

**NORME
INTERNATIONALE
INTERNATIONAL
STANDARD**

**CEI
IEC
68-2-17**

Quatrième édition
Fourth edition
1994-07

**Essais fondamentaux climatiques
et de robustesse mécanique –**

Partie 2:

Essais – Essai Q: Etanchéité

Basic environmental testing procedures –

Part 2:

Tests – Test Q: Sealing



Numéro de référence
Reference number
CEI/IEC 68-2-17: 1994

Numéros des publications

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

Publications consolidées

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

Validité de la présente publication

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

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

Les renseignements relatifs à des questions à l'étude et des travaux en cours entrepris par le comité technique qui a établi cette publication, ainsi que la liste des publications établies, se trouvent dans les documents ci-dessous:

- «Site web» de la CEI*
- **Catalogue des publications de la CEI**
Publié annuellement et mis à jour régulièrement
(Catalogue en ligne)*
- **Bulletin de la CEI**
Disponible à la fois au «site web» de la CEI* et comme périodique imprimé

Terminologie, symboles graphiques et littéraux

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

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

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

Numbering

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

Consolidated publications

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

Validity of this publication

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

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

Information on the subjects under consideration and work in progress undertaken by the technical committee which has prepared this publication, as well as the list of publications issued, is to be found at the following IEC sources:

- **IEC web site***
- **Catalogue of IEC publications**
Published yearly with regular updates
(On-line catalogue)*
- **IEC Bulletin**
Available both at the IEC web site* and as a printed periodical

Terminology, graphical and letter symbols

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

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

* See web site address on title page.

**NORME
INTERNATIONALE
INTERNATIONAL
STANDARD**

**CEI
IEC
68-2-17**

Quatrième édition
Fourth edition
1994-07

**Essais fondamentaux climatiques
et de robustesse mécanique –**

**Partie 2:
Essais – Essai Q: Etanchéité**

Basic environmental testing procedures –

**Part 2:
Tests – Test Q: Sealing**

© CEI 1994 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 Varembé Genève, Suisse



Commission Electrotechnique Internationale
International Electrotechnical Commission
Международная Электротехническая Комиссия

CODE PRIX
PRICE CODE

XA

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

SOMMAIRE

	Pages
AVANT-PROPOS	8
Inventaire des essais d'étanchéité	10
Articles	
1 Définitions	16
2 Essai Qa: Etanchéité des canons, des axes et des joints	18
2.1 Objet	18
2.2 Domaine d'application	18
2.3 Description générale de l'essai	20
2.4 Mesures initiales	20
2.5 Epreuve	20
2.6 Mesures finales	20
2.7 Renseignements à donner dans la spécification particulière	20
3 Essai Qc: Etanchéité des boîtiers, fuite de gaz	20
3.1 Objet	20
3.2 Domaine d'application	22
3.3 Description générale de l'essai	22
3.4 Méthode d'essai 1	22
3.5 Méthode d'essai 2	24
3.6 Méthode d'essai 3	24
3.7 Renseignements à donner dans la spécification particulière	26
4 Essai Qd: Etanchéité des boîtiers, écoulement de liquide	26
4.1 Objet	26
4.2 Domaine d'application	28
4.3 Description générale de l'essai	28
4.4 Sévérités	28
4.5 Préconditionnement	28
4.6 Mesures initiales	28
4.7 Epreuve	28
4.8 Mesures finales	28
4.9 Renseignements à donner dans la spécification particulière	30
5 Essai Qf: Immersion	30
5.1 Objet	30
5.2 Description générale de l'essai	30
5.3 Mesures initiales	30
5.4 Préconditionnement	30

CONTENTS

	Page
FOREWORD	9
Survey of sealing tests	11
Clause	
1 Definitions	17
2 Test Qa: Sealing of bushes, spindles and gaskets	19
2.1 Object	19
2.2 Scope	19
2.3 General description of the test	21
2.4 Initial measurements	21
2.5 Conditioning	21
2.6 Final measurements	21
2.7 Information to be given in the relevant specification	21
3 Test Qc: Container sealing, gas leakage	21
3.1 Object	21
3.2 Scope	23
3.3 General description of the test	23
3.4 Test Method 1	23
3.5 Test Method 2	25
3.6 Test Method 3	25
3.7 Information to be given in the relevant specification	27
4 Test Qd: Container sealing, seepage of filling liquid	27
4.1 Object	27
4.2 Scope	29
4.3 General description of the test	29
4.4 Severities	29
4.5 Preconditioning	29
4.6 Initial measurements	29
4.7 Conditioning	29
4.8 Final measurements	29
4.9 Information to be given in the relevant specification	31
5 Test Qf: Immersion	31
5.1 Object	31
5.2 General description of the test	31
5.3 Initial measurements	31
5.4 Preconditioning	31

