prises de pression débouchent donc au ras des faces du diaphragme ou de la tuyère).

3.4.3 prises de pression à la bride : Prises de pression à la paroi percées de chaque côté d'un diaphragme, dont les axes sont respectivement écartés de 25 mm des faces amont et aval du diaphragme.

3.4.4 prises de pression vena contracta : Prises de pression à la paroi percées de chaque côté d'un diaphragme, la prise amont étant située à une distance de $1 D$ (D étant le diamètre intérieur de la conduite) de la face amont du diaphragme, la prise aval étant située dans la section où la pression est minimale et donc à une distance de la face amont variant avec le rapport des diamètres.

3.4.5 prises de pression à D et $D/2$: Prises de pression à la paroi percées de chaque côté d'un diaphragme, les prises amont et aval étant respectivement situées à une distance de $1 D$ et de $0,5 D$ de la face amont du diaphragme.

3.5 bague piézométrique : Enceinte d'équilibrage de pression reliant deux prises de pression ou plus situées dans une même section et à laquelle un appareil secondaire peut être relié.

Elle peut être extérieure ou faire partie intégrante de la tuyauterie ou de l'élément primaire.

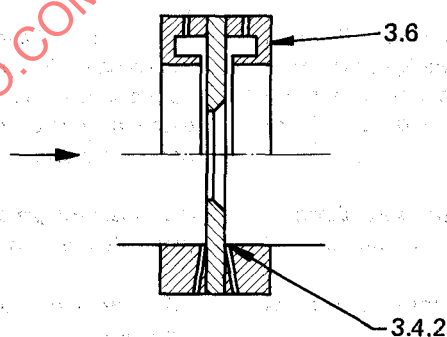


FIGURE 1 — Piezometer ring

FIGURE 1 — Bague piézométrique

3.6 annular chamber : Piezometer ring integral with the conduit or the primary device. This implies the use of annular pressure tappings.

3.7 orifice plate : A plate having a hole through it conforming to certain specifications.

3.6 chambre annulaire : Bague piézométrique faisant partie intégrante de la tuyauterie ou de l'élément primaire. Elle suppose l'emploi de prises de pression annulaires.

3.7 diaphragme : Plaque percée d'un orifice répondant à certaines spécifications.

3.7.1 square edged thin orifice plate : Plate the thickness of which is small compared with the diameter of the measuring conduit, the orifice of which is circular, concentric with the conduit axis and sharp and square on the upstream edge. The profile is defined precisely in ISO 5167.

NOTE — For measuring flow-rate in either direction, a symmetrical orifice plate can be used for which the two edges comply with the characteristics of the upstream edge and for which the overall thickness of the plate does not exceed that of the orifice.

3.7.2 eccentric orifice plate : Thin orifice plate, the orifice of which is eccentric to the conduit axis.

3.7.3 segmental orifice plate : Thin orifice plate the orifice of which has the shape of a segment of a circle.

3.7.4 conical entrance orifice plate : Orifice plate for which the junction of the upstream face and the orifice has the shape of a straight circular truncated cone.

3.7.5 quarter circle orifice plate (quadrant edge orifice plate) : Orifice plate for which the junction of the upstream face and the orifice has the profile of a quarter circle.

3.7.1 diaphragme en mince paroi à arêtes vives : Plaque dont l'épaisseur est faible relativement au diamètre de la conduite de mesure, dont l'orifice est circulaire, centré sur l'axe de la conduite, et présente une arête amont formant un dièdre rectangle et à bord vif (le profil exact est spécifié dans l'ISO 5167).

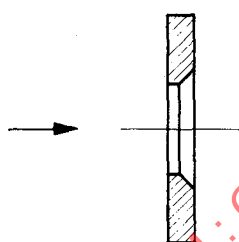
NOTE — Pour mesurer un débit dans n'importe quelle direction, on peut utiliser un diaphragme symétrique dont les deux arêtes répondent aux caractéristiques de l'arête d'entrée et dont l'épaisseur de la plaque ne dépasse pas l'épaisseur à l'orifice.

3.7.2 diaphragme excentré : Diaphragme en mince paroi dont l'orifice est excentré par rapport à l'axe de la conduite.

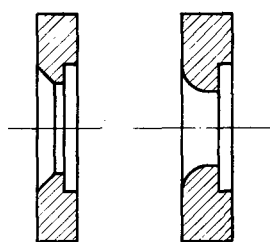
3.7.3 diaphragme segmentaire : Diaphragme en mince paroi dont l'orifice a la forme d'un segment de cercle.

3.7.4 diaphragme à entrée conique : Diaphragme dont le raccordement, entre la face amont et l'orifice, a la forme d'un tronc de cône circulaire droit.

3.7.5 diaphragme à entrée en quart de cercle : Diaphragme dont le raccordement, entre la face amont et l'orifice, a la forme d'un quart d'anneau circulaire.

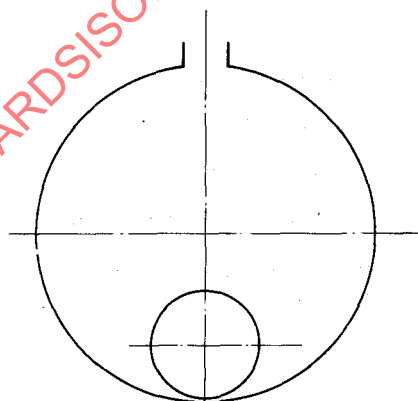


3.7.1

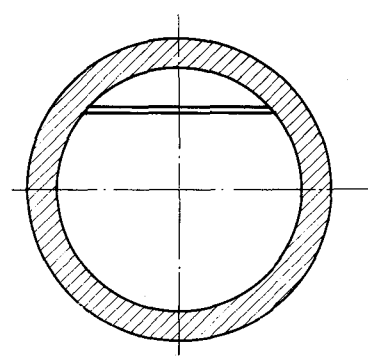


3.7.4

3.7.5



3.7.2



3.7.3

FIGURE 2 — Orifice plates

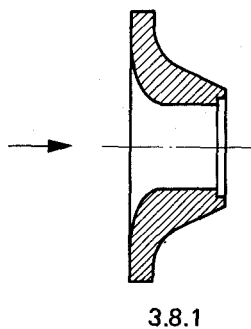
FIGURE 2 — Diaphragmes

3.8 nozzle : Convergent device having a curved profile without discontinuities which may blend into a cylindrical throat.

3.8.1 ISA 1932 nozzle : Nozzle the upstream face of which consists of a flat surface perpendicular to the axis, a convergent section defined by two arcs of circumference, a cylindrical throat and a recess.

ISA 1932 nozzles always have corner pressure tapings. The profile is defined precisely in ISO 5167.

