

**NORME
INTERNATIONALE
INTERNATIONAL
STANDARD**

**CEI
IEC**

60534-2-3

Deuxième édition
Second edition
1997-12

**Vannes de régulation
des processus industriels –**

**Partie 2-3:
Capacité d'écoulement – Procédures d'essai**

Industrial-process control valves –

**Part 2-3:
Flow capacity – Test procedures**



Numéro de référence
Reference number
CEI/IEC 60534-2-3: 1997

Numéros des publications

Depuis le 1er janvier 1997, les publications de la CEI sont numérotées à partir de 60000.

Publications consolidées

Les versions consolidées de certaines publications de la CEI incorporant les amendements sont disponibles. Par exemple, les numéros d'édition 1.0, 1.1 et 1.2 indiquent respectivement la publication de base, la publication de base incorporant l'amendement 1, et la publication de base incorporant les amendements 1 et 2.

Validité de la présente publication

Le contenu technique des publications de la CEI est constamment revu par la CEI afin qu'il reflète l'état actuel de la technique.

Des renseignements relatifs à la date de reconfirmation de la publication sont disponibles dans le Catalogue de la CEI.

Les renseignements relatifs à ces révisions, à l'établissement des éditions révisées et aux amendements peuvent être obtenus auprès des Comités nationaux de la CEI et dans les documents ci-dessous:

- **Bulletin de la CEI**
- **Annuaire de la CEI**
Accès en ligne*
- **Catalogue des publications de la CEI**
Publié annuellement et mis à jour régulièrement (Accès en ligne)*

Terminologie, symboles graphiques et littéraux

En ce qui concerne la terminologie générale, le lecteur se reportera à la CEI 60050: *Vocabulaire Electrotechnique International* (VEI).

Pour les symboles graphiques, les symboles littéraux et les signes d'usage général approuvés par la CEI, le lecteur consultera la CEI 60027: *Symboles littéraux à utiliser en électrotechnique*, la CEI 60417: *Symboles graphiques utilisables sur le matériel. Index, relevé et compilation des feuilles individuelles*, et la CEI 60617: *Symboles graphiques pour schémas*.

Publications de la CEI établies par le même comité d'études

L'attention du lecteur est attirée sur les listes figurant à la fin de cette publication, qui énumèrent les publications de la CEI préparées par le comité d'études qui a établi la présente publication.

* Voir adresse «site web» sur la page de titre.

Numbering

As from 1 January 1997 all IEC publications are issued with a designation in the 60000 series.

Consolidated publications

Consolidated versions of some IEC publications including amendments are available. For example, edition numbers 1.0, 1.1 and 1.2 refer, respectively, to the base publication, the base publication incorporating amendment 1 and the base publication incorporating amendments 1 and 2.

Validity of this publication

The technical content of IEC publications is kept under constant review by the IEC, thus ensuring that the content reflects current technology.

Information relating to the date of the reconfirmation of the publication is available in the IEC catalogue.

Information on the revision work, the issue of revised editions and amendments may be obtained from IEC National Committees and from the following IEC sources:

- **IEC Bulletin**
- **IEC Yearbook**
On-line access*
- **Catalogue of IEC publications**
Published yearly with regular updates (On-line access)*

Terminology, graphical and letter symbols

For general terminology, readers are referred to IEC 60050: *International Electrotechnical Vocabulary* (IEV).

For graphical symbols, and letter symbols and signs approved by the IEC for general use, readers are referred to publications IEC 60027: *Letter symbols to be used in electrical technology*, IEC 60417: *Graphical symbols for use on equipment. Index, survey and compilation of the single sheets* and IEC 60617: *Graphical symbols for diagrams*.

IEC publications prepared by the same technical committee

The attention of readers is drawn to the end pages of this publication which list the IEC publications issued by the technical committee which has prepared the present publication.

* See web site address on title page.

**NORME
INTERNATIONALE
INTERNATIONAL
STANDARD**

**CEI
IEC**

60534-2-3

Deuxième édition
Second edition
1997-12

**Vannes de régulation
des processus industriels –**

**Partie 2-3:
Capacité d'écoulement – Procédures d'essai**

Industrial-process control valves –

**Part 2-3:
Flow capacity – Test procedures**

© IEC 1997 Droits de reproduction réservés — Copyright - all rights reserved

Aucune partie de cette publication ne peut être reproduite ni utilisée sous quelque forme que ce soit et par aucun procédé, électronique ou mécanique, y compris la photocopie et les microfilms, sans l'accord écrit de l'éditeur.

No part of this publication may be reproduced or utilized in any form or by any means, electronic or mechanical, including photocopying and microfilm, without permission in writing from the publisher.

International Electrotechnical Commission
Telefax: +41 22 919 0300

3, rue de Varembe Geneva, Switzerland
e-mail: inmail@iec.ch IEC web site <http://www.iec.ch>



Commission Electrotechnique Internationale
International Electrotechnical Commission
Международная Электротехническая Комиссия

CODE PRIX
PRICE CODE

T

Pour prix, voir catalogue en vigueur
For price, see current catalogue

SOMMAIRE

	Pages
AVANT-PROPOS	4
Articles	
1 Domaine d'application	6
2 Références normatives	6
3 Définitions	8
4 Nomenclature	8
5 Système d'essai.....	10
6 Précision des essais	18
7 Fluides d'essai.....	18
8 Procédure d'essai pour les fluides incompressibles	20
9 Procédure d'évaluation des données pour les fluides incompressibles.....	26
10 Procédure d'essai pour les fluides compressibles.....	32
11 Procédure d'évaluation des données pour les fluides compressibles.....	40
Annexe A – Exemples types de spécimens à essayer montrant les emplacements appropriés des prises de pression.....	46

CONTENTS

	Page
FOREWORD	5
Clause	
1 Scope	7
2 Normative references	7
3 Definitions	9
4 Symbols	9
5 Test system	11
6 Accuracy of tests	19
7 Test fluids	19
8 Test procedure for incompressible fluids	21
9 Data evaluation procedure for incompressible fluids	27
10 Test procedure for compressible fluids	33
11 Data evaluation procedure for compressible fluids	41
Annex A – Typical examples of test specimens showing appropriate pressure tap locations	47

COMMISSION ÉLECTROTECHNIQUE INTERNATIONALE

VANNES DE RÉGULATION DES PROCESSUS INDUSTRIELS –

Partie 2-3: Capacité d'écoulement – Procédures d'essai

AVANT-PROPOS

- 1) La CEI (Commission Electrotechnique Internationale) est une organisation mondiale de normalisation composée de l'ensemble des comités électrotechniques nationaux (Comités nationaux de la CEI). La CEI a pour objet de favoriser la coopération internationale pour toutes les questions de normalisation dans les domaines de l'électricité et de l'électronique. A cet effet, la CEI, entre autres activités, publie des Normes Internationales. Leur élaboration est confiée à des comités d'études, aux travaux desquels tout Comité national intéressé par le sujet traité peut participer. Les organisations internationales, gouvernementales et non gouvernementales, en liaison avec la CEI, participent également aux travaux. La CEI collabore étroitement avec l'Organisation Internationale de Normalisation (ISO), selon des conditions fixées par accord entre les deux organisations.
- 2) Les décisions ou accords officiels de la CEI concernant les questions techniques, représentent, dans la mesure du possible un accord international sur les sujets étudiés, étant donné que les Comités nationaux intéressés sont représentés dans chaque comité d'études.
- 3) Les documents produits se présentent sous la forme de recommandations internationales. Ils sont publiés comme normes, rapports techniques ou guides et agréés comme tels par les Comités nationaux.
- 4) Dans le but d'encourager l'unification internationale, les Comités nationaux de la CEI s'engagent à appliquer de façon transparente, dans toute la mesure possible, les Normes Internationales de la CEI dans leurs normes nationales et régionales. Toute divergence entre la norme de la CEI et la norme nationale ou régionale correspondante doit être indiquée en termes clairs dans cette dernière.
- 5) La CEI n'a fixé aucune procédure concernant le marquage comme indication d'approbation et sa responsabilité n'est pas engagée quand un matériel est déclaré conforme à l'une de ses normes.
- 6) L'attention est attirée sur le fait que certains des éléments de la présente Norme internationale peuvent faire l'objet de droits de propriété intellectuelle ou de droits analogues. La CEI ne saurait être tenue pour responsable de ne pas avoir identifié de tels droits de propriété et de ne pas avoir signalé leur existence.

La Norme internationale CEI 60534-2-3 a été établie par le sous-comité 65B: Dispositifs, du comité d'études 65 de la CEI: Mesure et commande dans les processus industriels.

Cette deuxième édition annule et remplace la première édition parue en 1983, dont elle constitue une révision technique.

Le texte de cette norme est issu des documents suivants:

FDIS	Rapport de vote
65B/319/FDIS	65B/329/RVD

Le rapport de vote indiqué dans le tableau ci-dessus donne toute information sur le vote ayant abouti à l'approbation de cette norme.

L'annexe A fait partie intégrante de cette norme.

INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION

INDUSTRIAL-PROCESS CONTROL VALVES –

Part 2-3: Flow capacity – Test procedures

FOREWORD

- 1) The IEC (International Electrotechnical Commission) is a worldwide organization for standardization comprising all national electrotechnical committees (IEC National Committees). The object of the IEC is to promote international co-operation on all questions concerning standardization in the electrical and electronic fields. To this end and in addition to other activities, the IEC publishes International Standards. Their preparation is entrusted to technical committees; any IEC National Committee interested in the subject dealt with may participate in this preparatory work. International, governmental and non-governmental organizations liaising with the IEC also participate in this preparation. The IEC collaborates closely with the International Organization for Standardization (ISO) in accordance with conditions determined by agreement between the two organizations.
- 2) The formal decisions or agreements of the IEC on technical matters express, as nearly as possible, an international consensus of opinion on the relevant subjects since each technical committee has representation from all interested National Committees.
- 3) The documents produced have the form of recommendations for international use and are published in the form of standards, technical reports or guides and they are accepted by the National Committees in that sense.
- 4) In order to promote international unification, IEC National Committees undertake to apply IEC International Standards transparently to the maximum extent possible in their national and regional standards. Any divergence between the IEC Standard and the corresponding national or regional standard shall be clearly indicated in the latter.
- 5) The IEC provides no marking procedure to indicate its approval and cannot be rendered responsible for any equipment declared to be in conformity with one of its standards.
- 6) Attention is drawn to the possibility that some of the elements of this International Standard may be the subject of patent rights. The IEC shall not be held responsible for identifying any or all such patent rights.

International Standard IEC 60534-2-3 has been prepared by subcommittee 65B: Devices, of IEC technical committee 65: Industrial-process measurement and control.

The second edition cancels and replaces the first edition published in 1983, of which it constitutes a technical revision.

The text of this standard is based on the following documents:

FDIS	Report on voting
65B/319/FDIS	65B/329/RVD

Full information on the voting for the approval of this standard can be found in the report on voting indicated in the above table.

Annex A forms an integral part of this standard.

VANNES DE RÉGULATION DES PROCESSUS INDUSTRIELS –

Partie 2-3: Capacité d'écoulement – Procédures d'essai

1 Domaine d'application

La présente section de la CEI 60534-2 est applicable aux vannes de régulation des processus industriels. Elle donne les procédures d'essai relatives à la capacité d'écoulement pour la détermination des variables énoncées ci-après, utilisées dans les équations de la CEI 60534-2-1 et de la CEI 60534-2-2:

- a) coefficient de débit C ;
- b) facteur de récupération de pression du liquide sans raccords adjacents F_L ;
- c) facteur combiné de récupération de pression du liquide et de géométrie de la tuyauterie d'une vanne de régulation avec raccords adjacents F_{LP} ;
- d) facteur résultant de la géométrie de la tuyauterie F_p ;
- e) facteurs de rapport de pression différentielle x_T et x_{TF} ;
- f) coefficient de correction générique de vanne F_d ;
- g) facteur du nombre de Reynolds F_R .

