



PROJET DE NORME INTERNATIONALE ISO/DIS 6358-3

ISO/TC 131/SC 5

Secrétariat: AFNOR

Début de vote
2011-10-06

Vote clos le
2012-03-06

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

Transmissions pneumatiques — Détermination des caractéristiques de débit des composants —

Partie 3:

Méthode de calcul des caractéristiques de débit constant des assemblages

*Pneumatic fluid power — Determination of flow-rate characteristics of components —
Part 3: Method for calculating steady-state flow-rate characteristics of assemblies*

[Révision de la première édition (ISO 6358-3:1989) and ISO/DIS 6358-5]

ICS 23.100.01

Pour accélérer la distribution, le présent document est distribué tel qu'il est parvenu du secrétariat du comité. Le travail de rédaction et de composition de texte sera effectué au Secrétariat central de l'ISO au stade de publication.

To expedite distribution, this document is circulated as received from the committee secretariat. ISO Central Secretariat work of editing and text composition will be undertaken at publication stage.

CE DOCUMENT EST UN PROJET DIFFUSÉ POUR OBSERVATIONS ET APPROBATION. IL EST DONC SUSCEPTIBLE DE MODIFICATION ET NE PEUT ÊTRE CITE COMME NORME INTERNATIONALE AVANT SA PUBLICATION EN TANT QUE TELLE.

OUTRE LE FAIT D'ÊTRE EXAMINÉS POUR ÉTABLIR S'ILS SONT ACCEPTABLES À DES FINS INDUSTRIELLES, TECHNOLOGIQUES ET COMMERCIALES, AINSI QUE DU POINT DE VUE DES UTILISATEURS, LES PROJETS DE NORMES INTERNATIONALES DOIVENT PARFOIS ÊTRE CONSIDÉRÉS DU POINT DE VUE DE LEUR POSSIBILITÉ DE DEVENIR DES NORMES POUVANT SERVIR DE RÉFÉRENCE DANS LA RÉGLEMENTATION NATIONALE.

LES DESTINATAIRES DU PRÉSENT PROJET SONT INVITÉS À PRÉSENTER, AVEC LEURS OBSERVATIONS, NOTIFICATION DES DROITS DE PROPRIÉTÉ DONT ILS AURAIENT ÉVENTUELLEMENT CONNAISSANCE ET À FOURNIR UNE DOCUMENTATION EXPLICATIVE.

iTeh STANDARD PREVIEW
(standards.iteh.ai)
Full standard:
<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/1a92ab25-7872-4be8-b2a4-16b0eeced640/iso-6358-3-2014>

Notice de droit d'auteur

Ce document de l'ISO est un projet de Norme internationale qui est protégé par les droits d'auteur de l'ISO. Sauf autorisé par les lois en matière de droits d'auteur du pays utilisateur, aucune partie de ce projet ISO ne peut être reproduite, enregistrée dans un système d'extraction ou transmise sous quelque forme que ce soit et par aucun procédé électronique ou mécanique, y compris la photocopie, les enregistrements ou autres, sans autorisation écrite préalable.

Les demandes d'autorisation de reproduction doivent être envoyées à l'ISO à l'adresse ci-après ou au comité membre de l'ISO dans le pays du demandeur.

ISO copyright office
Case postale 56 • CH-1211 Geneva 20
Tel. + 41 22 749 01 11
Fax + 41 22 749 09 47
E-mail copyright@iso.org
Web www.iso.org

Toute reproduction est soumise au paiement de droits ou à un contrat de licence.

Les contrevenants pourront être poursuivis.

