

COMMISSION ÉLECTROTECHNIQUE INTERNATIONALE
NORME DE LA CEI

INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION
IEC STANDARD

Publication 534-2-3

Première édition — First edition
1983

Vannes de régulation des processus industriels

Deuxième partie: Capacité d'écoulement

Section trois — Procédures d'essai

Industrial-process control valves

Part 2: Flow capacity

Section Three — Test procedures



© CEI 1983

Droits de reproduction réservés — Copyright - all rights reserved

Bureau Central de la Commission Electrotechnique Internationale

3, rue de Varembe
Genève, Suisse

Révision de la présente publication

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

Les renseignements relatifs à ce travail de révision, à l'établissement des éditions révisées et aux mises à jour peuvent être obtenus auprès des Comités nationaux de la CEI et en consultant les documents ci-dessous:

- **Bulletin de la CEI**
- **Annuaire de la CEI**
- **Catalogue des publications de la CEI**

Publié annuellement

Terminologie

En ce qui concerne la terminologie générale, le lecteur se reportera à la Publication 50 de la CEI: Vocabulaire Electrotechnique International (VEI), qui est établie sous forme de chapitres séparés traitant chacun d'un sujet défini, l'Index général étant publié séparément. Des détails complets sur le VEI peuvent être obtenus sur demande.

Les termes et définitions figurant dans la présente publication ont été soit repris du VEI, soit spécifiquement approuvés aux fins de cette publication.

Symboles graphiques et littéraux

Pour les symboles graphiques, symboles littéraux et signes d'usage général approuvés par la CEI, le lecteur consultera:

- la Publication 27 de la CEI: Symboles littéraux à utiliser en électrotechnique;
- la Publication 117 de la CEI: Symboles graphiques recommandés.

Les symboles et signes contenus dans la présente publication ont été soit repris des Publications 27 ou 117 de la CEI, soit spécifiquement approuvés aux fins de cette publication.

Publications de la CEI établies par le même Comité d'Etudes

L'attention du lecteur est attirée sur la page 3 de la couverture, qui énumère les publications de la CEI préparées par le Comité d'Etudes qui a établi la présente publication.

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

- **IEC Bulletin**
- **IEC Yearbook**
- **Catalogue of IEC Publications**

Published yearly

Terminology

For general terminology, readers are referred to IEC Publication 50: International Electrotechnical Vocabulary (I.E.V.), which is issued in the form of separate chapters each dealing with a specific field, the General Index being published as a separate booklet. Full details of the I.E.V. will be supplied on request.

The terms and definitions contained in the present publication have either been taken from the I.E.V. or have been specifically approved for the purpose of this publication.

Graphical and letter symbols

For graphical symbols, and letter symbols and signs approved by the IEC for general use, readers are referred to:

- IEC Publication 27: Letter symbols to be used in electrical technology;
- IEC Publication 117: Recommended graphical symbols.

The symbols and signs contained in the present publication have either been taken from IEC Publications 27 or 117, or have been specifically approved for the purpose of this publication.

IEC publications prepared by the same Technical Committee

The attention of readers is drawn to the inside of the back cover, which lists IEC publications issued by the Technical Committee which has prepared the present publication.

COMMISSION ÉLECTROTECHNIQUE INTERNATIONALE
NORME DE LA CEI

INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION
IEC STANDARD

Publication 534-2-3

Première édition — First edition
1983

Vannes de régulation des processus industriels

Deuxième partie: Capacité d'écoulement

Section trois — Procédures d'essai

Industrial-process control valves

Part 2: Flow capacity

Section Three — Test procedures



© CEI 1983

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.

Bureau Central de la Commission Electrotechnique Internationale

3, rue de Varembe
Genève, Suisse

SOMMAIRE

	Pages
PRÉAMBULE	4
PRÉFACE	4
Articles	
1. Domaine d'application	6
2. Définitions	6
3. Nomenclature	6
4. Système d'essai	10
5. Précision des essais	16
6. Fluides d'essais	16
7. Procédure d'essai pour les fluides incompressibles	16
8. Procédure d'évaluation des données pour les fluides incompressibles	22
9. Procédure d'essai pour les fluides compressibles	26
10. Procédure d'évaluation des données pour les fluides compressibles	32
ANNEXE A — Exemples types de spécimens à essayer montrant les emplacements appropriés des prises de pression	36

CONTENTS

	Page
FOREWORD	5
PREFACE	5
Clause	
1. Scope	7
2. Definitions	7
3. Nomenclature	7
4. Test system	11
5. Accuracy of tests	17
6. Test fluids	17
7. Test procedure for incompressible fluids	17
8. Data evaluation procedure for incompressible fluids	23
9. Test procedure for compressible fluids	27
10. Data evaluation procedure for compressible fluids	33
APPENDIX A — Typical examples of test specimens showing appropriate pressure tap locations	37

COMMISSION ÉLECTROTECHNIQUE INTERNATIONALE

VANNES DE RÉGULATION DES PROCESSUS INDUSTRIELS

Deuxième partie: Capacité d'écoulement

SECTION TROIS — PROCÉDURES D'ESSAI

PRÉAMBULE

- 1) Les décisions ou accords officiels de la CEI en ce qui concerne les questions techniques, préparés par des Comités d'Etudes où sont représentés tous les Comités nationaux s'intéressant à ces questions, expriment dans la plus grande mesure possible un accord international sur les sujets examinés.
- 2) Ces décisions constituent des recommandations internationales et sont agréées comme telles par les Comités nationaux.
- 3) Dans le but d'encourager l'unification internationale, la CEI exprime le vœu que tous les Comités nationaux adoptent dans leurs règles nationales le texte de la recommandation de la CEI, dans la mesure où les conditions nationales le permettent. Toute divergence entre la recommandation de la CEI et la règle nationale correspondante doit, dans la mesure du possible, être indiquée en termes clairs dans cette dernière.