3.8.2 long radius nozzle : Nozzle the upstream face of which consists of a flat surface perpendicular to the axis, a convergent section whose shape is a quarter ellipse, a cylindrical throat and possibly a recess or a bevel. The profile is defined precisely in ISO 5167.



3.8.1

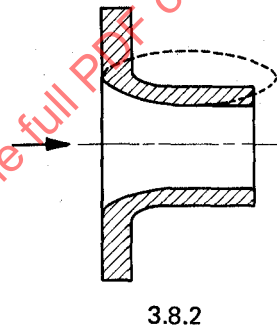
FIGURE 3 — Nozzles

3.8 tuyère : Dispositif convergent ayant un profil continu sans point anguleux et pouvant être terminé par un col cylindrique.

3.8.1 tuyère ISA 1932 : Tuyère dont la face amont est constituée par une partie plane d'entrée, perpendiculaire à l'axe, un convergent défini par deux arcs de circonférence, un col cylindrique et un chambrage.

Les tuyères ISA 1932 doivent toujours avoir des prises de pression dans les angles (le profil exact est spécifié dans l'ISO 5167).

3.8.2 tuyère à long rayon : Tuyère dont la face amont est constituée par une partie plane d'entrée, perpendiculaire à l'axe, un convergent en forme de quart d'ellipse, un col cylindrique et, éventuellement, un chambrage ou un chanfrein (le profil exact est spécifié dans l'ISO 5167).



3.8.2

FIGURE 3 — Tuyères

3.9 venturi tube : Device consisting of

- a) an entrance cylinder;
- b) a convergence (converging section);
- c) a throat (cylindrical portion);
- d) a divergence (diffuser or expanding section).

3.9 tube de Venturi : Dispositif constitué par

- a) un cylindre d'entrée;
- b) un convergent;
- c) un col (partie cylindrique);
- d) un divergent qui est tronconique pour les types normaux.

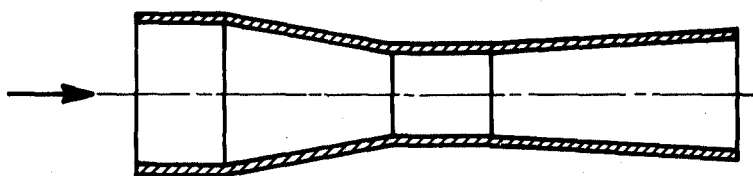


FIGURE 4 — Classical venturi tube

FIGURE 4 — Tube de Venturi classique

3.9.1 classical venturi tube : Venturi tube the convergent portion of which is conical.

The pressure tapings are located in the entrance cylinder and in the throat. The profile is defined in ISO 5167.

3.9.2 venturi nozzle : Venturi tube the convergent portion of which is a nozzle. The profile is defined precisely in ISO 5167.

3.9.3 truncated venturi tube : Venturi tube for which the outlet diameter of the diffuser is less than the diameter of the conduit in which it is inserted.

3.10 differential pressure : The pressure difference generated by the primary device, when there is no difference in datum level between the upstream and downstream pressure tapings.

3.11 differential pressure ratio : The differential pressure divided by the absolute pressure at the centre of the cross-section of the conduit containing the upstream tapping.

3.12 acoustic ratio : The differential pressure ratio divided by the isentropic exponent (compressible fluid).

3.13 velocity of approach factor : Coefficient given by the formula

$$E = (1 - \beta^4)^{-1/2} = \frac{D^2}{\sqrt{D^4 - d^4}}$$

where

β is the diameter ratio $\frac{d}{D}$;

D is the upstream internal diameter of the conduit;

d is the diameter of the primary device orifice or throat.

3.14 flow coefficient : Coefficient given in the case of a flow of fluid considered as incompressible by the formula

$$\alpha = \frac{q_m}{\frac{\pi}{4} d^2 \sqrt{2 \Delta p \rho_1}}$$

where

q_m is the mass flow-rate;

d is the diameter of the primary device;

Δp is the differential pressure;

ρ_1 is the mass density of the fluid upstream of the device.

3.9.1 tube de Venturi classique : Tube de Venturi dont la partie convergente est tronconique.

Les prises de pression sont situées dans le cylindre d'entrée et au col (le profil exact est spécifié dans l'ISO 5167).

3.9.2 venturi-tuyère : Tube de Venturi dont la partie convergente est constituée par une tuyère (le profil exact est spécifié dans l'ISO 5167).

3.9.3 tube de Venturi tronqué : Tube de Venturi dont le diamètre de sortie du divergent est inférieur au diamètre de la conduite dans lequel il est inséré.

3.10 pression différentielle : Différence de pression créée par un élément primaire lorsqu'il n'y a pas de différence d'altitude entre ses prises de pression, amont et aval.

3.11 pression différentielle relative : Quotient de la pression différentielle par la pression (absolue) existant à l'altitude du centre de la section droite de la conduite dont le plan contient l'axe de la prise de pression amont.

3.12 rapport acoustique : Quotient de la pression différentielle relative par l'exposant isentropique (fluides compressibles).

3.13 coefficient de vitesse d'approche : Coefficient défini par la formule

$$E = (1 - \beta^4)^{-1/2} = \frac{D^2}{\sqrt{D^4 - d^4}}$$

où

β est le rapport des diamètres $\frac{d}{D}$;

D est le diamètre intérieur de la conduite en amont de l'écoulement primaire;

d est le diamètre de l'orifice ou du col de l'élément primaire.

3.14 coefficient de débit : Coefficient défini, dans le cas d'un écoulement de fluide isochore (considéré comme incompressible), par la formule

$$\alpha = \frac{q_m}{\frac{\pi}{4} d^2 \sqrt{2 \Delta p \rho_1}}$$

où

q_m est le débit-masse;

d est le diamètre de l'orifice ou du col de l'élément primaire;

Δp est la pression différentielle;

ρ_1 est la masse volumique du fluide dans les conditions amont.

3.15 discharge coefficient : Coefficient given by the formula

$$C = \frac{\alpha}{E}$$

3.16 expansibility (expansion) factor (in the case of a flow of compressible fluid) : Coefficient given by the formula

$$\epsilon = \frac{q_m}{\frac{\pi}{4} \alpha d^2 \sqrt{2 \Delta p \rho_1}}$$

4 CRITICAL FLOW MEASUREMENT

A method whereby a critical flow is created through a suitable primary differential pressure device (fluid at sonic velocity in the throat). Orifice plates cannot be used for this method.

A knowledge of the fluid conditions upstream of the primary device and of the geometric characteristics of the device and the conduit suffice for the calculation of the flow-rate which is not affected by the downstream conditions.

4.1 critical flow : A flow through a suitable differential pressure device such that the ratio of the downstream to upstream absolute pressures is less than a critical value below which the mass flow-rate remains constant when the upstream fluid conditions (density and velocity distribution) are unchanged.