Sommaire

Page

Avant-propos	v
Introduction.....	vi
1 Domaine d'application	1
2 Références normatives	1
3 Termes et définitions	1
4 Symboles et unités	1
5 Hypothèses de calcul.....	2
5.1 Généralités	2
5.2 Relations entre les caractéristiques de débit des composants	3
5.3 Caractéristiques de débit.....	3
5.3.1 Généralités	3
5.3.2 Caractéristiques de débit d'une tuyauterie définie par ses dimensions géométriques	4
5.3.3 Composants dont les caractéristiques de débit sont exprimées par des paramètres d'écoulement incompressible ou une longueur équivalente de tube droit.....	6
6 Organisation des calculs pour des assemblages de composants raccordés en série	6
6.1 Généralités	6
6.2 Paramètres imposés	7
6.3 Principe de calcul.....	7
6.3.1 Généralités	7
6.3.2 Calcul de la pression aval p_{2i}.....	7
6.3.3 Détermination de la pression de sortie du dernier composant de l'assemblage	8
6.4 Détermination de la conductance sonique C et du coefficient de dépendance par rapport à la pression K_p (étape 1).....	8
6.4.1 Détermination du débit-masse maximal théorique $(q_m)_{MAX}$	8
6.4.2 Détermination du débit-masse sonique q_m^*.....	9
6.4.3 Calcul de la conductance sonique C.....	9
6.4.4 Calcul du coefficient de dépendance par rapport à la pression K_p.....	9
6.5 Détermination de la pression d'ouverture Δp_c (étape 2).....	10
6.6 Détermination du rapport de contre-pression critique b et de l'indice subsonique m (étape 3).....	10
6.6.1 Calcul des données d'écoulement subsonique	10
6.6.2 Détermination des caractéristiques de débit b et m.....	11
7 Organisation des calculs pour des assemblages de composants raccordés en parallèle	12
7.1 Généralités	12
7.2 Paramètres imposés	13
7.3 Principe de calcul	13
7.4 Détermination de la conductance sonique C (étape 1).....	13
7.5 Détermination de la pression d'ouverture Δp_c (étape 2).....	13
7.6 Détermination du rapport de contre-pression critique b et de l'indice subsonique m (étape 3).....	13
7.6.1 Calcul des données d'écoulement subsonique	13
7.6.2 Détermination des caractéristiques de débit b et m.....	14
Annexe A (informative) Exemples de calculs pour des composants raccordés en série en utilisant la fonction « Solveur » de Microsoft® Excel	16
A.1 Assemblage de composants.....	16
A.2 Illustration de la détermination de la conductance sonique C (étape 1).....	17
A.3 Illustration de la détermination de Δp_c, b et m (étapes 2 et 3).....	18
A.4 Calcul en utilisant une pression d'entrée différente.....	19

Annexe B (informative) Exemple de calcul pour un circuit de soufflage d'air dont les composants sont raccordés en parallèle	21
B.1 Circuit de soufflage d'air	21
B.2 Résultats des calculs	22
B.3 Explications complémentaires	23
B.3.1 Généralités	23
B.3.2 Distributions de pression et valeurs d'évaluation	25
B.3.3 Dimensionnement incorrect	27
B.3.4 Dimensionnement correct	27
B.3.5 Dimensionnement amélioré	27
B.3.6 Dimensionnement optimal	28
B.3.7 Dépendance par rapport à la pression	28
Annexe C (informative) Organigrammes des procédures de calcul	29
C.1 Procédures de calcul pour des composants raccordés en série	29
C.2 Procédures de calcul pour des composants raccordés en parallèle	30
Annexe D (informative) Informations complémentaires concernant les composants dont les caractéristiques de débit ne sont pas exprimées conformément à la série ISO 6358	32
D.1 Généralités	32
D.2 Tuyaux ou tubes définis par leurs dimensions géométriques (voir 5.3.2)	33
D.2.1 Généralités	33
D.2.2 Tuyau ou tube dont les caractéristiques de débit sont exprimées en utilisant le coefficient de frottement dépendant du nombre de Reynolds	33
D.2.3 Tuyau ou tube dont les caractéristiques de débit sont exprimées en utilisant des équations expérimentales pour l'air	38
D.2.4 Ecart dimensionnel admissible des tubes	39
D.3 Appareils de robinetterie et connecteurs dont les caractéristiques de débit sont exprimées comme une longueur équivalente de tuyau ou tube droit	39
D.4 Composants dont les caractéristiques de débit sont exprimées par des coefficients de débit incompressible	41
D.4.1 Calcul des caractéristiques de débit	41
Annexe E (informative) Visualisation des résultats de calcul	43
E.1 Généralités	43
E.2 Assemblage de plusieurs composants ayant des courbes caractéristiques de débit de même forme, raccordés en série	44
E.3 Assemblage de deux composants ayant des courbes caractéristiques de débit de formes différentes, raccordés en série	45
E.3.1 Lorsque la conductance sonique C de chaque composant de la série est la même	45
E.3.2 Lorsque la conductance sonique C de chaque composant de la série est différente	46
E.4 Assemblage de deux composants raccordés en parallèle	49
Bibliographie	50