PRÉFACE

La présente norme a été établie par le Sous-comité 65B, Eléments des systèmes, du Comité d'Etudes n° 65 de la CEI: Mesure et commande dans les processus industriels.

Un premier projet fut discuté lors de la réunion tenue à Florence en 1978. Un projet révisé, document 65B(Bureau Central)25, fut soumis à l'approbation des Comités nationaux suivant la Règle des Six Mois en décembre 1980.

Les Comités nationaux des pays ci-après se sont prononcés explicitement en faveur de la publication:

Afrique du Sud (République d')	Japon
Autriche	Pays-Bas
Belgique	Pologne
Bésil	Royaume-Uni
Bulgarie	Suède
Canada	Suisse
Danemark	Tchécoslovaquie
Egypte	Turquie
Etats-Unis d'Amérique	

La présente norme constitue la deuxième partie, section trois, de la Publication 534 de la CEI: Vannes de régulation des processus industriels. La première partie: Considérations générales, est, d'une façon générale, applicable à la présente norme sauf que la présente norme remplace l'article 5 de la première partie.

Autres publications de la CEI citées dans la présente norme:

- Publications n°s 534-1: Vannes de régulation des processus industriels, Première partie: Considérations générales.
- 534-2: 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.
- 534-2-2: Deuxième partie: Capacité d'écoulement. Section deux – Equations de dimensionnement pour l'écoulement des fluides compressibles dans les conditions d'installation.

INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION

INDUSTRIAL-PROCESS CONTROL VALVES

Part 2: Flow capacity

SECTION THREE – TEST PROCEDURES

FOREWORD

- 1) The formal decisions or agreements of the IEC on technical matters, prepared by Technical Committees on which all the National Committees having a special interest therein are represented, express, as nearly as possible, an international consensus of opinion on the subjects dealt with.
- 2) They have the form of recommendations for international use and they are accepted by the National Committees in that sense.
- 3) In order to promote international unification, the IEC expresses the wish that all National Committees should adopt the text of the IEC recommendation for their national rules in so far as national conditions will permit. Any divergence between the IEC recommendation and the corresponding national rules should, as far as possible, be clearly indicated in the latter.

PREFACE

This standard has been prepared by Sub-Committee 65B: Elements of Systems, of IEC Technical Committee No. 65: Industrial-process Measurement and Control.

A first draft was discussed at the meeting held in Florence in 1978. A revised draft, Document 65B(Central Office)25, was submitted to the National Committees for approval under the Six Months' Rule in December 1980.

The National Committees of the following countries voted explicitly in favour of publication:

Austria	Netherlands
Belgium	Poland
Brazil	South Africa (Republic of)
Bulgaria	Sweden
Canada	Switzerland
Czechoslovakia	Turkey
Denmark	United Kingdom
Egypt	United States of America
Japan	

This standard forms Part 2, Section Three, of IEC Publication 534: Industrial-process Control Valves. Part 1, General Considerations, applies in general except that this standard supersedes Clause 5 of Part 1.

Other IEC Publications quoted in this standard:

Publications Nos. 534-1: Industrial-process Control Valves, Part 1: General Considerations.

534-2: Part 2: Flow Capacity. Section One — Sizing Equations for Incompressible Fluid Flow under Installed Conditions.

534-2-2: Part 2: Flow Capacity. Section Two — Sizing Equations for Compressible Fluid Flow under Installed Conditions.

VANNES DE RÉGULATION DES PROCESSUS INDUSTRIELS

Deuxième partie: Capacité d'écoulement

SECTION TROIS — PROCÉDURES D'ESSAI

1. Domaine d'application

La présente norme 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 Publication 534-2 de la CEI: 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, et de la Publication 534-2-2 de la CEI: Deuxième partie: Capacité d'écoulement. Section deux — Equations de dimensionnement pour l'écoulement des fluides compressibles dans les conditions d'installation:

- a) le coefficient de débit C ;
- b) le facteur de récupération de pression du liquide F_L ;
- c) le facteur combiné de récupération de pression du liquide et de géométrie de la tuyauterie F_{LP} ;
- d) le facteur résultant de la géométrie de la tuyauterie F_F ;
- e) les facteurs de rapport de pression différentielle x_T et x_{TP} .

Les procédures d'essai concernant le facteur de rapport de pression critique du liquide F_F et le facteur du nombre de Reynolds F_F ne sont pas données; cependant, des commentaires relatifs à leur détermination sont inclus.

2. Définitions

Pour les besoins de la présente norme, les définitions données dans les Publications 534-1: Vannes de régulation des processus industriels, Première partie: Considérations générales, 534-2 et 534-2-2 de la CEI sont applicables.

3. Nomenclature

Symboles	Désignation	Unités
C	Coefficient de débit (A_v , K_v , C_v)	Diverses (voir Publication 534-1 de la CEI)
d	Dimension nominale de la vanne (DN)	mm
F_F	Facteur de rapport de pression critique du liquide	Sans dimension
F_L	Facteur de récupération de pression du liquide dans une vanne de régulation sans raccords adjacents	Sans dimension
F_{LP}	Facteur combiné de récupération de pression du liquide et de géométrie de la tuyauterie d'une vanne de régulation avec raccords adjacents	Sans dimension

INDUSTRIAL-PROCESS CONTROL VALVES

Part 2: Flow capacity

SECTION THREE — TEST PROCEDURES

1. Scope

This standard 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 Publications 534-2: Industrial-process Control Valves, Part 2: Flow Capacity, Section One — Sizing Equations for Incompressible Fluid Flow under Installed Conditions, and 534-2-2: Part 2: Flow Capacity, Section Two — Sizing Equations for Compressible Fluid Flow under Installed Conditions:

- a) flow coefficient C ;
- b) liquid pressure recovery factor F_L ;
- c) combined liquid pressure recovery factor and piping geometry factor F_{LP} ;
- d) piping geometry factor F_P ;
- e) pressure differential ratio factors x_T and x_{TP} .

Test procedures are not given for the liquid critical pressure ratio factor F_F , and Reynolds number factor F_R ; however, comments regarding their determination are included.