2 Références normatives

Les documents normatifs suivants contiennent des dispositions qui, par suite de la référence qui y est faite, constituent des dispositions valables pour la présente section de la CEI 60534-2. Au moment de la publication, les éditions indiquées étaient en vigueur. Tout document normatif est sujet à révision et les parties prenantes aux accords fondés sur la présente section de la CEI 60534-2 sont invitées à rechercher la possibilité d'appliquer les éditions les plus récentes des documents normatifs indiqués ci-après. Les membres de la CEI et de l'ISO possèdent le registre des Normes internationales en vigueur.

CEI 60534-1:1987, *Vannes de régulation des processus industriels – Première partie: Terminologie des vannes de régulation et considérations générales*

CEI 60534-2:1978, *Vannes de régulation des processus industriels – Deuxième partie: Capacité d'écoulement – Section un: Equations de dimensionnement des vannes de régulation pour l'écoulement des fluides incompressibles dans les conditions d'installation*

CEI 60534-2-2:1980, *Vannes de régulation des processus industriels – Deuxième partie: Capacité d'écoulement – Section deux: Equations de dimensionnement pour l'écoulement des fluides compressibles dans les conditions d'installation*

CEI 60534-8-2:1991, *Vannes de régulation des processus industriels – Partie 8: Considérations sur le bruit – Section 2: Mesure en laboratoire du bruit créé par un écoulement hydrodynamique dans une vanne de régulation*

CEI 61298-1:1995, *Dispositifs de mesure et de commande de processus – Méthodes et procédures générales d'évaluation des performances – Partie 1: Généralités*

CEI 61298-2:1995, *Dispositifs de mesure et de commande de processus – Méthodes et procédures générales d'évaluation des performances – Partie 2: Essais dans les conditions de référence*

INDUSTRIAL-PROCESS CONTROL VALVES –

Part 2-3: Flow capacity – Test procedures

1 Scope

This section of IEC 60534-2 is applicable to industrial-process control valves and provides the flow capacity test procedures for determining the following variables used in the equations given in IEC 60534-2-1 and IEC 60534-2-2:

- a) flow coefficient C ;
- b) liquid pressure recovery factor without attached fittings F_L ;
- c) combined liquid pressure recovery factor and piping geometry factor of a control valve with attached fittings F_{LP} ;
- d) piping geometry factor F_p ;
- e) pressure differential ratio factors x_T and x_{TP} ;
- f) valve style modifier F_d ;
- g) Reynolds number factor F_R .

2 Normative references

The following normative documents contain provisions which, through reference in this text, constitute provisions of this section of IEC 60534-2. At the time of publication, the editions indicated were valid. All normative documents are subject to revision, and parties to agreements based on this section of IEC 60534-2 are encouraged to investigate the possibility of applying the most recent editions of the normative documents indicated below. Members of IEC and ISO maintain registers of currently valid International Standards.

IEC 60534-1:1987, *Industrial-process control valves – Part 1: Control valve terminology and general considerations*

IEC 60534-2:1978, *Industrial-process control valves – Part 2: Flow capacity – Section One: Sizing equations for incompressible fluid flow under installed conditions*

IEC 60534-2-2:1980, *Industrial-process control valves – Part 2: Flow capacity – Section Two: Sizing equations for compressible fluid flow under installed conditions*

IEC 60534-8-2:1991, *Industrial-process control valves – Part 8: Noise considerations – Section 2: Laboratory measurement of noise generated by hydrodynamic flow through control valves*

IEC 61298-1:1995, *Process measurement and control devices – General methods and procedures for evaluating performance – Part 1: General considerations*

IEC 61298-2:1995, *Process measurement and control devices – General methods and procedures for evaluating performance – Part 2: Tests under reference conditions*

3 Définitions

Pour les besoins de la présente section de la CEI 60534-2, les définitions données dans la CEI 60534-1, la CEI 60534-2, la CEI 60534-2-2, CEI 61298-1 et CEI 61298-2 sont applicables.

4 Nomenclature

Symboles	Désignation	Unités
C	Coefficient de débit (K_v , C_v)	Diverses (voir CEI 60534-1)
C_R	Coefficient de débit à course nominale	Diverses (voir CEI 60534-1)
d	Dimension nominale de la vanne (DN)	mm
F_d	Coefficient de correction générique de vanne	1
F_F	Facteur de rapport de pression critique du liquide	1
F_L	Facteur de récupération de pression du liquide dans une vanne de régulation sans raccords adjacents	1
F_{LP}	Facteur combiné de récupération de pression du liquide et de géométrie de la tuyauterie d'une vanne de régulation avec raccords adjacents	1
F_p	Facteur résultant de la géométrie de la tuyauterie	1
F_R	Facteur du nombre de Reynolds	1
F_γ	Facteur du rapport des chaleurs massiques	1
M	Masse moléculaire du fluide en écoulement	kg/kmol
N	Constantes numériques (voir tableau 3)	Diverses (voir note 1)
p_c	Pression thermodynamique critique	kPa ou bar (voir note 2)
p_v	Tension de vapeur du liquide à la température d'entrée	kPa ou bar
p_1	Pression statique absolue d'entrée, mesurée à la prise de pression amont	kPa ou bar
p_2	Pression statique absolue de sortie, mesurée à la prise de pression aval	kPa ou bar
Δp	Pression différentielle ($p_1 - p_2$) entre prises de pression amont et aval	kPa ou bar
$\Delta p_{\max}$	Pression différentielle maximale	kPa ou bar
$\Delta p_{\max(L)}$	Δp maximale effective sans raccords adjacents	kPa ou bar
$\Delta p_{\max(LP)}$	Δp maximale effective avec raccords adjacents	kPa ou bar
Q	Débit volumétrique	m ³ /h (voir note 3)
$Q_{\max}$	Débit volumétrique maximal (écoulement engorgé)	m ³ /h
$Q_{\max(L)}$	Débit volumétrique maximal pour les fluides incompressibles (écoulement engorgé sans raccords adjacents)	m ³ /h
$Q_{\max(LP)}$	Débit volumétrique maximal pour les fluides incompressibles (écoulement engorgé avec raccords adjacents)	m ³ /h
$Q_{\max(T)}$	Débit volumétrique maximal pour les fluides compressibles (écoulement engorgé sans raccords adjacents)	m ³ /h
$Q_{\max(TP)}$	Débit volumétrique maximal pour les fluides compressibles (écoulement engorgé avec raccords adjacents)	m ³ /h
Re_v	Nombre de Reynolds de la vanne	1
T_1	Température absolue d'entrée	K
t_s	Température de référence dans les conditions normales	°C

3 Definitions

For the purpose of this section of IEC 60534-2, the definitions given in IEC 60534-1, IEC 60534-2, IEC 60534-2-2, IEC 61298-1, and IEC 61298-2 apply.

4 Symbols

Symbol	Description	Unit
C	Flow coefficient (K_v , C_v)	Various (see IEC 60534-1)
C_R	Flow coefficient at rated travel	Various (see IEC 60534-1)
d	Nominal valve size (DN)	mm
F_d	Valve style modifier	1
F_F	Liquid critical pressure ratio factor	1
F_L	Liquid pressure recovery factor of a control valve without attached fittings	1
F_{LP}	Combined liquid pressure recovery factor and piping geometry factor of a control valve with attached fittings	1
F_p	Piping geometry factor	1
F_R	Reynolds number factor	1
F_γ	Specific heat ratio factor	1
M	Molecular mass of flowing fluid	kg/kmol
N	Numerical constants (see table 3)	Various (see note 1)
p_c	Thermodynamic critical pressure	kPa or bar (see note 2)
p_v	Vapour pressure of liquid at inlet temperature	kPa or bar
p_1	Inlet absolute static pressure measured at the upstream pressure tap	kPa or bar
p_2	Outlet absolute static pressure measured at the downstream pressure tap	kPa or bar
Δp	Differential pressure ($p_1 - p_2$) between upstream and downstream pressure taps	kPa or bar
$\Delta p_{\max}$	Maximum pressure differential	kPa or bar
$\Delta p_{\max(L)}$	Maximum effective Δp without attached fittings	kPa or bar
$\Delta p_{\max(LP)}$	Maximum effective Δp with attached fittings	kPa or bar
Q	Volumetric flow rate	m ³ /h (see note 3)
$Q_{\max}$	Maximum volumetric flow rate (choked flow conditions)	m ³ /h
$Q_{\max(L)}$	Maximum volumetric flow rate for incompressible fluids (choked flow conditions without attached fittings)	m ³ /h
$Q_{\max(LP)}$	Maximum volumetric flow rate for incompressible fluids (choked flow conditions with attached fittings)	m ³ /h
$Q_{\max(T)}$	Maximum volumetric flow rate for compressible fluids (choked flow conditions without attached fittings)	m ³ /h
$Q_{\max(TP)}$	Maximum volumetric flow rate for compressible fluids (choked flow conditions with attached fittings)	m ³ /h
Re_v	Valve Reynolds number	1
T_1	Inlet absolute temperature	K
t_s	Reference temperature for standard conditions	°C

Nomenclatures (suite)

Symboles	Désignation	Unités
x	Rapport de la pression différentielle à la pression absolue à l'entrée ($\Delta p/p_1$)	1
x_T	Facteur du rapport de pression différentielle d'une vanne de régulation sans raccords adjacents en régime engorgé	1
x_{TP}	Facteur du rapport de pression différentielle d'une vanne de régulation avec raccords adjacents en régime engorgé	1
Y	Facteur de détente	1
Z	Facteur de compressibilité ($Z = 1$ pour les gaz qui se comportent comme un gaz parfait)	1
γ	Rapport des chaleurs massiques	1
ν	Viscosité cinématique	m ² /s (voir note 4)
ξ	Coefficient de perte de charge d'un convergent, d'un divergent, ou d'un autre raccord adjacent à une vanne de régulation	1
ρ_1/ρ_0	Densité massique ($\rho_1/\rho_0 = 1$ pour l'eau à 15,5 °C)	1

NOTE 1 – Pour déterminer les unités des constantes numériques, on peut réaliser une analyse dimensionnelle sur les équations appropriées en utilisant les unités données au tableau 3.

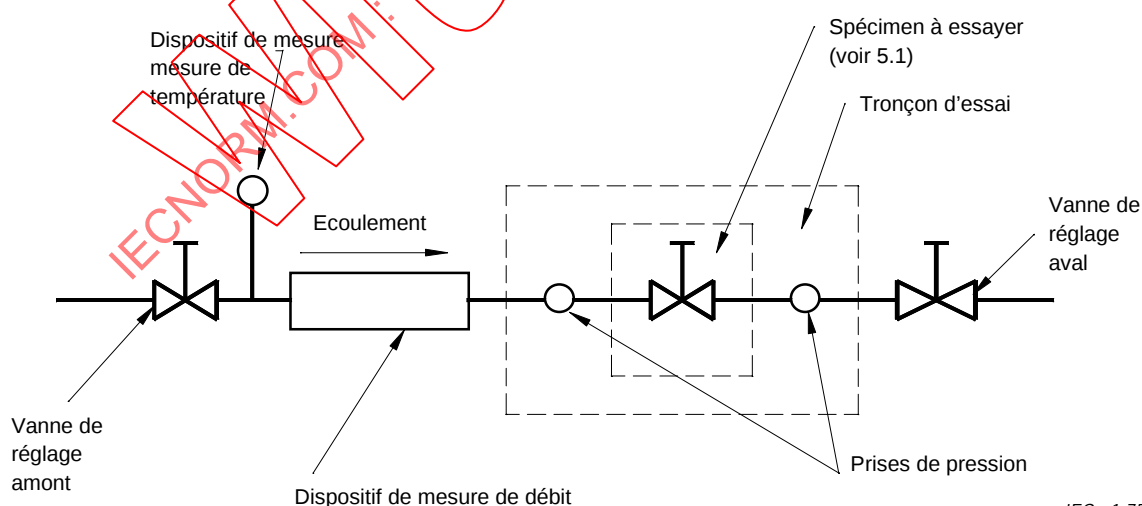
NOTE 2 – 1 bar = 10² kPa = 10⁵ Pa.