Avant-propos

L'ISO (Organisation internationale de normalisation) est une fédération mondiale d'organismes nationaux de normalisation (comités membres de l'ISO). L'élaboration des Normes internationales est en général confiée aux comités techniques de l'ISO. Chaque comité membre intéressé par une étude a le droit de faire partie du comité technique créé à cet effet. Les organisations internationales, gouvernementales et non gouvernementales, en liaison avec l'ISO participent également aux travaux. L'ISO collabore étroitement avec la Commission électrotechnique internationale (CEI) en ce qui concerne la normalisation électrotechnique.

Les Normes internationales sont rédigées conformément aux règles données dans les Directives ISO/CEI, Partie 2.

La tâche principale des comités techniques est d'élaborer les Normes internationales. Les projets de Normes internationales adoptés par les comités techniques sont soumis aux comités membres pour vote. Leur publication comme Normes internationales requiert l'approbation de 75 % au moins des comités membres votants.

L'attention est appelée sur le fait que certains des éléments du présent document peuvent faire l'objet de droits de propriété intellectuelle ou de droits analogues. L'ISO ne saurait être tenue pour responsable de ne pas avoir identifié de tels droits de propriété et averti de leur existence.

L'ISO 6358-3 a été élaborée par le comité technique ISO/TC 131, *Transmissions hydrauliques et pneumatiques*, sous-comité SC 5, *Appareils de régulation et de distribution et leurs composants*.

L'ISO 6358 comprend les parties suivantes, présentées sous le titre général *Transmissions pneumatiques — Détermination des caractéristiques de débit des composants* :

- *Partie 1 : Règles générales et méthodes d'essai pour débit constant*
- *Partie 2 : Méthodes d'essai alternatives*
- *Partie 3 : Méthode de calcul des caractéristiques de débit constant des assemblages.*

Introduction

Dans les systèmes de transmission pneumatique, l'énergie est transmise et contrôlée par un gaz sous pression circulant dans un circuit. Les éléments constituant un tel circuit ont une résistance intrinsèque à l'écoulement de gaz et il est donc nécessaire de définir et de déterminer les caractéristiques décrivant leurs performances.

L'ISO 6358:1989 spécifiait une méthode pour déterminer les caractéristiques de débit des distributeurs pneumatiques, en se fondant sur un modèle de restrictions convergentes. La méthode comportait deux paramètres caractéristiques : la conductance sonique, C , et le rapport de pression critique, b , utilisés dans une proposition d'approximation mathématique du comportement de l'écoulement. Le résultat décrivait les performances d'écoulement d'un distributeur pneumatique d'un écoulement sonique à un écoulement subsonique.

L'expérience a montré qu'un grand nombre de distributeurs pneumatiques ont des caractéristiques convergentes-divergentes qui ne s'adaptent pas très bien au modèle de l'ISO 6358:1989. Une modification était nécessaire pour tenir compte de l'influence de la vitesse d'écoulement sur les mesures de pression. De plus, de nouvelles avancées ont permis d'appliquer cette méthode à d'autres éléments que des distributeurs pneumatiques. Toutefois, ceci nécessite d'utiliser désormais quatre paramètres (C , b , m et Δp_c) pour définir la performance d'écoulement à la fois dans les régions sonique et subsonique.