2. Definitions

For the purpose of this standard, the definitions given in IEC Publications 534-1: Industrial-process Control Valves, Part 1: General Considerations, 534-2 and 534-2-2, shall apply.

3. Nomenclature

Symbol	Description	Unit
C	Flow coefficient (A_v , K_v , C_v)	Various (see IEC Publication 534-1)
d	Nominal valve size (DN)	mm
F_F	Liquid critical pressure ratio factor	Dimensionless
F_L	Liquid pressure recovery factory of a control valve without attached fittings	Dimensionless
F_{LP}	Combined liquid pressure recovery factor and piping geometry factor of a control valve with attached fittings	Dimensionless

<i>Symboles</i>	<i>Désignation</i>	<i>Unités</i>
F_P	Facteur résultant de la géométrie de la tuyauterie	Sans dimension
F_R	Facteur du nombre de Reynolds	Sans dimension
F_γ	Facteur du rapport des chaleurs spécifiques	Sans dimension
M	Masse moléculaire du fluide en écoulement	Sans dimension
N_1, N_9	Constantes numériques (voir tableau III)	Diverses
p_c	Pression thermodynamique critique	kPa ou bar (voir note 1)
p_v	Tension de vapeur du liquide à la température d'entrée	kPa ou bar
p_1	Pression absolue d'entrée, mesurée à la prise de pression amont	kPa ou bar
p_2	Pression absolue de sortie, mesurée à la prise de pression aval	kPa ou bar
Δp	Pression différentielle entre prises de pression amont et aval ($p_1 - p_2$)	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 2)
$Q_{\max}$	Débit volumétrique maximal (écoulement engorgé)	m ³ /h (voir note 2)
$Q_{\max} (L)$	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 (voir note 2)
$Q_{\max} (TP)$	Débit volumétrique maximal pour les fluides compressibles (écoulement engorgé avec raccords adjacents)	m ³ /h (voir note 2)
Re_v	Nombre de Reynolds de la vanne	Sans dimension
T_1	Température absolue d'entrée	K
T_s	Température de référence dans les conditions normales	°C
x	Rapport de la pression différentielle à la pression absolue à l'entrée ($\Delta p/p_1$)	Sans dimension
x_T	Facteur du rapport de pression différentielle d'une vanne de régulation sans raccords adjacents	Sans dimension
x_{TP}	Facteur du rapport de pression différentielle d'une vanne de régulation avec raccords adjacents	Sans dimension
Y	Facteur de détente	Sans dimension
Z	Facteur de compressibilité ($Z = 1$ pour les gaz qui se comportent comme un gaz parfait)	Sans dimension
γ	Rapport des chaleurs spécifiques	Sans dimension
ν	Viscosité cinématique (en centistokes)	10 ⁻⁶ m ² /s (voir note 3)
ρ/ρ_0	Densité massique ($\rho/\rho_0 = 1$ pour l'eau à 15,5 °C)	Sans dimension

Notes 1. — 1 bar = 10² kPa = 10⁵ Pa.

2. — 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 de 15,5 °C (voir tableau III).

3. — 1 centistoke = 10⁻⁶ m²/s.

Symbol	Description	Unit
F_P	Piping geometry factor	Dimensionless
F_R	Reynolds number factor	Dimensionless
F_γ	Specific heat ratio factor	Dimensionless
M	Molecular mass of flowing fluid	Dimensionless
N_1, N_9	Numerical constants (see Table III)	Various
p_c	Thermodynamic critical pressure	kPa or bar (see Note 1)
p_v	Vapour pressure of liquid at inlet temperature	kPa or bar
p_1	Inlet absolute pressure measured at the upstream pressure tap	kPa or bar
p_2	Outlet absolute pressure measured at the downstream pressure tap	kPa or bar
Δp	Pressure differential between upstream and downstream pressure taps ($p_1 - p_2$)	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 2)
$Q_{\max}$	Maximum volumetric flow rate (choked flow conditions)	m ³ /h (see Note 2)
$Q_{\max} (L)$	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 (see Note 2)
$Q_{\max} (TP)$	Maximum volumetric flow rate for compressible fluids (choked flow conditions with attached fittings)	m ³ /h (see Note 2)
Re_v	Valve Reynolds number	Dimensionless
T_1	Inlet absolute temperature	K
T_s	Reference temperature for standard conditions	°C
x	Ratio of pressure differential to inlet absolute pressure ($\Delta p/p_1$)	Dimensionless
x_T	Pressure differential ratio factor of a control valve without attached fittings	Dimensionless
x_{TP}	Pressure differential ratio factor of a control valve with attached fittings	Dimensionless
Y	Expansion factor	Dimensionless
Z	Compressibility factor ($Z = 1$ for gases that exhibit ideal gas behaviour)	Dimensionless
γ	Specific heat ratio	Dimensionless
ν	Kinematic viscosity (in centistokes)	10 ⁻⁶ m ² /s (see Note 3)
ρ/ρ_o	Relative density ($\rho/\rho_o = 1$ for water at 15.5 °C)	Dimensionless

Notes 1. — 1 bar = 10² kPa = 10⁵ Pa.

2. — 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 15.5 °C (see Table III).

3. — 1 centistoke = 10⁻⁶ m²/s.