NOTE 3 – Les débits volumétriques des fluides compressibles en m³/h, identifiés par le symbole Q , se réfèrent aux conditions normales qui correspondent à une pression absolue de 101,325 kPa (1,013 25 bar) et à une température de 0 °C ou 15 °C (voir tableau 3).

NOTE 4 – 1 centistoke = 10⁻⁶ m²/s.

5 Système d'essai

La figure 1 représente les éléments de base d'un système d'essai d'écoulement.



IEC 1 757/97

Figure 1 – Élément de base d'un système d'essai d'écoulement

Symbols (*continued*)

Symbol	Description	Unit
X	Ratio of pressure differential to inlet absolute pressure ($\Delta p/p_1$)	1
X_T	Pressure differential ratio factor of a control valve without attached fittings for choked flow	1
X_{TP}	Pressure differential ratio factor of a control valve with attached fittings for choked flow	1
Y	Expansion factor	1
Z	Compressibility factor ($Z = 1$ for gases that exhibit ideal gas behaviour)	1
γ	Specific heat ratio	1
ν	Kinematic viscosity	m ² /s (see note 4)
ζ	Velocity head loss coefficient of a reducer, expander or other fitting attached to a control valve	1
ρ_1/ρ_0	Relative density ($\rho_1/\rho_0 = 1$ for water at 15,5 °C)	1

NOTE 1 – To determine the units for the numerical constants, dimensional analysis may be performed on the appropriate equations using the units given in table 3.

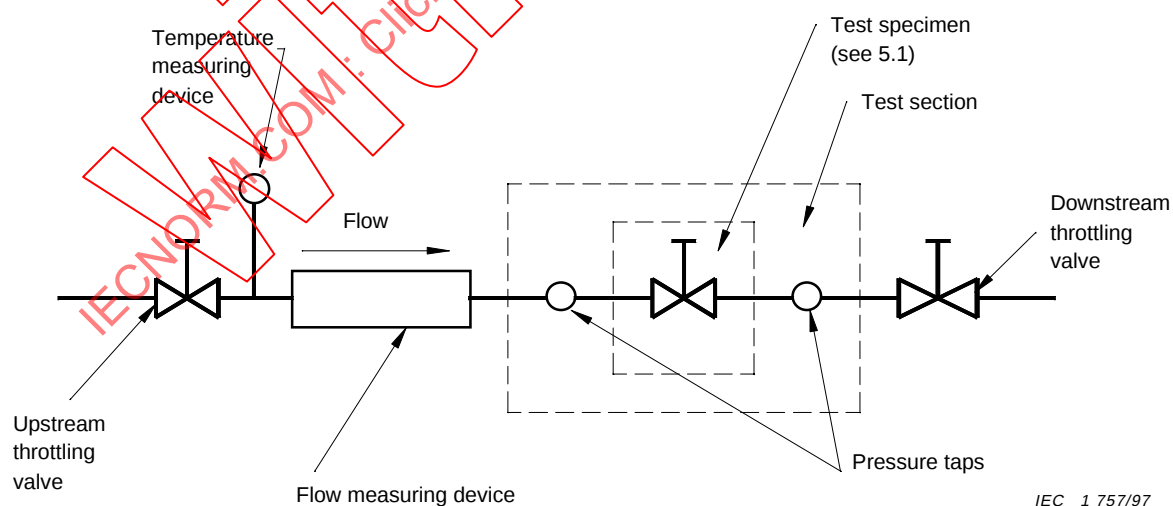
NOTE 2 – 1 bar = 10² kPa = 10⁵ Pa.

NOTE 3 – For compressible fluid volumetric flow rates in m³/h, identified by the symbol Q , refer to standard conditions which are an absolute pressure of 101,325 kPa (1,013 25 bar) and a temperature of either 0 °C or 15 °C (see table 3).

NOTE 4 – 1 centistoke = 10⁻⁶ m²/s.

5 Test system

A basic flow test system is shown in figure 1.



IEC 1 757/97

Figure 1 – Basic flow test system

5.1 Spécimen à essayer

Le spécimen à essayer consiste en une vanne quelconque ou un assemblage constitué d'une vanne avec convergent, divergent ou autres raccords pour lesquels des données d'essai sont demandées.

La présente section admet que des essais de spécimens sur maquette à échelle réduite soient effectués, bien que l'expérimentation sur des spécimens ou des modèles en grandeur nature soit préférable. Lorsqu'on effectue des essais sur maquette, il est nécessaire de faire très attention aux facteurs qui influencent les résultats, tels que le nombre de Reynolds de l'écoulement du fluide à travers une tuyauterie complètement remplie, le nombre de Mach lorsque la compressibilité est importante et la similitude géométrique.

5.2 Tronçon d'essai

Le tronçon d'essai doit comporter deux longueurs droites de tuyauterie comme indiqué dans le tableau 1. La tuyauterie amont et aval adjacente au spécimen à essayer doit être de même dimension nominale que le raccordement de ce spécimen.

Le diamètre intérieur de la tuyauterie doit être à ± 2 % près le même que le diamètre intérieur réel des extrémités du spécimen à essayer pour les vannes jusqu'à et y compris DN 250 prévues pour une pression nominale jusqu'à et y compris PN 100. Pour les vannes de DN supérieur à 250 ou de pression nominale supérieure à PN 100, il convient que le diamètre intérieur d'entrée et de sortie du spécimen à essayer soit assorti au diamètre intérieur de la tuyauterie adjacente.

La surface intérieure doit être exempte de rouille, de bavures ou autres obstructions qui pourraient provoquer une perturbation trop importante de l'écoulement.

5.3 Vannes de réglage

La vanne de réglage amont est utilisée pour régler la pression d'entrée du tronçon d'essai. La vanne de réglage aval est utilisée pour le réglage en cours d'essai. Les deux vannes sont utilisées conjointement pour régler la pression différentielle entre les prises de mesure de pression du tronçon d'essai et maintenir une pression aval déterminée. Il n'y a aucune restriction en ce qui concerne le type de ces vannes. Toutefois, il convient de choisir et de placer la vanne amont de manière à ne pas affecter la précision de la mesure du débit. La vanne de réglage aval peut être d'une dimension supérieure à la dimension nominale du spécimen à essayer pour éviter qu'il ne se produise un écoulement engorgé dans ce dernier. Toute vaporisation dans la vanne amont doit être évitée en cours d'essai sur des liquides.

5.1 Test specimen

The test specimen is any valve or combination of valve, reducers, expanders, or other fittings for which test data are required.

Modeling of test specimens to a smaller scale is an acceptable practice in this section, although testing of full-size specimens or models is preferable. Good practice in modeling requires attention to significant relationships such as Reynolds number in the flow of fluid through a completely filled conduit, Mach number where compressibility is important, and geometric similarity.

5.2 Test section

The test section shall consist of two straight lengths of pipe as shown in table 1. The upstream and downstream piping adjacent to the test specimen shall conform to the nominal size of the test specimen connection.

The inside diameter of the pipe shall be within $\pm 2\%$ of the actual inside diameter of the ends of the test specimen for valves up to and including DN 250 having a pressure rating up to and including PN 100. For valves larger than DN 250 or valves with a pressure rating higher than PN 100, the inside diameter at the inlet and outlet of the test specimen should be matched with the inside diameter of the adjacent piping.

The inside surface shall be free from rust, scale, or other obstructions which may cause excessive flow disturbance.

5.3 Throttling valves

The upstream throttling valve is used to control the inlet pressure to the test section. The downstream throttling valve is used for control during testing. Together they are used to control the pressure differential across the test section pressure taps and to maintain a specific downstream pressure. There are no restrictions as to the type of these valves. However, the upstream valve should be selected and located so as not to affect the accuracy of the flow measurement. The downstream throttling valve may be larger than the nominal size of the test specimen to ensure that choking will occur in the test specimen. Vaporization at the upstream valve shall be avoided when testing with liquids.

Tableau 1 – Longueurs droites de tuyauterie requises pour le tronçon d'essai

l_1	l_2	l_3	l_4
Deux fois le diamètre nominal de la tuyauterie	Six fois le diamètre nominal de la tuyauterie	Au minimum 18 fois le diamètre nominal de la tuyauterie	Au minimum une fois le diamètre nominal de la tuyauterie

Configuration du tronçon d'essai normalisé

IEC 1 758/97

NOTE 1 – Des tranquilliseurs peuvent être utilisés si cela est bénéfique. Si tel est le cas, la longueur l_3 ne doit cependant pas être inférieure à huit fois le diamètre nominal de la tuyauterie.

NOTE 2 – La position des prises de pression amont et aval est indiquée par rapport au spécimen considéré comme un tout. Le spécimen à essayer peut être simplement la vanne de régulation ou la vanne de régulation associée à n'importe quels raccords adjacents (voir annexe A).

NOTE 3 – Si la perturbation en amont de l'écoulement est constituée par deux coudes en série dans des plans différents, il convient que la longueur l_3 soit supérieure à 18 fois le diamètre nominal de la tuyauterie, sauf si des tranquilliseurs sont utilisés.

5.4 Mesure de débit

L'instrument de mesure de débit peut être situé en amont ou en aval du tronçon d'essai et peut être n'importe quel dispositif satisfaisant à la précision spécifiée, mais il doit être étalonné aussi souvent que cela est nécessaire pour maintenir cette précision. Cet instrument doit être utilisé pour déterminer le débit moyen vrai avec une précision de $\pm 2\%$ de la valeur mesurée.

5.5 Prises de pression

Des prises de pression doivent être prévues sur la tuyauterie du tronçon d'essai conformément aux conditions requises qui figurent dans le tableau 1 et doivent être exécutées selon le montage illustré par la figure 2. Quand l'écoulement dans la tuyauterie n'est pas uniforme, plusieurs prises de pression peuvent être nécessaires pour obtenir la précision désirée sur les mesures.

Le diamètre b des prises de pression doit être d'au moins 3 mm, sans dépasser 12 mm ou le dixième du diamètre nominal de la tuyauterie selon la plus petite de ces deux dernières dimensions. Les prises de pression amont et aval doivent être de même diamètre.

Le trou doit être circulaire et ses bords doivent être propres et à angle vif ou légèrement arrondis, exempts de bavures, morfils ou autres irrégularités.

N'importe quelle méthode de réalisation du raccordement matériel est acceptable pourvu qu'il soit en tout point conforme aux recommandations ci-dessus; toutefois, en aucun cas un raccord ne doit comporter une protubérance qui fasse saillie à l'intérieur de la tuyauterie.

Table 1 – Test section piping requirements

l_1	l_2	l_3	l_4
Two times nominal pipe diameter	Six times nominal pipe diameter	Eighteen times nominal pipe diameter minimum	One times nominal pipe diameter minimum

Standard test section configuration

NOTE 1 – Straightening vanes may be used where beneficial. If employed, the length l_3 may be reduced to not less than eight times the nominal pipe diameter.

NOTE 2 – The location of the pressure taps are upstream and downstream of the test specimen as a whole. The test specimen may be simply the control valve or the control valve with any combination of attached fittings (see annex A).

NOTE 3 – If upstream flow disturbance consists of two elbows in series and they are in different planes, the dimension l_3 should exceed 18 nominal pipe diameters unless straightening vanes are used.