La présente partie de l'ISO 6358 utilise un ensemble de quatre paramètres caractéristiques de débit, déterminés à partir de résultats d'essais. Ces paramètres sont décrits comme suit et sont énumérés par ordre de priorité décroissante :

- la conductance sonique, C , correspondant au débit maximum (sonique) est le paramètre le plus important. Ce paramètre est défini par les conditions de stagnation en amont ;
- le rapport de contre-pression critique, b , représentant la limite entre l'écoulement sonique et l'écoulement subsonique est le deuxième paramètre le plus important. Sa définition diffère ici de celle de l'ISO 6358:1989 car elle correspond au rapport entre les pressions de stagnation aval et amont ;
- l'indice subsonique, m , est utilisé si nécessaire pour représenter le comportement de l'écoulement subsonique d'une manière plus précise. En ce qui concerne les composants ayant une voie d'écoulement fixe (c'est-à-dire qui ne varie pas avec la pression ou le débit), m se répartit autour de 0,5. Dans ces cas-ci, seuls les deux premiers paramètres caractéristiques C et b sont nécessaires. Pour un grand nombre d'autres composants, m variera largement. Dans ces cas-là, il est nécessaire de déterminer C , b et m ;
- le paramètre Δp_c est la pression d'ouverture. Ce paramètre est utilisé uniquement pour les composants pneumatiques qui s'ouvrent avec une pression amont croissante, par exemple des clapets anti-retour (contrôle) ou des distributeurs de débit monodirectionnels.

Plusieurs modifications du matériel d'essai ont été effectuées pour résoudre les violations apparentes de la théorie de l'écoulement des fluides compressibles. Celles-ci comportent des tubes de mesure de pression d'alimentation étendus pour satisfaire aux hypothèses de vitesse d'admission négligeable de l'élément soumis à essai et pour permettre de mesurer directement la pression de stagnation d'alimentation. Les tubes de sortie étendus permettaient à la mesure directe de la pression de stagnation aval de mieux prendre en compte les différents modèles de composants. La différence entre la pression de stagnation en amont et en aval d'un composant se traduit par une perte d'énergie de pression.

Pour soumettre à essai un composant avec un grand alésage nominal ou pour réduire le temps d'essai ou la consommation d'énergie, il est souhaitable d'appliquer comme méthodes d'essai alternatives les méthodes spécifiées dans l'ISO 6358-2, qui couvrent un essai de décharge et un essai de charge.

La présente partie de l'ISO 6358 peut être utilisée pour calculer sans effectuer de mesure une estimation de la caractéristique de débit global d'un assemblage de composants et de tuyauteries. Dans la plupart des cas, les caractéristiques de débit des composants sont déterminées conformément à la partie 1 ou 2 de l'ISO 6358. Toutefois, les caractéristiques de débit de certains composants sont exprimées par des coefficients de débit autres que ceux définis dans l'ISO 6358. Les formules permettant de calculer des caractéristiques de débit presque équivalentes sont données.

iTeh STANDARD PREVIEW
(standards.iteh.ai)

Full standard:
<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/1a92ab25-7872-4be8-b2a4-16b0eeced640/iso-6358-3-2014>

iTeh STANDARD PREVIEW
(standards.iteh.ai)

Full standard:
<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/1a92ab25-7872-4be8-b2a4-16b0eeced640/iso-6358-3-2014>

Transmissions pneumatiques — Détermination des caractéristiques de débit des composants —

Partie 3:

Méthode de calcul des caractéristiques de débit constant des assemblages

1 Domaine d'application

La présente partie de l'ISO 6358 spécifie une méthode qui utilise une technique numérique simple pour estimer sans effectuer de mesure la caractéristique de débit global d'un assemblage de composants et de tuyauteries ayant des caractéristiques de débit connues.