4. Système d'essai

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

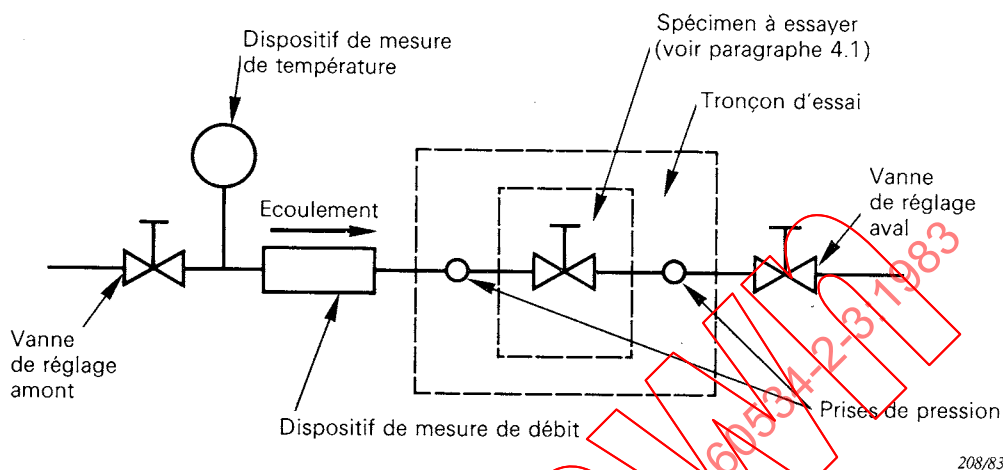


FIG. 1. — Élément de base d'un système d'essai d'écoulement.

4.1 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.

Cette norme 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.

4.2 Tronçon d'essai

Le tronçon d'essai doit comporter deux longueurs droites de tuyauterie comme indiqué dans le tableau I. 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, le diamètre intérieur d'entrée et de sortie du spécimen à essayer doit être 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.

4. Test system

A basic flow test system is shown in Figure 1.

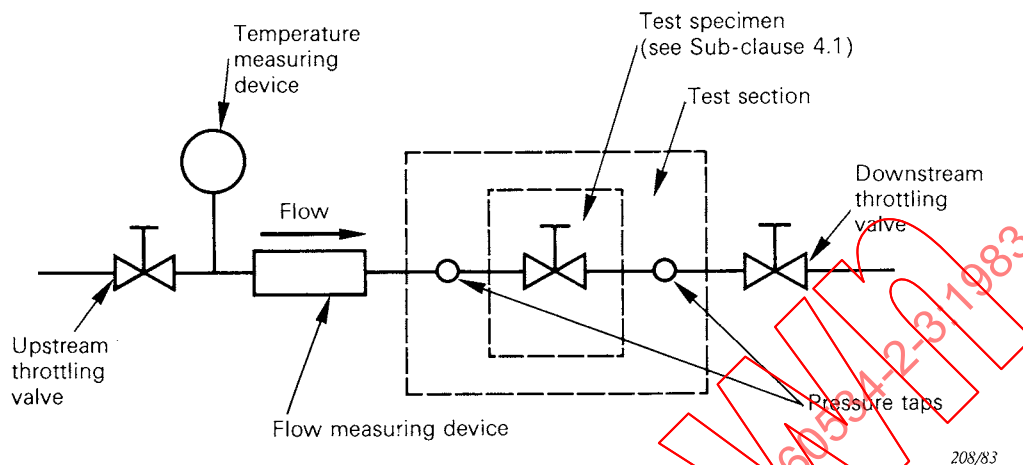


FIG. 1. — Basic flow test system.

4.1 Test specimen

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

Modelling of test specimens to a smaller scale is an acceptable practice in this standard, although testing of full-size specimens or models is preferable. Good practice in modelling 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.

4.2 Test section

The test section shall consist of two straight lengths of pipe as shown in Table I. 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 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, 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.

4.3 Vannes de réglage

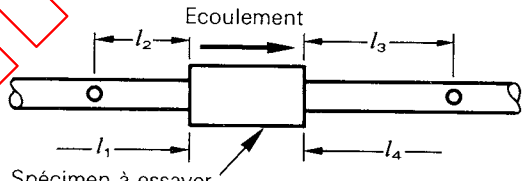
La vanne de réglage amont est utilisée pour régler la pression d'entrée du tronçon d'essai. La vanne de réglage aval est utilisée pour le réglage en cours d'essai. Les deux vannes sont utilisées conjointement pour régler la pression différentielle entre les prises de mesure de pression du tronçon d'essai et maintenir une pression aval déterminée. Il n'y a aucune restriction en ce qui concerne le type de ces vannes. Toutefois, la vanne amont doit être choisie et placée 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 se produise un écoulement engorgé dans ce dernier. Toute vaporisation dans la vanne amont doit être évitée en cours d'essai sur des liquides.

4.4 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. La résolution et la répétabilité de l'instrument doivent être meilleures que 0,5%.

TABLEAU I

Tronçon d'essai — Conditions requises pour les longueurs droites de tuyauterie

l_1	l_2	l_3	l_4	Configuration du tronçon d'essai normalisé
Au minimum vingt fois le diamètre nominal de la tuyauterie	Deux fois le diamètre nominal de la tuyauterie	Six fois le diamètre nominal de la tuyauterie	Au minimum sept fois le diamètre nominal de la tuyauterie	

Notes 1. — Des tranquilliseurs peuvent être utilisés si cela est bénéfique. Si tel est le cas la longueur l_1 ne doit cependant pas être inférieure à 10 fois le diamètre nominal de la tuyauterie.

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).

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_1 soit supérieure à 20 fois le diamètre nominal de la tuyauterie, sauf si des tranquilliseurs sont utilisés.

4.5 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 I et doivent être exécutées selon le montage illustré par la figure 2, page 14. 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.

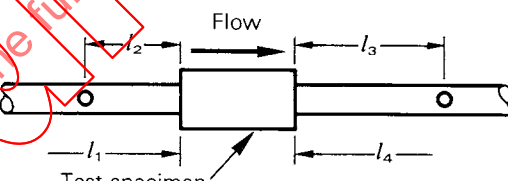
4.3 Throttling valves

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.

4.4 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. The resolution and repeatability of the instrument shall be within 0.5%.

TABLE I
Test section piping requirements

l_1	l_2	l_3	l_4	Standard test section configuration
Twenty times nominal pipe diameter minimum	Two times nominal pipe diameter	Six times nominal pipe diameter	Seven times nominal pipe diameter minimum	

Notes 1. — Straightening vanes may be used where beneficial. If employed, the length l_1 may be reduced to not less than ten times the nominal pipe diameter.