4.2 sonic nozzle or sonic venturi-nozzle : A nozzle whose geometrical configuration is such that the flow-rate is measured in a critical condition.

4.2.1 sonic venturi nozzle — type Smith and Matz : A device consisting of a circular profile convergent and a conical divergent.

3.15 coefficient de décharge : Coefficient défini par la formule

$$C = \frac{\alpha}{E}$$

3.16 coefficient de détente (dans le cas d'un écoulement de fluide compressible) : Coefficient défini par la formule

$$\epsilon = \frac{q_m}{\frac{\pi}{4} \alpha d^2 \sqrt{2 \Delta p \rho_1}}$$

4 MESURE DE DÉBIT CRITIQUE

Méthode selon laquelle on crée un écoulement critique à l'aide d'un appareil déprimogène approprié (vitesse sonique au col). Les diaphragmes ne peuvent être utilisés dans cette méthode.

La connaissance de l'état du fluide à l'amont de l'élément primaire et les caractéristiques géométriques de celui-ci ainsi que de la conduite suffisent pour déterminer le débit qui n'est pas influencé par les conditions aval.

4.1 écoulement critique : Écoulement dans un appareil déprimogène approprié, tel que le rapport des pressions aval et amont soit inférieur à une valeur critique en deçà de laquelle le débit-masse reste constant lorsqu'on maintient fixes les conditions amont du fluide (état et champ des vitesses).

4.2 tuyère sonique ou venturi-tuyère sonique : Tuyère dont la configuration géométrique est conçue pour permettre le mesurage du débit en écoulement critique.

4.2.1 venturi-tuyère à col sonique — type Smith et Matz : Dispositif constitué par un convergent de profil circulaire et un divergent tronconique.

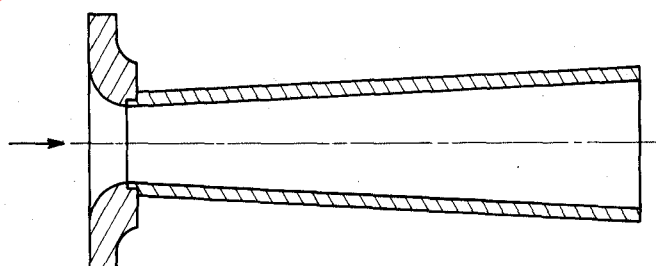


FIGURE 5 — Sonic venturi nozzle — type Smith and Matz

FIGURE 5 — Venturi-tuyère à col sonique — type Smith et Matz

4.2.2 sonic venturi nozzle — type LMEF : A device consisting of a circular profile convergent, a cylindrical throat and a conical divergent.

4.2.2 venturi-tuyère à col sonique — type LMEF : Dispositif constitué par un convergent de profil circulaire, un col cylindrique et un divergent tronconique.

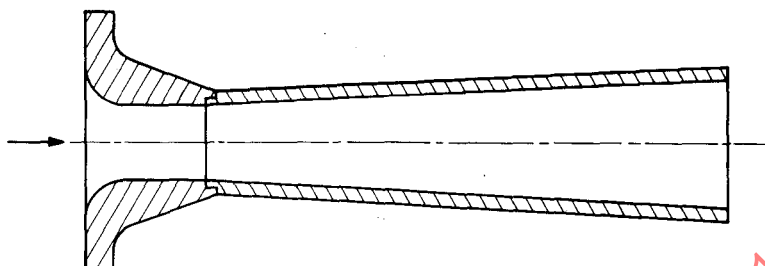


FIGURE 6 — Sonic venturi nozzle — type LMEF

FIGURE 6 — Venturi-tuyère à col sonique — type LMEF

5 VELOCITY AREA METHODS

Methods which enable the flow-rate to be deduced from the measurement of local fluid velocities at a cross section of the conduit by integration of the velocity distribution over that section.

5 MÉTHODES D'EXPLORATION DU CHAMP DES VITESSES

Méthodes qui, à partir du relevé des vitesses locales de l'écoulement, permettent la déduction du débit par intégration du champ des vitesses dans la section de mesurage.

5.1 discharge velocity : The volume flow-rate (the integral over a cross-section of the conduit of the axial components of the local fluid velocities) divided by the area of the cross-section.

5.1 vitesse débitante : Rapport du débit-volume (intégrale dans la section de mesurage de la composante axiale des vitesses locales) à l'aide de la section de mesurage.

5.2 dimensionless velocity (relative velocity) : The ratio of the flow velocity at a given point to a reference velocity measured at the same time which may be the velocity at a particular point (for example the centre-line velocity) or the discharge velocity.

5.2 vitesse adimensionnelle (vitesse relative) : Rapport de la vitesse de l'écoulement au point considéré à une vitesse de référence mesurée au même moment, celle-ci pouvant être soit la vitesse en un point particulier (par exemple au centre d'une conduite circulaire), soit la vitesse débitante.

5.3 peripheral flow : The flow-rate of fluid in the area between the conduit wall and the contour defined by the velocity measuring points which are the closest to the wall.

5.3 débit pariétal : Débit qui s'écoule dans la zone située entre la paroi de la conduite et le contour défini par les points de mesurage de la vitesse le plus proches de la paroi.

5.4 current-meter : A device provided with a rotor, the rotational frequency of which is a function of the local velocity of the surrounding fluid and the size of which is small by comparison with the size of the conduit.

5.4 moulinet : Appareil muni d'un rotor dont la fréquence de rotation est fonction de la vitesse locale du fluide dans lequel il est immergé et dont les dimensions sont petites par rapport à celles de la conduite.

5.5 propeller-type current-meter : A current-meter, the rotor of which is a propeller rotating around an axis approximately parallel to the flow.

5.5 moulinet à hélice : Moulinet dont le rotor est constitué par une hélice tournant autour d'un axe sensiblement parallèle à l'écoulement.

5.6 spin test (of a current-meter) : A test in which the rotor of a current-meter is spun either with the fingers or by blowing into its axis to check that it rotates freely and uniformly.

5.6 essai de rotation (d'un moulinet) : Essai au cours duquel on fait tourner le rotor d'un moulinet soit avec les doigts, soit en soufflant dans l'axe de l'hélice pour vérifier que sa rotation est libre et régulière.

5.7 Pitot tube : A tubular device inserted in a flowing fluid, consisting of a cylindrical head attached perpendicularly to a stem. It is provided with one or more pressure tapping holes.

5.7 tube de Pitot : Appareil tubulaire immergé dans un fluide en écoulement et constitué par une antenne cylindrique attachée perpendiculairement à une hampe. Il est muni d'un ou de plusieurs orifices de prise de pression.