Un total de quatre coefficients indépendants, C (conductance sonore), b (rapport de contre-pression critique), m (indice subsonique) et Δp_c (pression d'ouverture), peut être utilisé pour décrire la relation entre le débit et la perte de charge d'un composant dans un système pneumatique. Ces caractéristiques de débit sont déterminées pour chaque composant conformément aux méthodes de mesure décrites dans les parties 1 et 2 de l'ISO 6358. Les relations décrites dans ces parties de l'ISO 6358 couvrent deux types d'écoulement d'air comprimé dans les composants : écoulement subsonique et écoulement sonore.

La présente partie de l'ISO 6358 fournit également des méthodes permettant d'obtenir des caractéristiques de débit équivalentes pour les composants dont les caractéristiques de débit diffèrent de celles définies dans l'ISO 6358.

2 Références normatives

Les documents de référence suivants sont indispensables pour l'application du présent document. Pour les références datées, seule l'édition citée s'applique. Pour les références non datées, la dernière édition du document de référence s'applique (y compris les éventuels amendements).

ISO 5598, *Transmissions hydrauliques et pneumatiques — Vocabulaire*

ISO 6358-1:201X, *Transmissions pneumatiques — Détermination des caractéristiques de débit des composants — Partie 1 : Règles générales et méthodes d'essai pour débit constant (à publier)*

3 Termes et définitions

Pour les besoins du présent document, les termes et définitions donnés dans l'ISO 5598 et l'ISO 6358-1 s'appliquent.

4 Symboles et unités

4.1 Les symboles et unités utilisés dans la présente partie de l'ISO 6358 doivent être conformes à l'ISO 6358-1 et au Tableau 1.

Tableau 1 — Symboles et unités

Symbole	Description	Unité SI
d	Diamètre intérieur du tuyau, du tube ou du flexible	m
L	Longueur du tuyau, du tube ou du flexible	m
λ	Coefficient de frottement moyen d'un tuyau ou d'un tube, dépendant du nombre de Reynolds	–
p_{s2}	Pression statique aval du tuyau ou du tube	Pa
γ	Rapport des capacités thermiques massiques (pour l'air, il est égal à 1,4)	–
k	Coefficient de frottement du tuyau ou du tube résultant d'essais expérimentaux	–
Re	Nombre de Reynolds de l'écoulement à l'intérieur du tuyau ou du tube	–
μ	Viscosité dynamique	Pa.s
$p_{11}, p_{12}, p_{1i}, p_{1n}$	Pression amont à l'entrée de chaque composant (pression de stagnation)	Pa
$P_{21}, p_{22}, p_{2i}, p_{2n}$	Pression aval à la sortie de chaque composant (pression de stagnation)	Pa
NOTE	Voir l'Annexe D pour les symboles supplémentaires utilisés dans ladite annexe.	

4.2 Les indices utilisés dans la présente partie de l'ISO 6358 doivent être conformes à l'ISO 6358-1 et au Tableau 2.

Tableau 2 — Indices utilisés dans la présente partie de l'ISO 6358

Indice	Description
i	Numéro du composant (distributeur, silencieux, etc.) ou de la tuyauterie (tuyau, tube, flexible, connecteur, etc.), avec $i = 1$ au début du système et n à la fin
p	Se rapporte à la pression statique aval de la tuyauterie lorsqu'elle est exprimée en utilisant un coefficient de frottement dépendant du nombre de Reynolds
e	Se rapporte à l'entrée
f	Se rapporte au composant final
j	Indice de calcul par étape de l'assemblage

5 Hypothèses de calcul

5.1 Généralités

Les hypothèses suivantes sont posées pour les caractéristiques de débit du système équivalent :

- l'écoulement est supposé être adiabatique, pour tenir compte du fait que les températures de stagnation à l'entrée de chaque composant sont identiques les unes aux autres ;
- pour les composants raccordés en série, la pression de sortie d'un composant est identique à la pression d'entrée du composant suivant ;
- pour les composants raccordés en parallèle, la pression d'entrée et la pression de sortie de chaque composant sont identiques.