5.4 Flow measurement

The flow measuring instrument may be located upstream or downstream of the test section, and may be any device which meets the specified accuracy, and shall be calibrated as frequently as necessary to maintain this accuracy. This instrument shall be used to determine the true time-average flow rate within an accuracy of $\pm 2\%$ of the actual value.

5.5 Pressure taps

Pressure taps shall be provided on the test section piping in accordance with the requirements in table 1 and shall conform to the construction illustrated in figure 2. When the flow pattern across the pipe is not uniform, multiple taps may be necessary to achieve the desired accuracy of measurement.

The pressure tap diameter b shall be at least 3 mm and shall be not larger than 12 mm, or one-tenth nominal pipe diameter, whichever is less. Upstream and downstream taps shall be of the same diameter.

The hole shall be circular and its edge shall be clean and sharp or slightly rounded, free from burrs, wire edges, or other irregularities.

Any suitable method of making physical connection is acceptable provided the above recommendations are adhered to; however, in no case shall any fitting protrude inside the pipe.

5.5.1 Fluides incompressibles

Les axes de perçage des prises de pression doivent être disposés horizontalement afin de réduire toute possibilité d'entraînement d'air ou de rassemblement de sédiments dans les prises et doivent couper l'axe de la tuyauterie à angles droits.

5.5.2 Fluides compressibles

Les axes de perçage des prises de pression doivent être orientés horizontalement ou verticalement au-dessus de la tuyauterie afin de réduire toute possibilité d'encrassement par des particules solides et doivent couper l'axe de la tuyauterie à angles droits.

5.6 Mesures de pression

Toutes les mesures de pression et de pression différentielle doivent être faites avec une précision de lecture de ± 2 %. Les dispositifs de mesure de pression doivent être étalonnés aussi souvent que cela est nécessaire pour maintenir la précision spécifiée.

5.7 Mesure de température

La température du fluide à l'entrée doit être mesurée avec une précision de ± 1 °C. Il convient de choisir et de placer la sonde mesurant la température de manière à avoir le moindre effet possible sur les mesures de débit et de pression.

5.8 Course de la vanne

La course de la vanne doit être fixée à $\pm 0,5$ % près de la course nominale pendant tout essai spécifique de débit.

5.9 Installation du spécimen à essayer

L'alignement entre l'axe de la tuyauterie du tronçon d'essai et celui de l'entrée et de la sortie du spécimen à essayer doit rester dans les limites suivantes:

Dimension de la tuyauterie	Défaut d'alignement toléré
DN 15 à DN 25	0,8 mm
DN 32 à DN 150	1,6 mm
DN 200 et au-dessus	0,01 diamètre nominal de la tuyauterie

Le spécimen à essayer doit être orienté de telle manière que le système de mesure du débit ne produise pas de vitesse d'approche à la prise de pression. Par exemple, lorsqu'une vanne à obturateur rotatif est essayée, son arbre doit être aligné avec les prises de pression du tronçon d'essai.

La position et le diamètre intérieur de chaque joint doivent être adaptés de manière à ne pas présenter de protubérance à l'intérieur de la tuyauterie.

5.5.1 Incompressible fluid

Tap centrelines shall be located horizontally to reduce the possibility of air entrapment or dirt collection in the taps and shall intersect the pipe centreline at right angles.

5.5.2 Compressible fluid

Tap centrelines shall be oriented horizontally or vertically above the pipe to reduce the possibility of dirt entrapment and shall intersect the pipe centreline at right angles.

5.6 Pressure measurement

All pressure and pressure differential measurements shall be made to an accuracy of ± 2 % of reading. Pressure measuring devices shall be calibrated as frequently as necessary to maintain specified accuracy.

5.7 Temperature measurement

The fluid inlet temperature shall be measured to an accuracy of ± 1 °C. The temperature measuring probe should be chosen and positioned to have minimum effect on the flow and pressure measurements.

5.8 Valve travel

The valve travel shall be fixed within $\pm 0,5$ % of the rated travel during any one specific flow test.

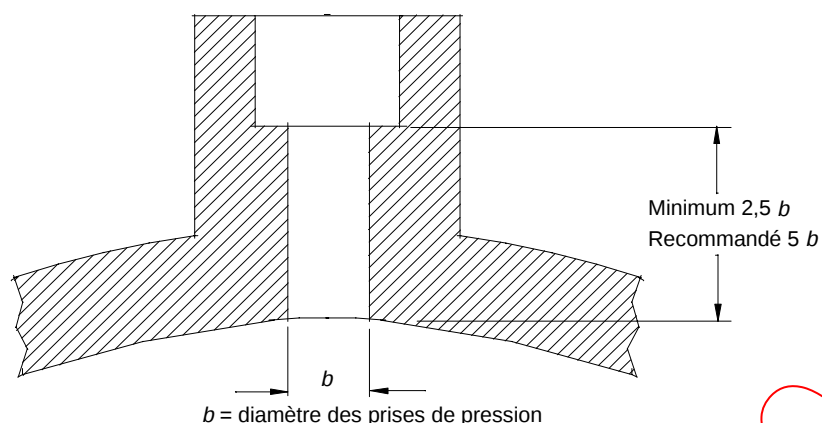
5.9 Installation of test specimen

Alignment between the centreline of the test section piping and the centreline of the inlet and outlet of the test specimen shall be within:

Pipe size	Allowable misalignment
DN 15 through DN 25	0,8 mm
DN 32 through DN 150	1,6 mm
DN 200 and larger	0,01 nominal pipe diameter

The test specimen shall be oriented so that the flow pattern does not produce a velocity head at the pressure tap. For example, when a rotary valve is being tested, the valve shaft shall be aligned with the test section pressure taps.

The inside diameter of each gasket shall be sized and the gasket positioned so that it does not protrude inside the pipe.



IEC 1759/97

Dimension de la tuyauterie	Pas plus de	Pas moins de
Inférieure à 50 mm	6 mm	3 mm
50 mm à 75 mm	9 mm	3 mm
100 mm à 200 mm	13 mm	3 mm
Supérieure ou égale à 250 mm	19 mm	3 mm

Figure 2 – Réalisation recommandée pour les prises de pression

6 Précision des essais

Lorsque les procédures décrites dans cette section sont utilisées, la précision attendue pour la valeur du coefficient de débit C est de $\pm 5\%$ pour les vannes dont le rapport C/d^2 est inférieur à N_{25} .

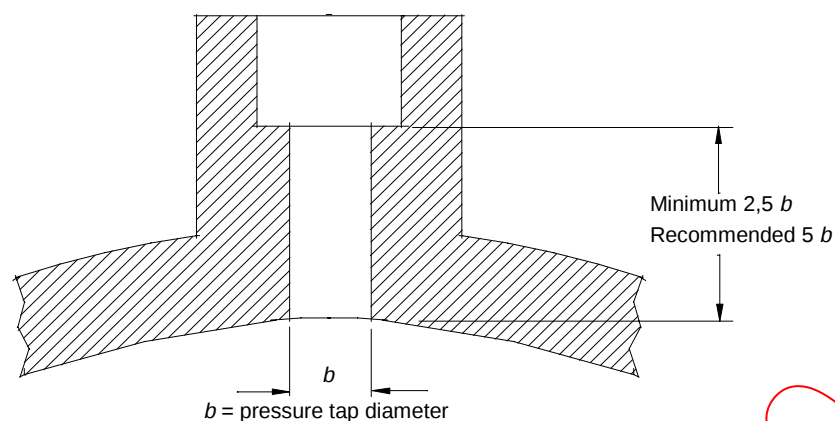
7 Fluides d'essai

7.1 Fluides incompressibles

Le fluide de base qui doit être utilisé dans cette procédure d'essai est l'eau à une température comprise entre 5°C et 40°C . Des inhibiteurs peuvent être utilisés pour éviter ou retarder la corrosion et prévenir la croissance de matière organique, pourvu que les résultats d'essai ne soient pas affectés défavorablement.

7.2 Fluides compressibles

Le fluide de base qui doit être utilisé dans cette procédure d'essai est l'air ou d'autres fluides compressibles. Les vapeurs saturées ne sont pas admises comme fluides d'essai. On doit prendre bien soin d'éviter tout givrage interne au cours de l'essai.



Size of pipe	Not exceeding	Not less than
Less than 50 mm	6 mm	3 mm
50 mm to 75 mm	9 mm	3 mm
100 mm to 200 mm	13 mm	3 mm
250 mm and greater	19 mm	3 mm

Figure 2 – Recommended pressure tap connection

6 Accuracy of tests

When the procedures outlined in this section are used, the value of all sizing coefficients is within $\pm 5\%$ for valves having a C/d^2 ratio of equal to or less than N_{25} .

7 Test fluids

7.1 Incompressible fluids

Water within a temperature range of $5\text{ }^{\circ}\text{C}$ to $40\text{ }^{\circ}\text{C}$ shall be the basic fluid used in this test procedure. Inhibitors may be used to prevent or retard corrosion and to prevent the growth of organic matter provided that the test results are not adversely affected.

7.2 Compressible fluids

Air or other compressible fluids shall be used as the basic fluid in this test procedure. Saturated vapours are not acceptable as test fluids. Care shall be taken to avoid internal icing during the test.

8 Procédure d'essai pour les fluides incompressibles

Dans les paragraphes suivants, des instructions spécifiques sont données pour le bon déroulement des divers essais. L'évaluation des données obtenues à partir de ces essais est traitée à l'article 9.

8.1 Procédure d'essai pour le coefficient de débit C

La détermination du coefficient de débit C nécessite la mise en oeuvre de la procédure d'essai suivante. Les données doivent être évaluées en utilisant la procédure décrite en 9.3.

8.1.1 Installer le spécimen à essayer sans raccords adjacents conformément aux conditions requises pour les longueurs droites de tuyauterie du tableau 1.

8.1.2 Les essais d'écoulement doivent comporter des mesures de débit à trois pressions différentielles largement espacées dans la zone d'écoulement turbulent sans vaporisation mais pas moins de 0,1 bar. Les pressions différentielles conseillées sont:

- a) la valeur maximale disponible dans l'installation d'essai, mais en restant, si on peut l'atteindre, juste en dessous du seuil de cavitation (cavitation commençante) (voir CEI 60534-8-2);
- b) environ 50 % de la pression différentielle de a);
- c) environ 10 % de la pression différentielle de a).

Les pressions doivent être mesurées sur les prises de pression du tronçon d'essai avec la vanne ouverte à la course choisie.

Pour les très petites capacités d'écoulement de vanne, il peut se produire un écoulement non turbulent aux conditions de pression différentielles recommandées. Dans ce cas, il faut utiliser des pressions différentielles supérieures pour réaliser un écoulement turbulent; cependant, il est recommandé d'avoir dans la vanne un nombre de Reynolds Re_v d'au moins 10^5 (voir équation (10)).

Les écarts par rapport aux pressions différentielles spécifiées ci-dessus doivent être notés. Indiquer les raisons de ces écarts.

8.1.3 Afin de garder la partie aval du tronçon d'essai remplie de liquide et pour éviter toute vaporisation de celui-ci, la pression d'entrée doit être maintenue égale ou supérieure aux valeurs minimales du tableau 2. Cette pression d'entrée minimale dépend du facteur de récupération de pression du liquide F_L dans le spécimen à essayer. Si F_L est inconnu, une évaluation prudente de la pression d'entrée minimale doit être effectuée.

8.1.4 Les essais de débit doivent être effectués pour déterminer:

- a) le coefficient de débit nominal C_R à 100 % de la course nominale;
- b) les caractéristiques intrinsèques de débit (éventuellement), en utilisant les données obtenues à 5 %, 10 %, 20 %, 30 %, 40 %, 50 %, 60 %, 70 %, 80 %, 90 % et 100 % de la course nominale.