5.7.1 Pitot static tube : Pitot tube provided with static pressure tapping holes drilled uniformly around the circumference of the head on one or more cross-sections, and with a total pressure hole facing the flow direction at the tip of the axi-symmetric nose of the head.

NOTE — When there is no possibility of confusion, the expression "Pitot tube" without further precision may be used to designate a "Pitot static tube".

5.7.2 total pressure Pitot tube : Pitot tube provided only with a total pressure tapping hole.

NOTE — A total pressure Pitot tube is generally associated with a separate static pressure tapping located on the conduit wall.

5.8 static pressure tapping : Set of holes in a Pitot tube positioned so as to measure the static pressure of the fluid.

Also, a tapping or tappings, drilled on the conduit wall, so as to measure the static pressure of the fluid.

5.9 total pressure tapping : Hole in a Pitot tube enabling the measurement of the stagnation pressure of the fluid.

5.10 differential pressure (of a Pitot tube) : Difference between the pressures measured at the total and static pressure tappings of a Pitot static tube or between those measured at the pressure tapping of a total pressure Pitot tube and at a conduit wall pressure tapping.

5.11 stationary rake : Set of local velocity sensors mounted on one or more fixed rods and which explore simultaneously the whole measuring cross-section.

6 TRACER METHODS

Methods of measuring the flow-rate which involve the injection and detection of a tracer (for example, chemical or radio-active substance) in the flow.

6.1 dilution methods : Methods in which the flow-rate is deduced from the determination of the ratio of the concentrations of the tracer at the point of injection and at the sampling cross-section (see also 6.4).

6.1.1 constant rate injection method : A method of measuring the flow-rate in which a tracer of known concentration is injected at a constant and known flow-rate at one cross-section and its dilution is measured at another cross-section downstream where adequate mixing has taken place.

5.7.1 tube de Pitot double : Tube de Pitot muni d'orifices de prise de pression statique percés uniformément autour de la circonférence de l'antenne sur une ou plusieurs sections de celle-ci, et d'un orifice de prise de pression totale situé face au sens de l'écoulement, au bout du nez axi-symétrique de l'antenne appelé «étrave».

NOTE — Quand il n'existe aucun risque de confusion, l'expression «tube de Pitot» peut être utilisée sans autre précision pour désigner un «tube de Pitot double».

5.7.2 tube de Pitot simple : Tube de Pitot muni uniquement d'un orifice de prise de pression totale.

NOTE — Un tube de Pitot simple est généralement associé à une prise de pression statique séparée, sur la paroi de la conduite.

5.8 prise de pression statique : Ensemble des orifices d'un tube de Pitot destinés à mesurer la pression (statique) du fluide.

Également, prise de pression, percée sur la paroi de la conduite, destinée à mesurer la pression (statique) du fluide.

5.9 prise de pression totale : Orifice d'un tube de Pitot destiné à mesurer la pression d'arrêt du fluide.

5.10 pression différentielle (d'un tube de Pitot) : Différence entre les pressions mesurées aux prises de pression totale et statique d'un tube de Pitot double ou entre celles mesurées à la prise de pression d'un tube de Pitot simple et à une prise de pression à la paroi de la conduite.

5.11 batterie fixe : Ensemble d'instruments de mesure de vitesse locale montés sur un ou plusieurs supports fixes et explorant simultanément toute la section de mesure.

6 MÉTHODES PAR TRACEURS

Méthodes de mesure du débit faisant appel à l'injection et à la détection d'un traceur (par exemple, substance chimique ou radioactive) dans l'écoulement.

6.1 méthodes de dilution : Méthodes selon lesquelles le débit est déduit de la détermination du rapport des concentrations du traceur au point d'injection et dans la section d'échantillonnage (voir également 6.4).

6.1.1 méthode d'injection à débit constant : Méthode de mesure du débit selon laquelle un traceur de concentration connue est injecté à débit constant et connu dans une section de la conduite et sa dilution est mesurée dans une autre section située à l'aval où un mélange adéquat a été réalisé.

6.1.2 integration method : A method of measuring the flow-rate in which a known quantity of a tracer is injected over a short time at one cross-section and its dilution is measured at another cross-section sufficiently far downstream for adequate mixing to have taken place, the measuring period being long enough to allow all the tracer to pass that cross-section so that the mean concentration of tracer during the sampling time can be determined.

6.2 transit time method : Method in which the flow-rate is deduced from the measurement of the time taken by the tracer to flow between two measuring cross-sections.

6.3 concentration : Mass of tracer per unit volume or unit mass of fluid.

6.4 dilution ratio : The ratio of the concentration of tracer in the injected solution to that in the sampling cross-section.

6.5 injection cross-section (station) : The conduit cross-section in which the tracer is injected for the purposes of the measurement.

6.6 sampling cross-section (station) : A cross-section of the conduit, lying downstream of the injection cross-section at which samples are taken or in which concentration is directly measured.

6.7 measuring section : A length of conduit between two measurement cross-sections or between an injection and a measurement cross-section.

6.8 mixing length : The minimum distance downstream of the injection cross-section beyond which the injected solution is sufficiently distributed over a cross-section to enable the flow-rate to be measured to the accuracy required.

6.9 time of passage of the tracer cloud : The time which elapses between the detection of the first and last particles of a tracer cloud passing through a given cross-section.

6.10 counting rate (for a radioactive tracer) : The number of impulses per unit time.

7 ELECTROMAGNETIC FLOWMETERS

7.1 electromagnetic flowmeter : A flowmeter which creates a magnetic field perpendicular to the flow so enabling the flow-rate to be deduced from the induced electromotive force (emf) produced by the motion of a conducting fluid in the magnetic field. The electromagnetic flowmeter consists of a primary device and a secondary device.

6.1.2 méthode d'intégration : Méthode de mesurage du débit selon laquelle une quantité connue de traceur est injectée rapidement dans une section de la conduite et sa dilution est mesurée dans une autre section suffisamment éloignée en aval pour qu'un mélange adéquat ait été réalisé; le temps de mesurage est assez long pour que tout le traceur ait pu franchir cette section de sorte que sa concentration moyenne pendant l'échantillonnage puisse être déterminée.

6.2 méthode du temps de transit : Méthode selon laquelle le débit est déduit de la mesure du temps de parcours du traceur entre deux sections de mesurage.

6.3 concentration : Masse de traceur par unité de volume ou de masse du fluide.

6.4 rapport de dilution : Rapport de la concentration en traceur de la solution injectée à celle dans la section d'échantillonnage.

6.5 section d'injection : Section de la conduite dans laquelle le traceur est injecté en vue du mesurage.

6.6 section d'échantillonnage : Section de la conduite, située en aval de la section d'injection, dans laquelle sont pris les échantillons ou dans laquelle la concentration est mesurée directement.