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 Appendix A.)

3. — If upstream flow disturbance consists of two elbows in series and they are in different planes, the dimension l_1 should exceed 20 nominal pipe diameters unless straightening vanes are used.

4.5 Pressure taps

Pressure taps shall be provided on the test section piping in accordance with the requirements in Table I and shall conform to the construction illustrated in Figure 2, page 15. 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.

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.

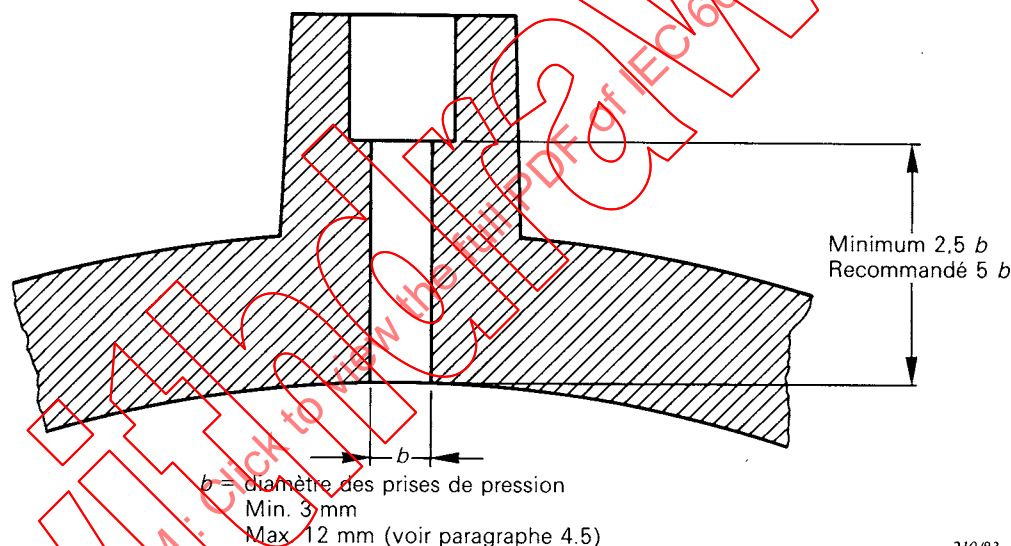
N'importe quelle méthode de réalisation du raccordement matériel est acceptable pourvu qu'il soit en tout point conforme aux recommandations ci-dessus; toutefois, en aucun cas un raccord ne doit comporter une protubérance qui fasse saillie à l'intérieur de la tuyauterie.

4.5.1 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.

4.5.2 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.



210/83

FIG. 2. — Réalisation recommandée pour les prises de pression.

4.6 Mesures de pression

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

4.7 Mesure de température

La température du fluide à l'entrée doit être mesurée avec une précision de ± 1 K. Elle doit rester constante à ± 3 K près pendant la durée de tout essai spécifique de débit. La sonde mesurant la température doit être choisie et placée de manière à avoir le moindre effet possible sur les mesures de débit et de pression.

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.

4.5.1 Incompressible fluids

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.

4.5.2 Compressible fluids

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.

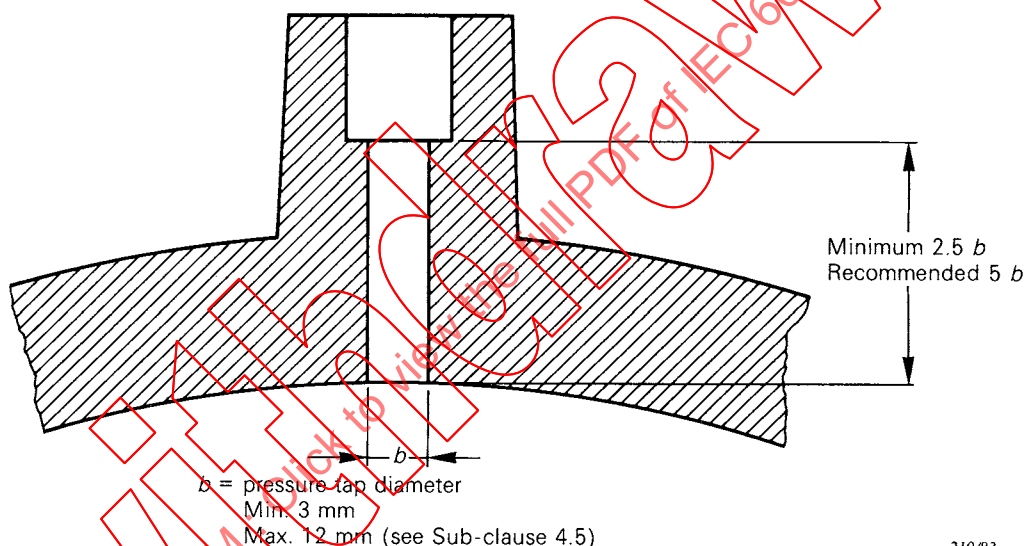


FIG. 2. — Recommended pressure tap connection.

4.6 Pressure measurement

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

4.7 Temperature measurement

The fluid inlet temperature shall be measured to an accuracy of ± 1 K. It shall remain constant within ± 3 K during the test run for any one specific flow test. The temperature measuring probe should be chosen and positioned to have minimum effect on the flow and pressure measurements.

4.8 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.

4.9 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:

<i>Dimension de la tuyauterie</i>	<i>Défait d'alignement toléré</i>
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. Précision des essais

Lorsque les procédures décrites dans cette norme sont utilisées, la tolérance attendue pour la valeur du coefficient de débit C est de $\pm 5\%$.

6. Fluides d'essais

6.1 Fluide incompressible

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.

6.2 Fluide compressible

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. Il y a lieu de prendre bien soin d'éviter tout givrage interne au cours de l'essai.

7. 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 8.