NOTE – Pour déterminer plus complètement la caractéristique intrinsèque de débit, des essais de débit peuvent être effectués à des intervalles de course inférieurs à 5 % de la course nominale.

8 Test procedure for incompressible fluids

In the following subclauses, specific instructions are given for the performance of various tests. Evaluation of data obtained from these tests is contained in clause 9.

8.1 Test procedure for flow coefficient C

Determination of the flow coefficient C requires the following test procedure. Data shall be evaluated using the procedure in 9.3.

8.1.1 Install the test specimen without attached fittings in accordance with piping requirements in table 1.

8.1.2 Flow tests shall include flow measurements at three widely spaced pressure differentials (but not less than 0,1 bar) within the turbulent, non-vaporizing region. The suggested differential pressures are

- a) just below the onset of cavitation (incipient cavitation) or the maximum available in the test facility, whichever is less (see IEC 60534-2);
- b) about 50 % of the pressure differential of a);
- c) about 10 % of the pressure differential of a).

The pressures shall be measured across the test section pressure taps with the valve at the selected travel.

For very small valve capacities, non-turbulent flow may occur at the recommended pressure differentials. In this case, larger pressure differentials shall be used to ensure turbulent flow; however, a minimum valve Reynolds number Re_v of 10^5 is recommended (see equation (10)).

Deviations from the differential pressures specified above shall be recorded. Indicate reasons for the deviations.

8.1.3 In order to keep the downstream portion of the test section filled with liquid and to prevent vaporization of the liquid, the inlet pressure shall be maintained equal to or greater than the minimum values in table 2. This minimum inlet pressure is dependent on the liquid pressure recovery factor F_L of the test specimen. If F_L is unknown, a conservative estimate for the minimum inlet pressure shall be made.

8.1.4 Flow tests shall be performed to determine:

- a) the rated flow coefficient C_R using 100 % of rated travel;
- b) inherent flow characteristics (optional), using 5 %, 10 %, 20 %, 30 %, 40 %, 50 %, 60 %, 70 %, 80 %, 90 % and 100 % of rated travel.

NOTE – To determine the inherent flow characteristic more fully, flow tests may be performed at travel intervals less than 5 % of rated travel.

**Tableau 2 – Pression absolue minimale d'essai à l'entrée en kPa (bar)
pour ce qui se rapporte à F_L et Δp**

Δp kPa (bar)→ $F_L \downarrow$	Pression absolue minimale d'essai à l'entrée – kPa (bar)								
	35 (0,35)	40 (0,40)	45 (0,45)	50 (0,50)	55 (0,55)	60 (0,60)	65 (0,65)	70 (0,70)	75 (0,75)
0,5	280 (2,8)	320 (3,2)	360 (3,6)	400 (4,0)	440 (4,4)	480 (4,8)	520 (5,2)	560 (5,6)	600 (6,0)
0,6	190 (1,9)	220 (2,2)	250 (2,5)	270 (2,7)	300 (3,0)	330 (3,3)	360 (3,6)	380 (3,8)	410 (4,1)
0,7	150 (1,5)	160 (1,6)	180 (1,8)	200 (2,0)	220 (2,2)	240 (2,4)	260 (2,6)	280 (2,8)	300 (3,0)
0,8	150 (1,5)	160 (1,6)	160 (1,6)	170 (1,7)	170 (1,7)	190 (1,9)	200 (2,0)	220 (2,2)	230 (2,3)
0,9	150 (1,5)	160 (1,6)	160 (1,6)	170 (1,7)	170 (1,7)	180 (1,8)	180 (1,8)	190 (1,9)	190 (1,9)
NOTE 1 – Pour les grandes vannes, où des limitations apparaissent du fait de la source de débit, des pressions différentielles plus faibles (mais pas moins de 0,1 bar) peuvent être éventuellement utilisées, pour autant que l'écoulement reste turbulent. NOTE 2 – Pour les pressions qui ne sont pas indiquées, utiliser l'équation suivante pour calculer la pression amont: $p_{1,min} = 2\Delta p / F_L^2$.									

8.1.5 Noter les données suivantes:

- la course de la vanne;
- la pression d'entrée p_1 ;
- la pression différentielle ($p_1 - p_2$) entre les prises de pression;
- la température du fluide à l'entrée T_1 ;
- le débit volumétrique Q ;
- la pression barométrique;
- la description physique du spécimen à essayer (c'est-à-dire le type de la vanne, la dimension nominale, la pression nominale, le sens de l'écoulement).

8.2 Procédure d'essai pour le facteur de récupération de pression du liquide F_L et pour le facteur combiné de récupération de pression du liquide ainsi que de la géométrie de la tuyauterie F_{LP}

L'obtention du débit maximal Q_{max} (se reporter à l'écoulement engorgé) est nécessaire au calcul des facteurs F_L (pour un spécimen donné, à essayer sans raccords adjacents) et F_{LP} (pour un spécimen donné, à essayer avec raccords adjacents). Avec des conditions fixées à l'entrée, un écoulement engorgé se manifeste par l'impossibilité de pouvoir augmenter le débit en augmentant la pression différentielle. La procédure d'essai suivante doit être utilisée pour déterminer Q_{max} . La procédure d'évaluation des données se trouve en 9.4. Les essais pour F_L et C correspondant doivent être effectués à la même course de vanne. C'est pourquoi les essais pour ces deux facteurs et pour n'importe quelle course de la vanne doivent être effectués alors que la vanne est verrouillée dans une position fixée.

Table 2 – Minimum inlet absolute test pressure in kPa (bar) as related to F_L and Δp

Δp kPa (bar) → $F_L \downarrow$	Minimum inlet absolute test pressure – kPa (bar)								
	35 (0,35)	40 (0,40)	45 (0,45)	50 (0,50)	55 (0,55)	60 (0,60)	65 (0,65)	70 (0,70)	75 (0,75)
0,5	280 (2,8)	320 (3,2)	360 (3,6)	400 (4,0)	440 (4,4)	480 (4,8)	520 (5,2)	560 (5,6)	600 (6,0)
0,6	190 (1,9)	220 (2,2)	250 (2,5)	270 (2,7)	300 (3,0)	330 (3,3)	360 (3,6)	380 (3,8)	410 (4,1)
0,7	150 (1,5)	160 (1,6)	180 (1,8)	200 (2,0)	220 (2,2)	240 (2,4)	260 (2,6)	280 (2,8)	300 (3,0)
0,8	150 (1,5)	160 (1,6)	160 (1,6)	170 (1,7)	170 (1,7)	190 (1,9)	200 (2,0)	220 (2,2)	230 (2,3)
0,9	150 (1,5)	160 (1,6)	160 (1,6)	170 (1,7)	170 (1,7)	180 (1,8)	180 (1,8)	190 (1,9)	190 (1,9)
NOTE 1 – For large valves where flow source limitations are reached, lower pressure differentials (but not less than 0,1 bar) may be used optionally as long as turbulent flow is maintained.									
NOTE 2 – For pressures not listed, use the following equation to calculate the upstream pressure: $p_{1,min} = 2\Delta p/F_L^2$.									

8.1.5 Record the following data:

- valve travel;
- inlet pressure p_1 ;
- pressure differential ($p_1 - p_2$) across the pressure taps;
- fluid inlet temperature T_1 ;
- volumetric flow rate Q ;
- barometric pressure;
- physical description of test specimen (i.e. type of valve, nominal size, pressure rating, flow direction).

8.2 Test procedure for liquid pressure recovery factor F_L and combined liquid pressure recovery factor and piping geometry factor F_{LP}

The maximum flow rate Q_{max} (referred to as choked flow) is required in the calculation of the factors F_L (for a given test specimen without attached fittings) and F_{LP} (for a given test specimen which includes attached fittings). With fixed inlet conditions, choked flow is evidenced by the failure of increasing pressure differentials to produce further increases in the flow rate. The following test procedure shall be used to determine Q_{max} . The data evaluation procedure is found in 9.4. The tests for F_L and corresponding C shall be conducted at identical valve travel. Hence, the tests for both of these factors at any valve travel shall be made while the valve is locked in a fixed position.

8.2.1 Le tronçon d'essai de 5.2 doit être utilisé avec le spécimen à essayer verrouillé à la position désirée.

8.2.2 La vanne de réglage aval doit être en position ouverte maximale. Une pression prédéterminée étant appliquée à l'entrée, le débit doit être mesuré et les pressions d'entrée et de sortie doivent être notées. Cet essai détermine la pression différentielle maximale ($p_1 - p_2$) pour le spécimen à essayer dans ce système d'essai. En gardant la même pression à l'entrée, un deuxième essai est effectué à une pression différentielle réduite à 90 % de celle qui a été déterminée au premier essai. Si le débit mesuré au cours du deuxième essai est à 2 % près le même que celui du premier essai, le débit mesuré dans le premier essai peut être considéré comme $Q_{\max}$.

Sinon, il faut répéter la procédure d'essai à une pression supérieure à l'entrée. Si $Q_{\max}$ ne peut pas être atteint à la plus haute pression d'entrée du système d'essai, il y a lieu d'utiliser la procédure suivante. Calculer une valeur de F_L en substituant au débit réel impossible à atteindre le débit obtenu aux valeurs maximales réalisables de la pression d'entrée et de la pression différentielle. Pour la vanne en essai, indiquer que F_L est plus grand que la valeur calculée selon les indications de la phrase précédente.

8.2.3 Noter les données suivantes:

- a) la course de la vanne;
- b) la pression d'entrée p_1 ;
- c) la pression de sortie p_2 ;
- d) la température du fluide à l'entrée T_1 ;
- e) le débit volumétrique Q ;
- f) la pression barométrique;
- g) la description physique du spécimen à essayer (c'est-à-dire le type de la vanne, la dimension nominale, la pression nominale, le sens de l'écoulement).

8.3 Procédure d'essai pour le facteur résultant de la géométrie de la tuyauterie F_p

Le facteur résultant de la géométrie de la tuyauterie modifie le coefficient de débit C de la vanne lorsque celle-ci comporte des raccords adjacents. Le facteur F_p est le rapport de coefficient de débit C d'une vanne installée avec des raccords adjacents au coefficient de débit nominal C de la vanne lorsque celle-ci est installée sans raccords adjacents et essayée dans des conditions de service identiques. Pour obtenir ce facteur, il y a lieu de remplacer la vanne (seule) par la combinaison désirée de la vanne munie de ses raccords adjacents. Effectuer ensuite les essais de débit conformément à 8.1 en considérant la combinaison comme le spécimen à essayer pour déterminer la dimension de la tuyauterie du tronçon d'essai. Par exemple, pour une vanne de DN 100 avec convergent et divergent insérés dans une tuyauterie DN 150, on doit utiliser des emplacements de prises de pression correspondant à la tuyauterie de DN 150.

La procédure d'évaluation des données est traitée 9.5.

8.4 Procédure d'essai pour le facteur de rapport de pression critique du liquide F_F

Le facteur de rapport de pression critique F_F est presque exclusivement une propriété du fluide et de sa température. C'est le rapport de la pression apparaissant à la *vena contracta* en régime engorgé à la pression de vapeur du liquide à la température d'entrée.

La valeur de F_F peut être déterminée expérimentalement en utilisant un spécimen d'essai pour lequel F_L et C sont connus. La vanne est installée sans raccords adjacents suivant les exigences de configuration de tuyauteries précisées au tableau 1. La procédure d'essai décrite en 8.2 pour la détermination de $Q_{\max}$ doit être utilisée lors d'un essai conduit avec le fluide concerné.

La procédure d'évaluation des paramètres est donnée en 9.6.