On l'appelle «section de prélèvement» lorsqu'il y a effectivement prélèvement d'échantillon.

6.7 tronçon de mesurage : Partie de la conduite comprise entre deux sections de mesurage ou entre une section d'injection et une section de mesurage.

6.8 longueur de bon mélange : Distance minimale en aval de la section d'injection après laquelle la solution injectée est suffisamment répartie dans toute la section pour permettre le mesurage du débit avec la précision recherchée.

6.9 temps de passage d'un nuage de traceur : Temps s'écoulant entre le passage, dans une section donnée, des premières et des dernières particules détectables d'un nuage de traceur.

6.10 taux de comptage : Pour un traceur radioactif, nombre d'impulsions par unité de temps.

7 DÉBITMÈTRES ÉLECTROMAGNÉTIQUES

7.1 débitmètre électromagnétique : Appareil, créant un champ magnétique perpendiculaire à l'écoulement, qui permet de déduire le débit à partir de la force électromotrice induite (fem) produite par le déplacement du fluide conducteur dans le champ magnétique. Un débitmètre électromagnétique comprend un élément primaire et un élément secondaire.

7.1.1 primary device : This device contains the following elements: an electrically insulated meter tube through which the conductive fluid to be metered flows, a pair of diametrically opposed meter electrodes across which the signal generated in the fluid is measured, and an electromagnet for producing a magnetic field in the meter tube. The primary device develops a signal proportional to the flow-rate and in some cases the reference signal.

7.1.2 secondary device : This equipment contains the circuitry which extracts the flow signal from the electrode signal and converts it to a standard output signal directly proportional to flow-rate. This equipment may or may not be mounted on the primary device.

7.2 meter tube : The pipe section of the primary device through which the fluid to be measured flows; its inner surface is electrically insulated.

7.3 meter electrodes : The two contacts by means of which the induced voltage is detected.

7.4 magnetic field : The magnetic flux generated by the electromagnet in the primary device which passes through the meter tube and through the fluid.

7.5 electrode signal : The total potential difference between the electrodes consisting of the flow signal and signals not related to flow such as in-phase, quadrature and common mode.

7.5.1 flow signal : That part of the electrode signal which is proportional to flow-rate, magnetic field strength and depends upon geometry of meter tube and of electrodes.

7.5.2 in-phase voltage : That part of the electrode signal in phase with the flow signal but which does not vary with flow-rate.

7.5.3 quadrature voltage : That part of the electrode signal which is 90° out of phase with the flow signal.

7.5.4 common mode voltage : The voltage which exists equally between each electrode and a reference potential.

7.5.5 reference signal : The signal proportional to magnetic flux of the primary device which is compared in the secondary device with the flow signal.

7.6 output signal : The output from the secondary device which is proportional to flow-rate.

7.1.1 élément primaire : Ensemble comprenant les éléments suivants: un tube de mesure, isolé électriquement, à travers lequel s'écoule le fluide conducteur à mesurer, une paire d'électrodes de mesure diamétralement opposées servant à mesurer le signal engendré dans le fluide et un électro-aimant pour produire un champ magnétique dans le tube de mesure. L'élément primaire produit un signal proportionnel au débit, et, dans certains cas, le signal de référence.

7.1.2 élément secondaire : Ensemble contenant les éléments qui extraient le signal de débit du signal des électrodes et le convertissent en un signal de sortie normalisé directement proportionnel au débit. Cet ensemble peut être ou non monté sur l'élément primaire.

7.2 tube de mesure : Partie du tube de l'élément primaire à travers laquelle le fluide à mesurer s'écoule; sa surface intérieure est isolée électriquement.

7.3 électrodes de mesure : Deux plots à l'aide desquels on détecte la tension induite.

7.4 champ magnétique : Flux magnétique produit par l'électro-aimant dans l'élément primaire et qui traverse le tube de mesure et le fluide.

7.5 signal d'électrode : Différence de potentiel totale entre les électrodes comprenant le signal de débit et des signaux parasites tels que signaux de mode série, en quadrature et de mode commun.

7.5.1 signal de débit : Partie du signal d'électrode proportionnelle au débit, à l'intensité du champ magnétique et dépendant de la géométrie du tube de mesure et des électrodes.

7.5.2 signal en phase : Partie du signal d'électrode, en phase avec le signal de débit, mais ne variant pas avec le débit.

7.5.3 signal en quadrature : Partie du signal d'électrode qui est décalée de 90° par rapport au signal de débit.

7.5.4 tension en mode commun : Tension apparaissant de façon égale aux deux bornes d'entrée par rapport à un potentiel de référence.

7.5.5 signal de référence : Signal proportionnel à l'intensité du champ magnétique de l'élément primaire et qui est comparé dans l'élément secondaire au signal de débit.

7.6 signal de sortie : Signal de sortie de l'élément secondaire qui est proportionnel au débit.

7.7 calibration factor of the primary device : The number which enables the flow signal to be related to the flow-rate under defined reference conditions for a given value of the reference signal.

NOTE — In some cases, the value of the reference signal may not necessarily be given by the manufacturer.

7.8 full scale flow-rate : The flow-rate corresponding to the maximum output signal.

8 WEIGHING AND VOLUMETRIC METHODS

8.1 weighing method : Method of measurement, suitable only for liquids, in which the flow is directed either intermittently or continuously into a weigh-tank on the scale of a weighing machine. The flow-rate is obtained by measuring the mass of liquid which is collected in a measured time.

8.1.1 static weighing : Method in which the net mass of liquid collected is deduced from tare and gross weighings made respectively before the flow is diverted into the weighing tank and after it is diverted to the by-pass.

8.1.2 dynamic weighing : Method in which the net mass of liquid collected is deduced from weighing made while fluid flow is directed into the weighing tank. (A diverter is not required with this method.)

8.2 volumetric method : Method of measurement, principally used for liquids, in which the flow is directed during a certain time into a calibrated volumetric tank (see 7.5), the capacity of which is known as a function of the level to which the tank is filled.

8.3 diverter : A device which diverts the flow either to the weigh tank (or volumetric tank) or to its by-pass without disturbing the flow-rate in the circuit; its motion should be very rapid or if not should conform to a known law.

8.4 constant level tank : A tank, the level of liquid in which is controlled for example by a weir, the length of which shall be as long as possible to ensure stable flow conditions in the circuit being supplied with liquid.

8.5 volumetric tank : A tank, which when filled with a given liquid and at a known temperature, has a capacity which is accurately related by a separate calibration to the liquid level in the tank.

8.6 buoyancy correction : The correction to be made to the readings of a weighing machine to take account of the difference between the upward thrust exerted by the atmosphere on the liquid being weighed and that exerted on the reference masses used during the calibration of the weighing machine.