7.1 Procédure d'essai pour le coefficient de débit C

La détermination du coefficient de débit C nécessite la mise en œuvre de la procédure d'essai suivante. Les données doivent être évaluées en utilisant la procédure décrite au paragraphe 8.3.

4.8 *Valve travel*

The valve travel shall be fixed within $\pm 0.5\%$ of the rated travel during any one specific flow test.

4.9 *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:

<i>Pipe size</i>	<i>Allowable misalignment</i>
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.

5. **Accuracy of tests**

When the procedures outlined in this standard are used, the expected tolerance for the value of the flow coefficient C is $\pm 5\%$.

6. **Test fluids**

6.1 *Incompressible fluid*

Water within a temperature range of 5 °C to 40 °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.

6.2 *Compressible fluid*

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.

7. **Test procedure for incompressible fluids**

In the following sub-clauses specific instructions are given for the performance of various tests. Evaluation of data obtained from these tests is contained in Clause 8.

7.1 *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 Sub-clause 8.3.

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

7.1.2 Les essais d'écoulement doivent comporter des mesures de débit à trois pressions différentielles dont les incréments sont d'au moins 15 kPa (0,15 bar). La pression différentielle doit être supérieure ou égale à 35 kPa (0,35 bar).

Pour les très petites capacités d'écoulement de vanne, il peut se produire un écoulement non turbulent aux conditions de pression différentielle recommandées. Dans ce cas, il faut utiliser des pressions différentielles supérieures pour réaliser un écoulement turbulent; cependant, il est impératif d'avoir dans la vanne un nombre de Reynolds Re_v d'au moins 4×10^4 .

Pour les vannes où des limitations apparaissent du fait de la source de débit, des pressions différentielles inférieures peuvent être utilisées au choix, pour autant que l'écoulement reste turbulent.

Les écarts par rapport aux pressions différentielles recommandées doivent être notés. Indiquer les raisons de ces écarts.

7.1.3 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 II. 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.

TABLEAU II

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

Pression différentielle kPa F_L	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)

7.1.1 Install the test specimen without attached fittings in accordance with piping requirements in Table I.

7.1.2 Flow tests shall include flow measurements at three pressure differentials in increments of at least 15 kPa (0.15 bar). The pressure differential shall be greater than or equal to 35 kPa (0.35 bar).

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, it is essential to have a minimum valve Reynolds number Re_v of 4×10^4 .

For valves where flow source limitations are reached, lower pressure differentials may be used optionally as long as turbulent flow is maintained.

Deviations from recommended pressure differentials shall be recorded. Indicate reasons for the deviations.

7.1.3 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 II. 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.

TABLE II

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

Pressure differential kPa (bar) F_L	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)

7.1.4 Les essais de débit doivent être effectués pour déterminer:

- a) le coefficient de débit nominal C , à 100% de la course nominale;
- b) les caractéristiques intrinsèques de débit (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.

7.1.5 Noter les données suivantes:

- a) la course de la vanne à $\pm 0,5\%$ près de la course nominale;
- b) la pression d'entrée (p_1) à $\pm 2\%$ près;
- c) la pression différentielle ($p_1 - p_2$) entre les prises de pression à $\pm 2\%$ près;
- d) la température du fluide à l'entrée (T_1) à ± 1 K près;
- e) le débit volumétrique (Q) à $\pm 2\%$ près;
- 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).

7.2 *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 au paragraphe 8.4. 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.

7.2.1 Le tronçon d'essai du paragraphe 4.2 doit être utilisé avec le spécimen à essayer verrouillé à la position désirée.

7.2.2 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 $F_L > 0,XX$.

7.1.4 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 characteristic more fully, flow tests may be performed at travels less than 5% of rated travel.

7.1.5 Record the following data:

- a) valve travel within $\pm 0.5\%$ of rated travel;
- b) inlet pressure (p_1) within $\pm 2\%$;
- c) pressure differential ($p_1 - p_2$) across the pressure taps within $\pm 2\%$;
- d) fluid inlet temperature (T_1) within ± 1 K;
- e) volumetric flow rate (Q) within $\pm 2\%$;
- f) barometric pressure;
- g) physical description of test specimen (i.e., type of valve, nominal size, pressure rating, flow direction).

7.2 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 Sub-clause 8.4. 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.

7.2.1 The test section of Sub-clause 4.2 shall be used with the test specimen locked at the desired position.

7.2.2 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 $F_L > 0.XX$.

7.2.3 Noter les données suivantes:

- a) la course de la vanne à $\pm 0,5\%$ près de la course nominale;
- b) la pression d'entrée (p_1) à $\pm 2\%$ près;
- c) la pression de sortie (p_2) à $\pm 2\%$ près;
- d) la température du fluide à l'entrée (T_1) à ± 1 K près;
- e) le débit volumétrique (Q) à $\pm 2\%$ près;
- 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).

7.3 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 au paragraphe 7.1 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 insérée dans une tuyauterie de 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 au paragraphe 8.5.

8. Procédure d'évaluation des données pour les fluides incompressibles

8.1 Ecoulement non engorgé

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

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

Pour une vanne installée sans raccords adjacents, $F_P = 1$ et pour un écoulement en régime turbulent $F_R = 1$. Les valeurs de N_1 sont données dans le tableau III.

8.2 Ecoulement engorgé

Pour l'écoulement engorgé deux cas sont à considérer:

8.2.1 Sans raccords adjacents

Lorsque la vanne de régulation est installée sans raccords adjacents:

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

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

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

7.2.3 Record the following data:

- a) valve travel within $\pm 0.5\%$ of rated travel;
- b) inlet pressure (p_1) within $\pm 2\%$;
- c) outlet pressure (p_2) within $\pm 2\%$;
- d) fluid inlet temperature (T_1) within ± 1 K;
- e) volumetric flow rate (Q) within $\pm 2\%$;
- f) barometric pressure;
- g) physical description of test specimen (i.e. type of valve, nominal size, pressure rating, flow direction).

7.3 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 Sub-clause 7.1 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 Sub-clause 8.5.