5.2 Relations entre les caractéristiques de débit des composants

5.2.1 Dans un écoulement subsonique, la relation entre le débit-masse d'un composant et ses caractéristiques de débit est donnée par l'Equation (1) :

$$q_m = C\rho_0 p_1 \sqrt{\frac{T_0}{T_1}} \left[1 - \left(\frac{\frac{p_2 - b}{p_1}}{1 - \frac{\Delta p_c}{p_1} - b} \right)^2 \right]^m \quad (1)$$

lorsque $b < \frac{p_2}{p_1} < 1 - \frac{\Delta p_c}{p_1}$

5.2.2 Dans un écoulement sonique, la relation entre le débit-masse d'un composant et ses caractéristiques de débit est donnée par l'Equation (2) :

$$q_m^* = C\rho_0 p_1^* \sqrt{\frac{T_0}{T_1^*}} \quad (2)$$

lorsque $\frac{p_2}{p_1} \leq b$

5.2.3 Lorsque le débit-masse est nul, la relation entre le débit-masse d'un composant et ses caractéristiques de débit est donnée par l'Equation (3) :

$$q_m = 0 \quad (3)$$

lorsque $1 - \frac{\Delta p_c}{p_1} \leq \frac{p_2}{p_1} \leq 1$

NOTE Les symboles utilisés dans les Equations (1), (2) et (3) sont issus de l'ISO 6358-1 et ne sont pas utilisés dans la suite de la présente partie de l'ISO 6358. Les équations sont données ici à titre de référence et auront une application spécifique ultérieure dans la présente partie de l'ISO 6358.

5.3 Caractéristiques de débit

5.3.1 Généralités

Avant d'appliquer la méthode de calcul décrite à l'Article 6 pour les composants raccordés en série ou à l'Article 7 pour les composants raccordés en parallèle, il convient d'exprimer les caractéristiques de débit de tous les composants conformément à l'ISO 6358.

Si les caractéristiques de débit de certains composants sont exprimées par des méthodes autres que celles de l'ISO 6358, les valeurs de C , b , m et Δp_c peuvent être obtenues conformément à 5.3.2 ou à l'Annexe D.

5.3.2 Caractéristiques de débit d'une tuyauterie définie par ses dimensions géométriques

5.3.2.1 Généralités

Les tuyaux, tubes et flexibles sont définis par leur longueur L et leur diamètre intérieur d . Lorsqu'ils sont inclus dans un système assemblé, soit les formules basées sur la mécanique des fluides traditionnelle, conformément à 5.3.2.2, soit les formules basées sur les résultats d'essai, conformément à 5.3.2.3, doivent être utilisées. Les formules basées sur les résultats d'essai sont fondées sur des essais réalisés conformément à l'ISO 6358-1 à 500 kPa (5 bar). Une erreur maximale de $\pm 15\%$ peut être attendue en raison de la variation des tolérances sur les diamètres intérieurs. Le détail des résultats d'essai est donné à l'Annexe D. Des informations complémentaires sur le développement des formules théoriques sont données en D.2.2.

5.3.2.2 Formules utilisant le coefficient de frottement dépendant du nombre de Reynolds

5.3.2.2.1 En utilisant le coefficient de frottement traditionnel λ , qui dépend du nombre de Reynolds, les Equations (4) à (7) peuvent être utilisées pour calculer les paramètres caractéristiques de débit d'un tuyau, d'un tube ou d'un flexible. Ces équations peuvent être appliquées pour tout gaz considéré comme un gaz parfait. Des informations complémentaires sur les aspects théoriques relatifs à ces équations sont données à l'Annexe D.

$$C_p = \frac{\pi}{4\rho_0\sqrt{RT_0}} \frac{d^2}{\sqrt{\left(1 + \frac{\lambda L}{d}\right) + \sqrt{\frac{2}{\gamma(\gamma+1)}} \sqrt{1 + \frac{\lambda L}{d}} + \frac{1}{\gamma(\gamma+1)}}} \quad (4)$$

$$b_p = 1 - \frac{1}{1 + \frac{1}{\sqrt{\frac{\gamma(\gamma+1)}{2}} \sqrt{1 + \frac{\lambda L}{d}}} + \frac{1}{\gamma(\gamma+1)} \left(1 + \frac{\lambda L}{d}\right)} \quad (5)$$

$$m_p = 0,5 \quad (6)$$

$$\Delta p_{c_p} = 0 \quad (7)$$

NOTE Les paramètres calculés dans les Equations (4) à (7) ont l'indice « p » pour indiquer qu'ils se rapportent à la pression statique aval dans le tuyau, le tube ou le flexible.