8.2.1 The test section of 5.2 shall be used with the test specimen locked at the desired position.

8.2.2 The downstream throttling valve shall be in the wide-open position. With a preselected inlet pressure, the flow rate shall be measured and the inlet and outlet pressures recorded. This test establishes the maximum pressure differential ($p_1 - p_2$) for the test specimen in this test system. With the same inlet pressure, a second test shall be conducted with the pressure differential reduced to 90 % of the pressure differential determined in the first test. If the flow rate in the second test is within 2 % of the flow rate in the first test, the flow rate measured in the first test may be taken as $Q_{\max}$.

If not, repeat the test procedure at a higher inlet pressure. If $Q_{\max}$ cannot be achieved at the highest inlet pressure for the test system, use the following procedure. Calculate a value of F_L substituting the flow rate obtained at maximum obtainable values of inlet pressure and pressure differential. For the valve under test, report that F_L is greater than the value calculated as described in the previous sentence.

8.2.3 Record the following data:

- a) valve travel;
- b) inlet pressure p_1 ;
- c) outlet pressure p_2 ;
- d) fluid inlet temperature T_1 ;
- e) volumetric flow rate Q ;
- f) barometric pressure;
- g) physical description of test specimen (i.e. type of valve, nominal size, pressure rating, flow direction).

8.3 Test procedure for piping geometry factor F_p

The piping geometry factor modifies the valve flow coefficient C for fittings attached to the valve. The factor F_p is the ratio of C for a valve installed with attached fittings to the rated C of the valve installed without attached fittings and tested under identical service conditions. To obtain this factor, replace the valve with the desired combination of valve and attached fittings. Conduct flow tests according to 8.1 treating the combination as the test specimen for the purpose of determining test section pipe size. For example, a DN 100 valve between a reducer and an expander in a DN 150 line would use pressure tap locations based on a DN 150 line.

The data evaluation procedure is found in 9.5.

8.4 Test procedure for liquid critical pressure ratio factor F_F

The liquid critical pressure ratio factor F_F is almost exclusively a property of the fluid and its temperature. It is the ratio of the apparent *vena contracta* pressure at choked flow conditions to the vapour pressure of liquid at inlet temperature.

The quantity of F_F may be determined experimentally by using a test specimen for which F_L and C are known. The valve without attached fittings is installed in accordance with the piping requirements in table 1. The test procedure outlined in 8.2 for obtaining $Q_{\max}$ shall be used with the fluid of interest as the test fluid.

The data evaluation procedure is found in 9.6.

8.5 Procédure d'essai pour le facteur du nombre de Reynolds F_R dans le cas des fluides incompressibles

Pour générer des valeurs du facteur du nombre de Reynolds F_R , il faut établir un régime d'écoulement non turbulent à travers la vanne d'essai. Ces conditions exigent de faibles pressions différentielles, des fluides à haute viscosité, des petites valeurs de C , ou une combinaison de ces conditions. Mis à part les vannes à très faible valeur de C , le régime est toujours turbulent lorsque l'essai d'écoulement est réalisé suivant la procédure décrite en 8.1, et dans ces conditions F_R est égal à 1,0.

Déterminer les valeurs de F_R par des essais d'écoulement dans la vanne installée sur le tronçon d'essai normalisé sans raccords adjacents. Il convient que ces essais suivent la procédure correspondant à la détermination de C , sauf que

- les pressions différentielles d'essai doivent être telles qu'il ne se produise pas de vaporisation du fluide dans la vanne d'essai;
- les valeurs minimales de la pression amont d'essai indiquées au tableau 2 ne s'appliquent pas si le fluide d'essai n'est pas de l'eau douce à $20\text{ °C} \pm 14\text{ °C}$;
- il convient que le fluide d'essai soit un fluide newtonien de viscosité considérablement plus élevée que celle de l'eau, à moins de disposer d'instrumentation capable de mesurer de très faibles pressions différentielles.

Réaliser un nombre suffisant d'essais à chaque course retenue en faisant varier la pression différentielle à travers la vanne, de façon à balayer toute la gamme des conditions, du régime turbulent au régime laminaire.

La procédure d'évaluation des données est donnée en 9.7.

8.6 Procédure d'essai pour le coefficient de correction générique de vanne F_d

Le coefficient de correction générique de vanne tient compte de l'effet de la géométrie de l'équipement interne sur le nombre de Reynolds. Il est défini comme le rapport du diamètre hydraulique d'un chemin d'écoulement spécifique au diamètre de l'orifice circulaire équivalent de même section d'écoulement totale.

Il convient de mesurer la valeur de F_d aux courses considérées. Cette valeur ne peut être mesurée que lorsqu'un régime entièrement laminaire est atteint, en utilisant la procédure décrite en 8.5.

Un régime est défini comme entièrement laminaire si la condition $\sqrt{Re_v} / F_R = \text{constante}$ est remplie avec une tolérance de $\pm 5\%$ (notamment avec des valeurs de Re_v inférieures à 50).

La procédure d'évaluation des données est indiquée en 9.8.

9 Procédure d'évaluation des données pour les fluides incompressibles

9.1 Ecoulement non engorgé

L'équation fondamentale pour l'écoulement non engorgé des fluides incompressibles est:

$$Q = N_1 F_R F_p C \sqrt{\frac{\Delta p}{\rho/\rho_0}} \quad (1)$$

Pour une vanne installée sans raccords adjacents, $F_p = 1$, et pour un écoulement en régime turbulent, $F_R = 1$.

8.5 Test procedure for Reynolds number factor F_R for incompressible flow

To produce values of the Reynolds number factor F_R , non-turbulent flow conditions shall be established through the test valve. Such conditions will require low pressure differentials, high viscosity fluids, small values of C , or some combination of these. With the exception of valves with very small values of C , turbulent flow will always exist when flowing tests are performed in accordance with the procedure outlined in 8.1, and F_R under these conditions will have the value of 1,0.

Determine values of F_R by carrying out flowing tests with the valve installed in the standard test section without attached fittings. These tests should follow the procedure for C determination except that

- test pressure differentials may be any appropriate values provided that no vaporization of the test fluid occurs within the test valve;
- minimum upstream test pressure values shown in table 2 may not apply if the test fluid is not fresh water at $20\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 14\text{ }^{\circ}\text{C}$;
- the test fluid should be a Newtonian fluid having a viscosity considerably greater than that of water unless instrumentation is available for accurately measuring very low pressure differentials.

Carry out a sufficient number of tests at each selected valve travel by varying the pressure differential across the valve so that the entire range of conditions, from turbulent to laminar flow, is spanned.

The data evaluation procedure is given in 9.7.

8.6 Test procedure for valve style modifier F_d

The valve style modifier takes into account the effect of trim geometry on the Reynolds number. It is defined as the ratio of the hydraulic diameter of a single flow passage to the diameter of a circular orifice, the area of which is equivalent to the sum of areas of all identical flow passages at a given travel.

The value of F_d should be measured at the desired travels. This value can only be measured when fully laminar flow is obtained using the test procedure outlined in 8.5.

Fully laminar flow is defined as a condition where $\sqrt{Re_v} / F_R$ is constant with a $\pm 5\%$ tolerance range (typically with Re_v values below 50).

The data evaluation procedure is given in 9.8.

9 Data evaluation procedure for incompressible fluids

9.1 Non-choked flow

The basic flow equation for non-choked, incompressible fluids is:

$$Q = N_1 F_R F_p C \sqrt{\frac{\Delta p}{\rho / \rho_0}} \quad (1)$$

For a valve installed without attached fittings, $F_p = 1$, and for turbulent flow conditions, $F_R = 1$.

9.2 Ecoulement engorgé

Pour l'écoulement engorgé, deux cas doivent être considérés:

9.2.1 Sans raccords adjacents

Lorsque la vanne de régulation est installée sans raccords adjacents:

$$Q_{\max(L)} = N_1 F_L C \sqrt{\frac{p_1 - F_F p_v}{\rho / \rho_0}} \quad (2)$$

NOTE – Pour une vanne installée sans raccords adjacents, la pression différentielle maximale existant en régime d'écoulement engorgé est:

$$\Delta p_{\max(L)} = F_L^2 (p_1 - F_F p_v) \quad (3)$$

9.2.2 Avec raccords adjacents

Lorsque la vanne de régulation est installée avec raccords adjacents:

$$Q_{\max(LP)} = N_1 F_p C \sqrt{\left(\frac{F_{LP}}{F_p}\right)^2 \left(\frac{p_1 - F_F p_v}{\rho / \rho_0}\right)} \quad (4)$$

La forme habituelle de l'équation (4) est:

$$Q_{\max(LP)} = N_1 F_{LP} C \sqrt{\frac{p_1 - F_F p_v}{\rho / \rho_0}} \quad (5)$$

NOTE – Pour une vanne installée avec raccords adjacents, la pression différentielle maximale existant en régime d'écoulement engorgé est:

$$\Delta p_{\max(LP)} = \left(\frac{F_{LP}}{F_p}\right)^2 (p_1 - F_F p_v) \quad (6)$$

9.3 Calcul du coefficient de débit C

Le coefficient de débit C peut être calculé sous forme de K_v ou C_v . Voir le tableau 3 pour le choix de la valeur de N_1 , qui dépend du coefficient de débit choisi et de l'unité de mesure de pression.

A l'aide des données obtenues en 8.1, calculer le coefficient de débit C en utilisant pour chaque essai de débit l'équation:

$$C = \frac{Q}{N_1} \sqrt{\frac{\rho / \rho_0}{\Delta p}} \quad (7)$$

Pour l'eau, dans la gamme de températures prescrite, $\rho/\rho_0 = 1$.

Les trois valeurs obtenues pour chaque essai de débit doivent être telles que la plus grande valeur ne diffère pas de plus de 4 % de la plus petite. Si la différence excède cette tolérance, les essais de débit doivent être répétés. Si des différences importantes sont dues au phénomène de cavitation, les essais doivent être répétés à une pression supérieure à l'entrée.

Le coefficient de débit à chaque course doit être la moyenne arithmétique des trois valeurs d'essai arrondies à trois chiffres significatifs au plus.

9.2 Choked flow

For choked flow, two conditions shall be considered:

9.2.1 Without attached fittings

When the control valve is installed without attached fittings:

$$Q_{\max(L)} = N_1 F_L C \sqrt{\frac{p_1 - F_F p_v}{\rho / \rho_0}} \quad (2)$$

NOTE – For a valve installed without attached fittings, the maximum pressure differential that is effective in producing flow under choked conditions is:

$$\Delta p_{\max(L)} = F_L^2 (p_1 - F_F p_v) \quad (3)$$

9.2.2 With attached fittings

When the control valve is installed with attached fittings:

$$Q_{\max(LP)} = N_1 F_p C \sqrt{\left(\frac{F_{LP}}{F_p}\right)^2 \left(\frac{p_1 - F_F p_v}{\rho / \rho_0}\right)} \quad (4)$$

The common form of equation (4) is:

$$Q_{\max(LP)} = N_1 F_{LP} C \sqrt{\left(\frac{p_1 - F_F p_v}{\rho / \rho_0}\right)} \quad (5)$$

NOTE – For a valve installed with attached fittings, the maximum pressure differential that is effective in producing flow under choked conditions is:

$$\Delta p_{\max(LP)} = \left(\frac{F_{LP}}{F_p}\right)^2 (p_1 - F_F p_v) \quad (6)$$

9.3 Calculation of flow coefficient C

The flow coefficient C may be calculated as K_v or C_v . See table 3 for the appropriate value of N_1 , which will depend upon the coefficient selected and the pressure measurement unit.

Using the data obtained in 8.1, calculate C for each flow test using the equation:

$$C = \frac{Q}{N_1} \sqrt{\frac{\rho / \rho_0}{\Delta p}} \quad (7)$$

For water in the prescribed temperature range, $\rho / \rho_0 = 1$.

The three values obtained for each flow test shall be such that the largest value is not more than 4 % greater than the smallest value. If the difference exceeds this tolerance, the flow tests shall be repeated. If excessive differences are caused by cavitation, the tests shall be repeated at a higher inlet pressure.