8. Data evaluation procedure for incompressible fluids

8.1 Non-choked flow

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

$$Q = N_1 \cdot F_R \cdot F_P \cdot C \sqrt{\frac{\Delta p}{\rho/\rho_o}} \quad (1)$$

For a valve installed without attached fittings $F_P = 1$, and for turbulent flow conditions $F_R = 1$. Values of N_1 are found in Table III.

8.2 Choked flow

For choked flow two conditions shall be considered:

8.2.1 Without attached fittings

When the control valve is installed without attached fittings:

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

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

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

8.2.2 Avec raccords adjacents

Lorsque la vanne de régulation est installée avec raccords adjacents:

$$Q_{\max (LP)} = N_1 \cdot F_R \cdot F_P \cdot C \sqrt{\left(\frac{F_{LP}}{F_P}\right)^2 \left(\frac{p_1 - F_F p_v}{\rho/\rho_0}\right)} \quad (3a)$$

La forme habituelle de l'équation (3a) est:

$$Q_{\max (LP)} = N_1 \cdot F_R \cdot F_{LP} \cdot C \sqrt{\frac{p_1 - F_F p_v}{\rho/\rho_0}} \quad (3b)$$

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

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

8.3 Calcul du coefficient de débit C

Le coefficient de débit C peut être calculé sous forme de A_v , K_v ou C_v . Voir le tableau III 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 au paragraphe 7.1, calculer le coefficient de débit C en utilisant pour chaque essai de débit l'équation:

$$C = \frac{Q}{N_1 \sqrt{\frac{\Delta p}{\rho/\rho_0}}} \quad (4)$$

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 est la moyenne arithmétique des trois valeurs d'essai arrondies à trois chiffres significatifs au plus.

8.4 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 au paragraphe 7.2 et les équations suivantes:

8.4.1 Sans raccords adjacents

Lorsque la vanne de régulation est installée sans raccords adjacents:

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

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

8.2.2 With attached fittings:

When the control valve is installed with attached fittings:

$$Q_{\max (LP)} = N_1 \cdot F_R \cdot F_P \cdot C \sqrt{\left(\frac{F_{LP}}{F_P}\right)^2 \left(\frac{p_1 - F_F p_v}{\rho/\rho_o}\right)} \quad (3a)$$

The common form of equation (3a) is:

$$Q_{\max (LP)} = N_1 \cdot F_R \cdot F_{LP} \cdot C \sqrt{\frac{p_1 - F_F p_v}{\rho/\rho_o}} \quad (3b)$$

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

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

8.3 Calculation of flow coefficient C

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

Using the data obtained in Sub-clause 7.1, calculate C for each flow test using the equation:

$$C = \frac{Q}{N_1 \sqrt{\frac{\Delta p}{\rho/\rho_o}}} \quad (4)$$

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

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.

8.4 Calculation of liquid pressure recovery factor F_L and 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 Sub-clause 7.2 and the following equations:

8.4.1 Without attached fittings

When the control valve is installed without attached fittings:

$$F_L = \frac{Q_{\max (L)}}{N_1 \cdot C} \sqrt{\frac{\rho/\rho_o}{p_1 - F_F p_v}} \quad (5)$$

For water in the prescribed temperature range, $\rho/\rho_o = 1$ and $F_F = 0.96$.

8.4.2 Avec raccords adjacents

Lorsque la vanne de régulation est installée avec raccords adjacents:

$$F_{LP} = \frac{Q_{\max (LP)}}{N_1 \cdot C} \sqrt{\frac{\rho/\rho_0}{p_1 - F_F p_v}} \quad (6)$$

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

8.5 Calcul du facteur résultant de la géométrie de la tuyauterie F_P

Calculer F_P comme suit en utilisant les valeurs géométriques moyennes obtenues au paragraphe 7.3:

$$F_P = \frac{C \text{ pour la vanne installée avec raccords adjacents}}{C \text{ nominal}} = \frac{\frac{Q}{N_1} \sqrt{\frac{\rho/\rho_0}{\Delta p}}}{C} \quad (7)$$

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

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

Le rapport de la pression apparente à la vena contracta dans les conditions d'écoulement engorgé à la tension de vapeur du liquide à la température à l'entrée F_F peut être déterminé par essai. Cependant, en général on utilise soit un graphique donnant F_F en fonction de p_v/p_c , soit une équation empirique. Les deux méthodes sont données dans la section un de la Publication 534-2 de la CEI.

8.7 Calcul du facteur du nombre de Reynolds F_R

Le rapport du coefficient de débit mesuré pour un spécimen donné à essayer en régime d'écoulement non turbulent au coefficient de débit déterminé pour le même spécimen en régime d'écoulement turbulent F_R peut être déterminé par essai. Des courbes de caractéristiques similaires donnant F_R en fonction de Re_v sont obtenues à partir de résultats d'essai sur de nombreuses vannes, y compris des variations de dimensions, de modèle et d'ouverture d'orifice.

Par suite de cette similitude et de la complexité des essais, il est de pratique courante d'utiliser une courbe caractéristique publiée. Cette courbe est donnée dans la Publication 534-2 de la CEI.

9. 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 expliquée à l'article 10.

9.1 Procédure d'essai pour le coefficient de débit C

La détermination du coefficient de débit C nécessite la mise en œuvre de la procédure d'essai suivante. Les données doivent être évaluées en utilisant la procédure décrite au paragraphe 10.1.

8.4.2 With attached fittings

When the control valve is installed with attached fittings:

$$F_{LP} = \frac{Q_{\max (LP)}}{N_1 \cdot C} \sqrt{\frac{\rho/\rho_o}{p_1 - F_F p_v}} \quad (6)$$

For water in the prescribed temperature range, $\rho/\rho_o = 1$ and $F_F = 0.96$.