5.3.2.2.2 Dans les Equations (4) à (7), le coefficient de frottement moyen de Darcy λ dépend du nombre de Reynolds comme indiqué dans l'Equation (8); le nombre de Reynolds est déterminé à l'aide des Equations (9) et (10) :

$$\lambda = \frac{1}{(1,8 \log_{10}(\text{Re}) - 1,64)^2} \quad (8)$$

NOTE L'Equation (8) est la formule de Filonenko qui est utilisée pour des tuyaux circulaires lisses et un écoulement turbulent (donnée pour des nombres de Reynolds supérieurs à 4 000; voir la référence [1] dans la bibliographie). D'autres formules données dans la littérature peuvent également être utilisées pour l'expression du coefficient de frottement en fonction du nombre de Reynolds. Voir D.2.2.2 pour de plus amples informations.

5.3.2.2.3 Le nombre de Reynolds, Re , est le paramètre sans dimension permettant de corréler le comportement visqueux des fluides newtoniens, comme indiqué dans l'Equation (9) :

$$\text{Re} = \frac{4q_m}{\pi d \mu} \quad (9)$$

5.3.2.2.4 Le paramètre μ est la viscosité dynamique. La dépendance vis-à-vis de la température du fluide peut être prise en compte, par exemple conformément à la loi exprimée par l'Equation (10), qui est valable pour l'air :

$$\mu = \mu_0 \sqrt{\frac{T_e}{T_0}} = 1,069 \times 10^{-6} \sqrt{T_e} \quad (10)$$

5.3.2.2.5 Dans le cas de l'air, les Equations (11) et (12) peuvent remplacer respectivement les Equations (4) et (5) :

$$C_p = \frac{2,28 \times 10^{-3} d^2}{\sqrt{\left(1 + \frac{\lambda L}{d}\right) + 0,77} \sqrt{1 + \frac{\lambda L}{d} + 0,3}} \quad (11)$$

$$b_p = 1 - \frac{1}{1 + \frac{0,77}{\sqrt{1 + \frac{\lambda L}{d}}} + \frac{0,3}{1 + \frac{\lambda L}{d}}} \quad (12)$$

5.3.2.3 Formules pour l'air, basées sur des résultats d'essai

5.3.2.3.1 Les Equations (13) à (16) sont basées sur les résultats d'essais réalisés conformément à l'ISO 6358-1 avec l'air et peuvent être utilisées pour calculer les paramètres caractéristiques de débit d'un tuyau ou d'un tube. Les résultats de mesure pour les tubes en polyuréthane sont donnés en H.4 de l'ISO 6358-1:201X. De plus amples informations sont données en D.2.3.

$$C = \frac{\pi d^2}{2 \times 10^3 \sqrt{k \frac{L}{d} + 1}} \quad (13)$$

$$b = 4,8 \times 10^2 \frac{C}{d^2} \quad (14)$$

$$m = 0,58 - 0,1b \quad (15)$$

$$\Delta p_c = 0 \quad (16)$$

5.3.2.3.2 Le paramètre k est un coefficient de frottement dépendant du diamètre, déterminé à partir des résultats d'essai. Il dépend uniquement du diamètre intérieur du tuyau ou du tube et non des conditions d'écoulement.

a) Pour les tubes en résine, déterminer k à l'aide de l'Equation (17) :

$$k = 2,35 \times 10^{-3} d^{-0,31} \quad (17)$$

b) Pour les tubes en acier, déterminer k à l'aide de l'Equation (18) :