7.7 facteur d'étalonnage de l'élément primaire : Rapport entre le signal de débit et le débit, dans des conditions de référence définies pour une valeur donnée du signal de référence.

NOTE — Dans certains cas, la valeur du signal de référence n'est pas forcément donnée par le constructeur.

7.8 débit à pleine échelle : Débit correspondant au signal de sortie maximal.

8 MÉTHODES PAR PESÉE ET PAR JAUGEAGE VOLUMÉTRIQUE

8.1 méthode par pesée : Méthode de mesurage, applicable seulement aux liquides, selon laquelle l'écoulement est dirigé, soit de façon intermittente, soit de façon continue, dans le plateau d'une bascule. Le débit est obtenu en mesurant la masse de liquide écoulé en un certain temps.

8.1.1 pesée statique : Méthode selon laquelle la masse nette du liquide écoulé est déduite de la pesée de la tare et de la masse brute, ces mesures étant faites respectivement avant la déviation de l'écoulement vers la bascule et après sa déviation vers le circuit de contournement.

8.1.2 pesée dynamique : Méthode selon laquelle la masse nette du liquide écoulé est déduite de pesées faites pendant que le liquide s'écoule dans la bascule. (Avec cette méthode, un partiteur n'est pas nécessaire.)

8.2 jaugeage volumétrique : Méthode de mesurage, utilisée principalement pour les liquides, selon laquelle l'écoulement est dirigé durant un certain temps vers un réservoir étalonné (capacité jaugée — voir 7.5) dont on connaît la capacité en fonction du niveau de remplissage.

8.3 partiteur : Dispositif qui oriente l'écoulement soit vers la bascule (ou le réservoir volumétrique), soit vers un circuit de contournement, sans perturber le débit dans le circuit; son mouvement doit être très rapide ou, sinon, s'effectuer suivant une loi connue.

8.4 bac à niveau constant : Réservoir où le niveau est réglé, par exemple, par une arête déversante aussi longue que possible, afin d'assurer un régime stable dans le circuit qu'il alimente.

8.5 capacité jaugée : Réservoir dont le volume est relié avec précision au niveau du liquide selon une méthode d'étalonnage indépendante, lorsqu'il est rempli d'un liquide donné à une température connue.

8.6 correction de poussée aérostatique : Correction à apporter aux indications d'une bascule pour tenir compte de la différence de poussée exercée par l'atmosphère sur le liquide pesé et sur les poids de référence utilisés lors de l'étalonnage de la bascule.

9 WATER METERS

An integrating measuring device which continuously determines the volume of water flowing through the device using either a direct mechanical process by means of mobile wall volumetric chambers or the influence of water velocity on a moving device : turbine, propeller, etc.

9.1 water meter flow-rate : The quotient of the water volume flowing through the meter divided by the time of transit of this volume.

9.2 volume output : The volume of water flowing through the meter.

9.3 maximum flow-rate : The highest flow-rate at which the meter is required to operate in a satisfactory manner for a short period of time without deterioration.

9.4 nominal flow-rate : Half the maximum flow-rate. Its numerical value, expressed in cubic metres per hour, is used for the purpose of designating the meter.

The meter must function satisfactorily at the nominal flow-rate with normal usage, either continuously or intermittently.

9.5 minimum flow-rate : The flow-rate above which any meter shall remain within the maximum permissible error limits. It is determined as a function of the nominal flow-rate.

9.6 flow-rate range : The range of flow-rates bounded by the minimum and maximum flow-rates. This range is separated into two zones called lower and upper zones, each characterised by a different maximum permissible error.

9.7 transitional flow-rate : The flow-rate value at which the maximum permissible error of the meter changes.

9.8 reversible meter : A meter which may be operated in a direction contrary to the normal direction of flow while complying with the maximum permissible error limits.

9 COMPTEURS D'EAU

Appareil mesureur intégrateur déterminant de façon continue le volume de l'eau qui le traverse en utilisant soit un procédé mécanique direct faisant intervenir des chambres volumétriques à parois mobiles, soit l'effet de la vitesse de l'eau sur un organe mobile tel que, par exemple, turbine, hélice, etc.

9.1 débit d'un compteur d'eau : Quotient du volume d'eau, passé dans le compteur, par le temps de passage de ce volume.

9.2 volume débité : Volume d'eau qui est passé dans le compteur.

9.3 débit maximal : Débit le plus élevé auquel le compteur doit pouvoir fonctionner, de manière satisfaisante sans détérioration, pendant de courtes durées.

9.4 débit nominal : Moitié du débit maximal. Exprimé en mètres cubes par heure, le débit nominal sert à désigner le compteur.

Au débit nominal, le compteur doit pouvoir fonctionner de manière satisfaisante en utilisation normale, c'est-à-dire en régime permanent ou intermittent.

9.5 débit minimal : Débit à partir duquel tout compteur doit respecter les erreurs maximales admissibles. Il est fixé en fonction du débit nominal.

9.6 étendue de la charge : Étendue délimitée par le débit minimal et le débit maximal. Cette étendue est partagée en deux zones dites inférieure et supérieure, caractérisées chacune par une valeur différente de l'erreur maximale admissible.

9.7 débit de transition : Débit auquel l'erreur maximale admissible du compteur change de valeur.

9.8 compteur réversible : Compteur pouvant fonctionner en sens inverse du sens normal d'écoulement, en respectant les erreurs maximales admissibles.