8.5 Calculation of piping geometry factor F_P

Calculate F_P as follows using average values obtained in Sub-clause 7.3:

$$F_P = \frac{C \text{ for valve installed with attached fittings}}{\text{rated } C} = \frac{\frac{Q}{N_1} \sqrt{\frac{\rho/\rho_o}{\Delta p}}}{C} \quad (7)$$

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

8.6 Calculation of liquid critical pressure ratio factor F_F

The ratio of the apparent vena contracta pressure at choked flow conditions to the vapour pressure of the liquid at inlet temperature F_F may be determined by test. However, general practice has been to rely upon either an accepted graphical relationship between F_F and p_v/p_c or an empirical equation. Both are given in Section One of IEC Publication 534-2.

8.7 Calculation of Reynolds number factor F_R

The ratio of a flow coefficient measured for a given test specimen when non-turbulent flow conditions exist to the flow coefficient determined for the same test specimen under turbulent flow conditions, F_R , may be determined by test. Similar characteristic curves of F_R versus Re_v are obtained from test results on numerous valves, including variations in size, style and port openings.

Because of this similarity and the complexity of the tests, general practice has been to rely upon a published characteristic curve. This curve is given in IEC Publication 534-2.

9. 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 10.

9.1 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 Sub-clause 10.1.

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

9.1.2 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 le paragraphe 9.2.5.

9.1.3 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 (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.

9.1.4 *Noter les données suivantes:*

- a) la course de la vanne à $\pm 0,5\%$ près de la course nominale;
- b) la pression d'entrée (p_1) à $\pm 2\%$ près;
- c) la pression différentielle ($p_1 - p_2$) entre les prises de pression à $\pm 2\%$ près;
- d) la température du fluide à l'entrée (T_1) à ± 1 K près;
- e) le débit volumétrique (Q) à $\pm 2\%$ près;
- 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).

9.2 *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 (10) et (11). 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 aux paragraphes 10.2 et 10.3.

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

9.2.1 Le tronçon d'essai du paragraphe 4.2 doit être utilisé avec le spécimen à essayer à 100% de sa course nominale.

9.2.2 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 au paragraphe suivant) soient satisfaits.

9.1.1 Install the test specimen without attached fittings in accordance with the piping requirements in Table I.

9.1.2 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 Sub-clause 9.2.5.

9.1.3 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 characteristic more fully, flow tests may be performed at travels less than 5% of rated travel.

9.1.4 *Record the following data:*

- a) valve travel within $\pm 0.5\%$ of rated travel;
- b) inlet pressure (p_1) within $\pm 2\%$;
- c) pressure differential ($p_1 - p_2$) across pressure taps within $\pm 2\%$;
- d) fluid inlet temperature (T_1) within ± 1 K;
- e) volumetric flow rate (Q) within $\pm 2\%$;
- f) barometric pressure;
- g) physical description of test specimen (i.e. type of valve, nominal size, pressure rating, flow direction).

9.2 *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 $F_\gamma = 1$ ($\gamma = 1.4$). However, these quantities can be obtained when using test gases for which F_γ does not equal 1 as shown in equations (10) and (11). 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 Sub-clauses 10.2 and 10.3, respectively.

The following test procedure shall be used to determine $Q_{\max}$:

9.2.1 The test section of Sub-clause 4.2 shall be used, with the test specimen at 100% of rated travel.

9.2.2 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 next sub-clause) are met.

9.2.3 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, cela signifie que le débit maximal a été atteint. Sinon, il faut répéter la procédure d'essai à une pression supérieure à l'entrée.

9.2.4 Noter les données suivantes:

- la course de la vanne à $\pm 0,5\%$ près de la course nominale;
- la pression d'entrée (p_1) à $\pm 2\%$ près;
- la pression de sortie (p_2) à $\pm 2\%$ près;
- la température du fluide à l'entrée (T_1) à ± 1 K près;
- le débit volumétrique (Q) à $\pm 2\%$ près;
- 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).

9.2.5 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 du paragraphe 4.2 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 sont 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 YC en utilisant l'équation:

$$YC = \frac{Q}{N_0 \cdot p_1} \sqrt{\frac{M \cdot T_1}{x}}$$

dans laquelle Y est le coefficient de détente défini par:

$$Y = 1 - \frac{x}{3 F_y x_T} \text{ avec } F_y = \gamma/1,4$$

Les points relevés à partir des essais doivent être portés sur une feuille de diagramme à coordonnées linéaires avec YC 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, il y a lieu d'effectuer d'autres essais pour obtenir des données d'essai supplémentaires afin de s'assurer que le spécimen présente vraiment une anomalie de fonctionnement.

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

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

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

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

Si cette méthode est utilisée, il y aura lieu de l'indiquer.

9.2.3 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 maximum flow rate has been established. If not, repeat the test procedure at a higher inlet pressure.

9.2.4 Record the following data:

- a) valve travel within $\pm 0.5\%$ of rated travel;
- b) inlet pressure (p_1) within $\pm 2\%$;
- c) outlet pressure (p_2) within $\pm 2\%$;
- d) fluid inlet temperature (T_1) within ± 1 K;
- e) volumetric flow rate (Q) within $\pm 2\%$;
- f) barometric pressure;
- g) physical description of test specimen (i.e. type of valve, nominal size, pressure rating, flow direction).

9.2.5 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 Sub-clause 4.2 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 YC using the equation:

$$YC = \frac{Q}{N_9 \cdot p_1} \sqrt{\frac{M \cdot T_1}{x}}$$

where Y is the expansion factor defined by:

$$Y = 1 - \frac{x}{3 F_y x_T} \text{ in which } F_y = \gamma/1.4$$

The test points shall be plotted on linear co-ordinates as (YC) 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 if the specimen truly exhibits anomalous behaviour.

At least one test point $(YC)_1$ shall fulfil the requirement that $(YC)_1 \geq 0.97 (YC)_0$, where $(YC)_0$ corresponds to $x \cong 0$.

At least one test point $(YC)_n$ shall fulfil the requirement that $(YC)_n \leq 0.83 (YC)_0$.

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

The value of x_T for the specimen shall be taken from the curve at $YC = 0.667 C$.

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