The flow coefficient at each travel shall be the arithmetic mean of the three test values rounded off to no more than three significant figures.

9.4 Calcul du facteur de récupération de pression du liquide F_L et du facteur combiné de récupération de pression du liquide et de la géométrie de la tuyauterie F_{LP}

Les facteurs F_L et F_{LP} doivent être calculés en utilisant les données obtenues en 8.2 et les équations suivantes:

9.4.1 Sans raccords adjacents

Lorsque la vanne de régulation est installée sans raccords adjacents:

$$F_L = \frac{Q_{\max(L)}}{N_1 C} \sqrt{\frac{\rho / \rho_0}{p_1 - F_F p_v}} \quad (8)$$

Pour l'eau, dans la gamme de températures prescrite, $\rho/\rho_0 = 1$ et $F_F = 0,96$.

9.4.2 Avec raccords adjacents

Lorsque la vanne de régulation est installée avec raccords adjacents:

$$F_{LP} = \frac{Q_{\max(LP)}}{N_1 C} \sqrt{\frac{\rho / \rho_0}{p_1 - F_F p_v}} \quad (9)$$

Pour l'eau, dans la gamme de températures prescrite, $\rho/\rho_0 = 1$ et $F_F = 0,96$.

9.5 Calcul du facteur résultant de la géométrie de la tuyauterie F_p

Calculer F_p comme suit en utilisant les valeurs géométriques moyennes obtenues en 8.3:

$$F_p = \frac{C \text{ pour la vanne installée avec raccords adjacents}}{C_R} = \frac{Q \sqrt{\frac{\rho / \rho_0}{\Delta p}}}{N_1 C_R} \quad (10)$$

Pour l'eau, dans la gamme de températures prescrite, $\rho/\rho_0 = 1$.

9.6 Calcul du facteur de rapport de pression critique du liquide F_F

Calculer F_F comme suit:

$$F_F = \frac{1}{p_v} \left[p_1 - (\rho / \rho_0) \left(\frac{Q_{\max}}{N_1 F_L C} \right)^2 \right] \quad (11)$$

où p_v est la pression de vapeur du fluide à la température d'entrée. $C F_L$ est déterminé pour le spécimen à essayer par la méthode normalisée en 8.2.

9.7 Calcul du facteur du nombre de Reynolds F_R

Utiliser les résultats d'essais obtenus comme indiqué en 8.5 et les porter dans l'équation (12) pour obtenir des valeurs du C apparent. Ce C apparent est équivalent à $C F_R$. F_R est donc obtenu en divisant le C apparent par le C expérimental déterminé sur la vanne d'essai dans les conditions spécifiées en 8.1 de cette publication et à la même course.

$$C F_R = \frac{Q}{N_1} \sqrt{\frac{\rho / \rho_0}{\Delta p}} \quad (12)$$

9.4 Calculation of liquid pressure recovery factor F_L and the combined liquid pressure recovery factor and piping geometry factor F_{LP}

The factors F_L and F_{LP} shall be calculated using the data obtained in 8.2 and the following equations:

9.4.1 Without attached fittings

When the control valve is installed without attached fittings:

$$F_L = \frac{Q_{\max(L)}}{N_1 C} \sqrt{\frac{\rho / \rho_0}{p_1 - F_F p_v}} \quad (8)$$

For water in the prescribed temperature range, $\rho / \rho_0 = 1$ and $F_F = 0,96$.

9.4.2 With attached fittings

When the control valve is installed with attached fittings:

$$F_{LP} = \frac{Q_{\max(LP)}}{N_1 C} \sqrt{\frac{\rho / \rho_0}{p_1 - F_F p_v}} \quad (9)$$

For water in the prescribed temperature range, $\rho / \rho_0 = 1$ and $F_F = 0,96$.

9.5 Calculation of piping geometry factor F_p

Calculate F_p as follows using average values obtained in 8.3:

$$F_p = \frac{C \text{ for valve installed with attached fittings}}{C_R} = \frac{\frac{Q}{N_1} \sqrt{\frac{\rho / \rho_0}{\Delta p}}}{C_R} \quad (10)$$

For water in the prescribed temperature range, $\rho / \rho_0 = 1$.

9.6 Calculation of liquid critical pressure ratio factor F_F

Calculate F_F as follows:

$$F_F = \frac{1}{p_v} \left[p_1 - (\rho / \rho_0) \left(\frac{Q_{\max}}{N_1 F_L C} \right)^2 \right] \quad (11)$$

where p_v is the fluid vapour pressure at the inlet temperature. $C F_L$ is determined for the test specimen by the standard method in 8.2.

9.7 Calculation of Reynolds number factor F_R

Use the test data, obtained as described under 8.5 and in equation (12) to obtain values of an apparent C . This apparent C is equivalent to $C F_R$. Therefore, F_R is obtained by dividing the apparent C by the experimental C determined for the test valve under conditions specified in 8.1 and at the same valve travel.

$$C F_R = \frac{Q}{N_1} \sqrt{\frac{\rho / \rho_0}{\Delta p}} \quad (12)$$

Etant entendu que les données peuvent être associées suivant toute procédure qui convient à l'expérimentateur, une méthode qui s'est avérée donner des résultats satisfaisants est celle impliquant l'utilisation du nombre de Reynolds, qui peut être calculé comme suit:

$$Re_v = \frac{N_4 F_d Q}{v \sqrt{C F_L}} \quad (13)$$

où F_d calculé d'après 9.8.

9.8 Calcul du coefficient de correction générique de vanne F_d

En utilisant les résultats obtenus en 8.5, calculer F_d d'après l'équation suivante:

$$F_d = \frac{N_{26} v F_R^2 F_L^2 (C/d^2)^2 \sqrt{C F_L}}{Q \left(\frac{F_L^2 C^2}{N_2 D^2} + 1 \right)^{1/4}} \quad (14)$$

Il est recommandé que F_d soit calculé uniquement pour une course nominale de la valve. Des erreurs importantes peuvent apparaître pour des positions de course limitées.

Pour les vannes telles que $C/d^2 \leq 0,016 N_{18}$, F_d est calculé comme suit:

$$F_d = \frac{N_{31} v F_R^2 F_L^2 \sqrt{C F_L}}{Q \left[1 + N_{32} \left(\frac{C}{d^2} \right)^{2/3} \right]} \quad (15)$$

L'essai doit être réalisé à des valeurs de Re_v inférieures à 100 ou à des valeurs de F_R inférieures à 0,26. Il convient que la valeur de F_d retenue soit la moyenne des résultats d'au moins trois essais.

10 Procédure d'essai pour les fluides compressibles

Des instructions spécifiques sont données pour le bon déroulement des divers essais.

L'évaluation des données obtenues à partir de ces essais est donnée à l'article 11.

10.1 Procédure d'essai pour le coefficient de débit C

La détermination du coefficient de débit C nécessite la mise en oeuvre de la procédure d'essai suivante. Les données doivent être évaluées en utilisant la procédure décrite en 11.1.

10.1.1 Installer le spécimen à essayer sans raccords adjacents en respectant les conditions requises pour les longueurs droites de tuyauterie du tableau 1.

10.1.2 Les essais d'écoulement doivent comporter des mesures de débit à trois pressions différentielles. Afin de se rapprocher des conditions d'écoulement pouvant être considérées comme assimilables à celles d'un fluide incompressible, le rapport de pression différentielle ($x = \Delta p/p_1$) doit être inférieur ou égal à 0,02. Pour l'autre procédure, voir 10.2.5.

Although the data may be correlated in any manner suitable to the experimenter, a method that has proven to provide satisfactory correlations involves the use of the valve Reynolds number, which may be calculated from:

$$Re_v = \frac{N_4 F_d Q}{v \sqrt{C F_L}} \quad (13)$$

where F_d is calculated as per 9.8.

9.8 Calculation of valve style modifier F_d

Using the data obtained in 8.5, calculate F_d using the following equation:

$$F_d = \frac{N_{26} v F_R^2 F_L^2 (C/d^2)^2 \sqrt{C F_L}}{Q \left(\frac{F_L^2 C^2}{N_2 D^2} + 1 \right)^{1/4}} \quad (14)$$

It is recommended that F_d be calculated at rated valve travel only. Significant errors may occur at reduced travel positions.

For reduced trim valves where $C/d^2 \leq 0.016 N_{18}$ at rated travel, F_d is calculated as follows:

$$F_d = \frac{N_{31} v F_R^2 F_L^2 \sqrt{C F_L}}{Q \left[1 + N_{32} \left(\frac{C}{d^2} \right)^{2/3} \right]} \quad (15)$$

The test shall be conducted at Re_v values of less than 100 or F_R values of less than 0,26. F_d values should be determined from a minimum of three tests and the values averaged.

10 Test procedure for compressible fluids

Specific instructions are given for the performance of various tests.

Evaluation of data obtained from these tests is contained in clause 11.

10.1 Test procedure for flow coefficient C

Determination of the flow coefficient C requires the following test procedure. Data shall be evaluated using the procedure in 11.1.

10.1.1 Install the test specimen without attached fittings in accordance with the piping requirements in table 1.

10.1.2 Flow tests shall include flow measurements at three pressure differentials. In order to approach flowing conditions which can be assumed to be incompressible, the pressure differential ratio ($x = \Delta p/p_1$) shall be less than or equal to 0,02. For the alternative procedure, see 10.2.5.

10.1.3 Les essais de débit doivent être effectués afin de déterminer:

- a) le coefficient de débit nominal C , à 100 % de la course nominale;
- b) la caractéristique intrinsèque de débit (éventuellement) en utilisant les données obtenues à 5 %, 10 %, 20 %, 30 %, 40 %, 50 %, 60 %, 70 %, 80 %, 90 % et 100 % de la course nominale.

NOTE – Pour déterminer plus complètement la caractéristique intrinsèque de débit, des essais de débit peuvent être effectués à des courses inférieures à 5 % de la course nominale.

10.1.4 Noter les données suivantes:

- a) la course de la vanne;
- b) la pression d'entrée p_1 ;
- c) la pression différentielle ($p_1 - p_2$) entre les prises de pression;
- d) la température du fluide à l'entrée T_1 ;
- e) le débit volumétrique Q ;
- f) la pression barométrique;
- g) la description physique du spécimen à essayer (c'est-à-dire le type de la vanne, la dimension nominale, la pression nominale, le sens de l'écoulement).

10.2 Procédure d'essai pour les facteurs de rapport de pression différentielle x_T et x_{TP}

Les valeurs des facteurs x_T et x_{TP} sont les valeurs finales des rapports de la pression différentielle à la pression absolue à l'entrée ($\Delta p/p_1$) pour des fluides avec $F_\gamma = 1$ ($\gamma = 1,4$). Cependant, ces valeurs peuvent être obtenues en utilisant des gaz d'essai pour lesquels F_γ n'est pas égal à 1, comme indiqué dans les équations (23) et (24). L'obtention du débit maximal $Q_{\max}$ (se reporter à l'écoulement engorgé) est nécessaire au calcul de x_T (pour un spécimen donné à essayer sans raccords adjacents) et de x_{TP} (pour un spécimen donné à essayer avec raccords adjacents). Avec des conditions fixées à l'entrée, un écoulement engorgé se manifeste par l'impossibilité de pouvoir augmenter le débit en augmentant la pression différentielle. Les valeurs de x_T et x_{TP} doivent être calculées en utilisant les procédures décrites respectivement en 11.2 et 11.3.

La procédure d'essai suivante doit être utilisée pour déterminer $Q_{\max}$.