TABLE 1 — Symbols
TABLEAU 1 — Symboles

Reference number	Quantity	Grandeur	Symbol	Dimensions*	Corresponding SI unit
Numéro de référence			Symbole		Unité SI correspondante
3.15	Discharge coefficient, $C = \frac{\alpha}{E}$	Coefficient de décharge, $C = \frac{\alpha}{E}$	C	**	
6.3	Concentration of the tracer	Concentration d'un traceur	c	ML^{-3} ***	kg/m ³
	Specific heat capacity at constant pressure	Chaleur massique à pression constante	c_p	$L^2 T^{-2} \Theta^{-1}$	J/(K·kg)
	Specific heat capacity at constant volume	Chaleur massique à volume constant	c_v	$L^2 T^{-2} \Theta^{-1}$	J/(K·kg)
	Orifice diameter or throat of primary element at operating conditions or diameter of the head of a Pitot tube	Diamètre de l'orifice ou du col de l'élément primaire dans les conditions d'emploi, ou diamètre de l'antenne du tube de Pitot	d	L	m
	Diameter, under operating conditions : — of the circular cross-section of the conduit — of the measuring conduit upstream of an orifice plate or nozzle — of the inlet cylinder of a classical venturi tube	Diamètre dans les conditions de service — de la section de mesurage circulaire de la conduite — de la conduite de mesurage en amont d'un diaphragme ou d'une tuyère — du cylindre d'entrée d'un tube de Venturi classique	D	L	m
3.13	Velocity of approach factor, $E = (1 - \beta^4)^{-1/2}$	Coefficient de vitesse d'approche, $E = (1 - \beta^4)^{-1/2}$	E	**	
	Acceleration of free fall	Accélération due à la pesanteur	g	LT^{-2}	m/s ²
	Equivalent uniform roughness	Rugosité uniforme équivalente	k	L	m
	Length	Longueur	l	L	m
A.3.5	Mach number	Nombre de Mach	Ma (or/ou M)	**	
6.4	Dilution rate (or ratio)	Rapport de dilution	N	**	
A.3.8	Absolute static pressure of the fluid	Pression (statique) absolue du fluide	p	$ML^{-1} T^{-2}$	Pa
2.1.1	Mass flow-rate	Débit-masse	q_m	MT^{-1}	kg/s
2.1.2	Volume flow-rate	Débit-volume	q_v	$L^3 T^{-1}$	m ³ /s
	Radius	Rayon	R	L	m
A.3.4	Reynolds number of upstream conduit referred to D or d	Nombre de Reynolds de la conduite amont rapporté à D ou d	Re_D Re_d	**	
2.13	Hydraulic radius	Rayon hydraulique	R_h	L	m
	Fluid absolute temperature	Température absolue du fluide	T	Θ	K
5.1	Discharge viscosity	Vitesse débitante	U	LT^{-1}	m/s
	Local velocity of the fluid	Vitesse locale du fluide	v	LT^{-1}	m/s
3.11	Differential pressure ratio, $x = \frac{\Delta p}{p_1}$	Pression différentielle relative, $x = \frac{\Delta p}{p_1}$	x	**	
3.12	Acoustic ratio, $X = \frac{x}{\kappa}$	Rapport acoustique, $X = \frac{x}{\kappa}$	X	**	
A.3.13	Compressibility factor	Facteur de compressibilité	Z	**	
3.14	Flow coefficient	Coefficient de débit	α	**	
A.3.9	Kinetic energy coefficient	Coefficient d'énergie cinétique	α	**	

• M = Mass L = length T = time Θ = temperature

** Dimensionless quantity.

*** The concentration can also be expressed as dimensionless.

• M = Masse L = longueur T = temps Θ = température

** Grandeur adimensionnelle.

*** La concentration peut également être exprimée comme une grandeur adimensionnelle.

TABLE 1 (concluded)
TABLEAU 1 (fin)

Reference number	Quantity	Grandeur	Symbol	Dimensions*	Corresponding SI unit
Numéro de référence			Symbole		Unité SI correspondante
3.3	Diameter ratio $\beta = \frac{d}{D}$	Rapport des diamètres, $\beta = \frac{d}{D}$	β	**	
A.3.6	Ratio of the specific heat capacities, $\gamma = \frac{c_p}{c_v}$	Rapport des chaleurs massiques, $\gamma = \frac{c_p}{c_v}$	γ	**	
3.10	Differential pressure	Pression différentielle	Δp	$ML^{-1}T^{-2}$	Pa
5.10	Expansibility (expansion) factor	Coefficient de détente	ϵ	**	
3.16	Dynamic viscosity of the fluid	Viscosité dynamique du fluide	μ (or/ou η)	$ML^{-1}T^{-1}$	Pa·s
	Fluid temperature in degrees Celsius	Température du fluide selon l'échelle Celsius	θ	Θ	°C
A.3.7	Isentropic exponent	Exposant isentropique	κ	**	
	Kinematic viscosity of the fluid, $\nu = \frac{\mu}{\rho}$	Viscosité cinématique du fluide, $\nu = \frac{\mu}{\rho}$	ν	L^2T^{-1}	m ² /s
	Mass density of the fluid	Masse volumique du fluide	ρ	ML^{-3}	kg/m ³
	Pressures ratio, $\tau = \frac{p_2}{p_1} = 1 - x$	Rapport des pressions, $\tau = \frac{p_2}{p_1} = 1 - x$	τ	**	
	Included angle of the divergent	Angle au sommet du divergent	φ		rad

* M = Mass L = length T = time Θ = temperature * M = Masse L = longueur T = temps Θ = température
** Dimensionless quantity. ** Grandeur adimensionnelle.

TABLE 2 – Subscripts
TABLEAU 2 – Indices

Qualifying	Symbol	Qualificatif
	Symbole	
Upstream	1	Amont
Downstream	2	Aval
Effective	e	Effectif
Maximum	max	Maximal
Minimum	min	Minimal
Nominal	n	Nominal
Transition	t	De transition

ANNEX

SUPPLEMENTARY GENERAL TERMS

A.1 SCOPE AND FIELD OF APPLICATION

This annex recalls definitions of general terms used in the field of flow measurement but the use of which is not directly related to this application.

It gives definitions retained within other ISO technical committees.

A.2 REFERENCE

ISO 31 (Basic quantities and SI units).

A.3 BASIC CONCEPTS

A.3.1 laminar flow : Flow under conditions where forces due to viscosity are significant in comparison to the forces due to inertia.

NOTE — Laminar flow may be unsteady but is completely free from turbulent mixing. Poiseuille flow is an example of steady laminar flow in a circular pipe.

A.3.2 turbulent flow : Flow under conditions where forces due to viscosity are small in comparison to the forces due to inertia.

NOTE — Turbulent flow is a flow in which irregular (random) velocity fluctuations in time and space are superimposed on the main flow.

A.3.3 transition flow : Flow lying between a laminar flow and a turbulent flow.

NOTE — As a guide, the Reynolds number for the transition flow of a Newtonian fluid, when referred to the conduit diameter, is generally between a lower limit of 2 000 and upper limit which varies between 7 000 and 12 000 according to the conduit roughness and other factors.

A.3.4 Reynolds number : A dimensionless parameter expressing the ratio between the inertia and viscous forces. It is given by the formula

$$Re = \frac{Ul}{\nu}$$

where

U is the average spatial fluid velocity;

l is a characteristic dimension of the system in which the flow occurs;

ν is the kinematic viscosity of the fluid.

NOTE — When specifying a Reynolds number, one should indicate the characteristic dimension on which it has been based (for example diameter of the conduit, diameter of the differential pressure device, diameter of a Pitot tube head, etc.).

ANNEXE

TERMES GÉNÉRAUX SUPPLÉMENTAIRES

A.1 OBJET ET DOMAINE D'APPLICATION

La présente annexe rappelle des définitions de termes généraux utilisés dans le cadre de mesures de débit, mais dont l'emploi n'est pas spécifique à cette application.

Elle reprend les définitions retenues par ailleurs au sein d'autres comités techniques de l'ISO.

A.2 RÉFÉRENCE

ISO 31 [Grandeurs et unités de base du Système international d'unités (unités SI)].

A.3 NOTIONS FONDAMENTALES

A.3.1 écoulement laminaire : Écoulement dans lequel les forces de viscosité sont prépondérantes par rapport aux forces d'inertie.

NOTE — Un écoulement laminaire peut être non permanent mais est toujours exempt de turbulence. L'écoulement de Poiseuille est un exemple d'écoulement laminaire permanent dans une conduite circulaire.

A.3.2 écoulement turbulent : Écoulement dans lequel les forces d'inertie sont prépondérantes par rapport aux forces de viscosité.

NOTE — Un écoulement turbulent est un écoulement dans lequel les fluctuations aléatoires de la vitesse, dans l'espace et dans le temps, sont superposées à l'écoulement moyen.

A.3.3 écoulement de transition : Écoulement intermédiaire entre un écoulement laminaire et un écoulement turbulent.

NOTE — À titre indicatif, pour un fluide newtonien, dans un écoulement de transition, le nombre de Reynolds rapporté au diamètre de la conduite est généralement compris entre une limite inférieure de 2 000 et une limite supérieure qui varie entre 7 000 et 12 000 suivant la rugosité de la conduite et d'autres facteurs.

A.3.4 nombre de Reynolds : Paramètre adimensionnel exprimant le rapport entre les forces d'inertie et les forces de viscosité. Il est défini par la formule

$$Re = \frac{Ul}{\nu}$$

où

U est la vitesse moyenne spatiale de l'écoulement;

l est une longueur caractéristique du système dans lequel se fait l'écoulement;

ν est la viscosité cinématique du fluide.

NOTE — Lorsqu'on spécifie un nombre de Reynolds, il faut faire suivre ces mots de l'indication de la dimension caractéristique sur laquelle il est fondé (par exemple diamètre de la conduite, diamètre d'orifice d'un appareil déprimogène, diamètre de l'antenne d'un tube de Pitot, etc.).

A.3.5 Mach number : The ratio of the mean fluid velocity to the velocity of sound in the fluid at the considered temperature and pressure.

A.3.6 ratio of the specific heat capacities : The ratio of the specific heat capacity at constant pressure to the specific heat capacity at constant volume.

It varies in general whenever the gas temperature and/or pressure vary.

A.3.7 isentropic exponent : Ratio of the relative variation of pressure to the corresponding relative variation of mass density under elementary reversible adiabatic (isentropic) transformation conditions. For an ideal gas, the isentropic exponent is equal to the ratio of the specific heat capacity at constant pressure to the specific heat capacity at constant volume, this ratio being considered as constant in the chosen integration interval.

A.3.8 static pressure : Pressure measured in a fluid in such a way that the velocity of this fluid has no effect on the measurement.

A.3.9 dynamic pressure : For an element of fluid in a conduit, the dynamic pressure is the increase in pressure above the static pressure which would result from the complete isentropic transformation of the kinetic energy of the fluid into pressure energy. It is equal to the product $1/2 \rho v^2$, where ρ is the fluid mass density and v is the velocity of the element of fluid.

The mean dynamic pressure in a cross-section of a straight flow is equal to the ratio of the power which flows through the cross-section in a kinetic energy form to the volume flow-rate. It can be expressed by the formula $\alpha \times 1/2 \rho U^2$ where U is the discharge velocity in the cross-section and where the kinetic energy coefficient α is equal to $\frac{1}{S} \iint_S \left(\frac{v}{U}\right)^3 dS$, dS being a surface element and S the total area of the cross-section. (In the flow usually occurring in practical installations, α may vary between approximately 1 and 1,2.)

A.3.10 stagnation pressure : Sum of the static pressure and the dynamic pressure. It characterizes the state of the fluid when its flow energy is completely transformed into pressure. For an element of fluid at rest, the static pressure and the stagnation pressure have the same numerical value.

A.3.11 effective pressure : The difference between the local absolute pressure of the fluid and the atmospheric pressure at the place and time of the measurement.

A.3.12 total pressure : The sum of the effective pressure and of the dynamic pressure. For an element of fluid at rest, the effective pressure and the total pressure have the same numerical value.

A.3.5 nombre de Mach : Rapport de la vitesse moyenne du fluide à la célérité du son dans ce fluide, à la température et à la pression considérées.

A.3.6 rapport des chaleurs massiques : Rapport de la chaleur massique à pression constante et de la chaleur massique à volume constant.

Il varie en général quand la température et/ou la pression du gaz varient.

A.3.7 exposant isentropique : Rapport de la variation relative de la pression à la variation relative de la masse volumique qui lui correspond dans une transformation adiabatique réversible (isentropique) élémentaire. Pour un gaz parfait, l'exposant isentropique est égal au rapport de la chaleur massique à pression constante à la chaleur massique à volume constant, ce rapport étant considéré comme constant dans l'intervalle d'intégration choisi.

A.3.8 pression (pression statique) : Pression mesurée dans un fluide, de sorte que la vitesse de ce dernier n'ait aucune influence sur la mesure.

A.3.9 pression dynamique : Pour un filet fluide, la pression dynamique est l'augmentation de pression au-dessus de la pression statique qui résulterait de la transformation isentropique complète de l'énergie cinétique du fluide en énergie de pression. La pression dynamique locale est égale au produit $1/2 \rho v^2$, où ρ est la masse volumique du fluide et v la vitesse locale de l'écoulement.

La pression dynamique moyenne dans la section droite d'un écoulement rectiligne est égale au quotient de la puissance qui traverse la section sous forme cinétique par le débit-volume. Elle peut s'écrire sous la forme $\alpha \times 1/2 \rho U^2$, où U est la vitesse débitante dans la section et α le coefficient d'énergie cinétique égal à $\frac{1}{S} \iint_S \left(\frac{v}{U}\right)^3 dS$, dS étant un élément de surface et S la surface totale de la section de l'écoulement. (Dans les écoulements habituellement rencontrés dans les installations industrielles, α peut varier de 1 à 1,2 environ.)

A.3.10 pression d'arrêt : Somme de la pression (statique) et de la pression dynamique. Elle caractérise l'état du fluide lorsque son énergie d'écoulement est transformée intégralement en pression. Dans un élément du fluide au repos, la pression (statique) et la pression d'arrêt sont numériquement égales.

A.3.11 pression effective : Différence entre la pression locale (absolue) du fluide et la pression atmosphérique du lieu considéré au moment du mesurage.

A.3.12 pression totale : Somme de la pression effective et de la pression dynamique. Dans un élément du fluide au repos, la pression effective et la pression totale sont numériquement égales.