10.2.1 Le tronçon d'essai de 5.2 doit être utilisé avec le spécimen à essayer à 100 % de sa course nominale.

10.2.2 N'importe quelle pression amont d'alimentation de valeur suffisante pour produire un écoulement engorgé est acceptable, de même que n'importe quelle pression différentielle à travers le spécimen à essayer, pourvu que les critères de l'écoulement engorgé (spécifié en 10.2.3) soient satisfaits.

10.2.3 La vanne de réglage aval doit être en position d'ouverture maximale. Une pression prédéterminée étant appliquée à l'entrée, le débit doit être mesuré et les pressions d'entrée et de sortie doivent être notées. Cet essai détermine la pression différentielle maximale ($p_1 - p_2$) pour le spécimen à essayer dans ce système d'essai. En gardant la même pression à l'entrée, un deuxième essai est effectué à une pression différentielle réduite à 90 % de celle déterminée au premier essai. Si le débit mesuré au cours du deuxième essai est à 0,5 % près le même que celui du premier essai, on pourra prendre le débit mesuré au premier essai comme $Q_{\max}$. Sinon, il faut répéter la procédure d'essai à une pression supérieure à l'entrée.

Bien qu'une erreur allant jusqu'à ± 2 % soit admissible sur la valeur absolue du débit, la dispersion des résultats d'essai de x_T doit être inférieure à $\pm 0,5$ % afin d'atteindre la précision prescrite. Ces essais doivent être réalisés à la suite l'un de l'autre, en utilisant les mêmes instruments et sans modifier l'installation.

10.1.3 Flow tests shall be performed to determine:

- a) the rated flow coefficient C , using 100 % of rated travel;
- b) inherent flow characteristics (optional), using 5 %, 10 %, 20 %, 30 %, 40 %, 50 %, 60 %, 70 %, 80 %, 90 % and 100 % of rated travel.

NOTE – To determine the inherent flow characteristics more fully, flow tests may be performed at travels less than 5 % of rated travel.

10.1.4 Record the following data:

- a) valve travel;
- b) inlet pressure p_1 ;
- c) pressure differential ($p_1 - p_2$) across pressure taps;
- d) fluid inlet temperature T_1 ;
- e) volumetric flow rate Q ;
- f) barometric pressure;
- g) physical description of test specimen (i.e. type of valve, nominal size, pressure rating, flow direction).

10.2 Test procedure for pressure differential ratio factors x_T and x_{TP}

The quantities x_T and x_{TP} are the terminal ratios of the differential pressure to absolute inlet pressure ($\Delta p/p_1$) for fluids with $F_g = 1$ ($\gamma = 1.4$). However, these quantities can be obtained when using test gases for which F_g does not equal 1 as shown in equations (23) and (24). The maximum flow rate Q_{max} (referred to as choked flow) is required in the calculation of x_T (for a given test specimen without attached fittings) and x_{TP} (for a given test specimen with attached fittings). With fixed inlet conditions, choked flow is evidenced by the failure of increasing pressure differentials to produce further increases in the flow rate. Values of x_T and x_{TP} shall be calculated using the procedures in 11.2 and 11.3, respectively.

The following test procedure shall be used to determine Q_{max} .

10.2.1 The test section of 5.2 shall be used, with the test specimen at 100 % of rated travel.

10.2.2 Any upstream supply pressure sufficient to produce choked flow is acceptable, as is any resulting pressure differential across the test specimen provided the criteria of choked flow (specified in 10.2.3) are met.

10.2.3 The downstream throttling valve shall be in the wide-open position. With a preselected inlet pressure, the flow rate shall be measured and the inlet and outlet pressures recorded. This test establishes the maximum pressure differential ($p_1 - p_2$) for the test specimen in this test system. Using the same inlet pressure, a second test shall be conducted with the pressure differential reduced to 90 % of the pressure differential determined in the first test. If the flow rate of this second test is within 0,5 % of the flow rate for the first test, the flow rate measured in the first test may be taken as Q_{max} . If not, repeat the test procedure at a higher inlet pressure.

Although the absolute value of the flow rate shall be measured to an error not exceeding ± 2 %, the repeatability of the tests for x_T shall be better than $\pm 0,5$ % in order to attain the prescribed accuracy. This series of tests shall be made consecutively, using the same instruments, and without alteration to the test set-up.

10.2.4 Noter les données suivantes:

- a) la course de la vanne;
- b) la pression d'entrée p_1 ;
- c) la pression de sortie p_2 ;
- d) la température du fluide à l'entrée T_1 ;
- e) le débit volumétrique Q ;
- f) la pression barométrique;
- g) la description physique du spécimen à essayer (c'est-à-dire le type de la vanne, la dimension nominale, la pression nominale, le sens de l'écoulement)

10.2.5 Autre procédure d'essai pour les facteurs de rapport de pression différentielle x_T et x_{TP} et le coefficient de débit C

Si un laboratoire n'est pas à même de déterminer la valeur x_T d'une vanne en utilisant la procédure décrite ci-dessus, cette autre procédure peut être utilisée en variante.

Le tronçon d'essai de 5.2 est utilisé avec le spécimen à essayer à 100 % de sa course nominale.

Une pression prédéterminée étant appliquée à l'entrée, le débit Q , la température du fluide à l'entrée T_1 et la pression aval doivent être mesurés pour au moins cinq valeurs correctement espacées de x (rapport de la pression différentielle à la pression absolue d'entrée).

A partir de ces données, calculer les valeurs du produit $Y C$ en utilisant l'équation:

$$Y C = \frac{Q}{N_0 p_1} \sqrt{\frac{M T_1}{x}} \quad (16)$$

dans laquelle Y est le coefficient de détente défini par:

$$Y = 1 - \frac{x}{3 F_\gamma x_T} \quad (17)$$

avec $F_\gamma = \gamma/1,4$.

Les points relevés à partir des essais doivent être portés sur une feuille de diagramme à coordonnées linéaires avec $(Y C)$ en ordonnée et x en abscisse de manière à obtenir une courbe lissée sensiblement linéaire. Si un point s'écarte de plus de 5 % de la courbe, d'autres essais doivent être effectués pour obtenir des données d'essai supplémentaires afin de s'assurer que le spécimen présente vraiment une anomalie de fonctionnement.

La valeur de C_0 pour le spécimen doit être prise sur la courbe à $x = 0$, $Y = 1$.

Au moins un point d'essai $(Y C)_1$ doit satisfaire à la condition $(Y C)_1 \geq 0,97 (Y C)_0$, dans laquelle $(Y C)_0$ correspond à $x \approx 0$.

Au moins un point d'essai $(Y C)_n$ doit satisfaire à la condition $(Y C)_n \leq 0,83 (Y C)_0$.

La valeur de x_T pour le spécimen doit être prise sur la courbe à $(Y C) = 0,667 (Y C)_0$.

Si cette méthode est utilisée, on doit l'indiquer.

10.2.4 Record the following data:

- a) valve travel;
- b) inlet pressure p_1 ;
- c) outlet pressure p_2 ;
- d) fluid inlet temperature T_1 ;
- e) volumetric flow rate Q ;
- f) barometric pressure;
- g) physical description of test specimen (i.e. type of valve, nominal size, pressure rating, flow direction).

10.2.5 Alternative test procedure for pressure differential ratio factors x_T and x_{TP} and flow coefficient C

If a laboratory is unable to determine the x_T value for a valve using the procedure described above, this alternative procedure may be used.

The test section of 5.2 shall be used with the test specimen at 100 % of rated travel.

With a preselected inlet pressure, measurements shall be made of flow rate Q , fluid inlet temperature T_1 and downstream pressure for a minimum of five well-spaced values of x (the ratio of pressure differential to absolute inlet pressure).

From these data points, calculate values of the product $Y C$ using the equation:

$$Y C = \frac{Q}{N_s p_1 \sqrt{x}} \sqrt{\frac{M T_1}{x}} \quad (16)$$

where Y is the expansion factor defined by:

$$Y = 1 - \frac{x}{3 F_y x_T} \quad (17)$$

in which $F_y = \gamma/1.4$.

The test points shall be plotted on linear coordinates as $(Y C)$ versus x and a linear curve fitted to the data. If any point deviates by more than 5 % from the curve, additional test data shall be taken to ascertain that the specimen truly exhibits anomalous behaviour.

The value of C_0 for the specimen shall be taken from the curve at $x = 0$, $Y = 1$.

At least one test point $(Y C)_1$ shall fulfill the requirement that $(Y C)_1 \geq 0,97 (Y C)_0$, where $(Y C)_0$ corresponds to $x \approx 0$.

At least one test point $(Y C)_n$ shall fulfill the requirement that $(Y C)_n \leq 0,83 (Y C)_0$.

The value of x_T for the specimen shall be taken from the curve at $(Y C) = 0,667 (Y C)_0$.

If this method is used, that fact shall be stated.

10.3 Procédure d'essai pour le facteur résultant de la géométrie de la tuyauterie F_p

Le facteur résultant de la géométrie de la tuyauterie modifie le coefficient de débit C de la vanne lorsque celle-ci comporte des raccords adjacents. Le facteur F_p est le rapport du coefficient de débit C pour une vanne installée avec des raccords adjacents au coefficient de débit nominal de la vanne installée sans raccords adjacents et essayée dans des conditions de service identiques.

Pour obtenir ce facteur, remplacer la vanne (seule) par la combinaison désirée de la vanne munie de ses raccords adjacents. Effectuer ensuite les essais de débit conformément à 10.1 en considérant la combinaison comme le spécimen à essayer pour déterminer la dimension de la tuyauterie du tronçon d'essai. Par exemple, pour une vanne de DN 100 insérée entre des raccords (convergent et divergent) dans une tuyauterie de DN 150, on doit utiliser des emplacements de prises de pression correspondant à une tuyauterie de DN 150.

La procédure d'évaluation des données est donnée en 11.4.

10.4 Procédure d'essai pour le facteur du nombre de Reynolds F_R

Pour évaluer le facteur du nombre de Reynolds F_R , il faut générer un régime non turbulent à travers la vanne d'essai. Avec un fluide compressible, ce régime ne survient généralement que si la valeur C_R est inférieure à 0,5 pour C_v et à 0,43 pour K_v .

Avec un gaz, un régime non turbulent est censé exister lorsque, en utilisant la procédure décrite en 10.2, le débit mesuré continue à augmenter même lorsque $x \geq x_T$ pour la vanne considérée, c'est-à-dire lorsqu'on n'atteint pas d'écoulement engorgé.

Afin d'obtenir un tel régime non turbulent, il convient que la pression d'entrée dans l'échantillon d'essai soit inférieure à :

$$p_{1 \max} = \frac{0,035}{F_d \sqrt{C F_L}} \quad (18)$$

en bar, sans néanmoins être inférieure à 2 bar absolus.

Déterminer des valeurs de F_R en réalisant des essais d'écoulement, la vanne étant installée sur le tronçon d'essai normalisé sans raccords adjacents. Procéder à un nombre suffisant d'essais à chaque valeur de course de vanne retenue, en faisant varier la pression d'entrée de manière à balayer toute la gamme des régimes, du turbulent au laminaire.

La procédure d'évaluation des données est donnée indiquée en 11.5.

10.5 Procédure d'essai pour le coefficient de correction générique de vanne F_d

Le coefficient de correction générique de vanne prend en compte l'effet de Reynolds. Il est défini comme le rapport du diamètre hydraulique d'un chemin d'écoulement donné au diamètre du chemin d'écoulement total équivalent circulaire.

Il convient de mesurer la valeur de F_d aux courses désirées. Cette valeur ne peut être mesurée que lorsqu'un régime totalement laminaire est atteint en utilisant la procédure décrite en 8.5.

Un régime totalement laminaire est défini comme un régime où $\sqrt{Re_v} / F_r$ est constant à $\pm 5 \%$ près (généralement lorsque $Re_v < 50$).

La procédure d'évaluation des données est indiquée en 11.6.