Articles	Pages
5.5 Epreuve	30
5.6 Reprise	32
5.7 Mesures finales	32
5.8 Renseignements à donner dans la spécification particulière	32
6 Essai Qk: Essai d'étanchéité au gaz traceur avec spectromètre de masse	34
6.1 Objet	34
6.2 Domaine d'application	34
6.3 Description générale de l'essai	34
6.4 Méthode d'essai 1 (applicable aux spécimens non remplis d'hélium en cours de fabrication)	36
6.5 Méthode d'essai 2 (applicable aux spécimens remplis d'hélium en cours de fabrication ou pour les besoins de l'essai)	40
6.6 Méthode d'essai 3 (applicable aux spécimens destinés à être montés sur des parois ou des panneaux)	42
6.7 Renseignements à donner dans la spécification particulière	44
7 Essai Ql: Essai à la bombe	48
7.1 Objet	48
7.2 Domaine d'application	48
7.3 Description générale de l'essai	48
7.4 Mesures initiales	48
7.5 Epreuve	48
7.6 Reprise	50
7.7 Mesures finales	50
7.8 Renseignements à donner dans la spécification particulière	50
8 Essai Qm: Essai d'étanchéité au gaz traceur avec pression interne	50
8.1 Objet	50
8.2 Domaine d'application	52
8.3 Description générale de l'essai	52
8.4 Préconditionnement	52
8.5 Epreuve	54
8.6 Renseignements à donner dans la spécification particulière	56
9 Essai Qy: Méthode d'essai de remontée de pression	56
9.1 Objet	56
9.2 Domaine d'application	58
9.3 Description générale de l'essai	58
9.4 Calibrage du montage d'essai	60
9.5 Renseignements à donner dans la spécification particulière	60

Clause	Page
5.5 Conditioning	31
5.6 Recovery	33
5.7 Final measurements	33
5.8 Information to be given in the relevant specification	33
6 Test Qk: Sealing tracer gas method with mass spectrometer	35
6.1 Object	35
6.2 Scope	35
6.3 General description of the test	35
6.4 Test method 1 (for specimens not filled with helium during manufacturing)	37
6.5 Test Method 2 (for specimens filled with helium during manufacturing or for the requirements of this test)	41
6.6 Test Method 3 (applicable to specimens to be mounted on bulkheads or panels)	43
6.7 Information to be given in the relevant specification	45
7 Test Ql: Bomb pressure test	49
7.1 Object	49
7.2 Scope	49
7.3 General description of the test	49
7.4 Initial measurements	49
7.5 Conditioning	49
7.6 Recovery	51
7.7 Final measurements	51
7.8 Information to be given in the relevant specification	51
8 Test Qm: Tracer gas sealing test with internal pressurization	51
8.1 Object	51
8.2 Scope	53
8.3 General description of the test	53
8.4 Pre-conditioning	53
8.5 Conditioning	55
8.6 Information to be given in the relevant specification	57
9 Test Qy: Pressure rise sealing test	57
9.1 Object	57
9.2 Scope	59
9.3 General description of the test	59
9.4 Calibration of the test equipment	61
9.5 Information to be given in the relevant specification	61

Annexes

A	Exemple de chambre d'essai pour l'essai Qa	64
B	Guide pour l'essai Qc	70
C	Guide pour l'essai Qd	76
D	Corrélations entre les paramètres de l'essai Qk	78
E	Guide pour l'essai Qk	84
F	Guide pour l'essai Ql	92
G	Guide pour l'essai Qm	94
H	Guide pour l'essai Qy	100

Annexes

A	Example of a test chamber for Test Qa	65
B	Guidance for Test Qc	71
C	Guidance for Test Qd	77
D	Interrelation of test parameters for Test Qk	79
E	Guidance for Test Qk	85
F	Guidance for Test Ql	93
G	Guidance for Test Qm	95
H	Guidance for Test Qy	101

COMMISSION ÉLECTROTECHNIQUE INTERNATIONALE

ESSAIS FONDAMENTAUX CLIMATIQUES ET DE ROBUSTESSE MÉCANIQUE –

Partie 2: Essais – Essai Q: Etanchéité

AVANT-PROPOS

- 1) La CEI (Commission Electrotechnique Internationale) est une organisation mondiale de normalisation composée de l'ensemble des comités électrotechniques nationaux (Comités nationaux de la CEI). La CEI a pour objet de favoriser la coopération internationale pour toutes les questions de normalisation dans les domaines de l'électricité et de l'électronique. A cet effet, la CEI, entre autres activités, publie des Normes internationales. Leur élaboration est confiée à des comités d'études, aux travaux desquels tout Comité national intéressé par le sujet traité peut participer. Les organisations internationales, gouvernementales et non gouvernementales, en liaison avec la CEI, participent également aux travaux. La CEI collabore étroitement avec l'Organisation Internationale de Normalisation (ISO), selon des conditions fixées par accord entre les deux organisations.
- 2) Les décisions ou accords officiels de la CEI en ce qui concerne les questions techniques, préparés par les comités d'études 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.
- 3) Ces décisions constituent des recommandations internationales publiées sous forme de normes, de rapports techniques ou de guides et agréées comme telles par les Comités nationaux.
- 4) Dans le but d'encourager l'unification internationale, les Comités nationaux de la CEI s'engagent à appliquer de façon transparente, dans toute la mesure possible, les Normes internationales de la CEI dans leurs normes nationales et régionales. Toute divergence entre la norme de la CEI et la norme nationale ou régionale correspondante doit être indiquée en termes clairs dans cette dernière.

La Norme internationale CEI 68-2-17 a été établie par le comité d'études 50 de la CEI: Essais d'environnement.

La présente édition annule et remplace la troisième édition (1978) et les amendements 1 (1985), 2 (1987), 3 (1989) et 4 (1991).

Le texte de cette norme est issu de la troisième édition (1978), des amendements 1 (1985), 2 (1987), 3 (1989), 4 (1991) et des documents suivants:

DIS	Rapport de vote
50(BC)261	50(BC)264

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

Les annexes A à H font partie intégrante de cette norme.

Publication citée dans cette norme:

CEI 529: 1989, *Degrés de protection procurés par les enveloppes (Code IP).*

INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION

BASIC ENVIRONMENTAL TESTING PROCEDURES –

Part 2: Tests – Test Q: Sealing

FOREWORD

- 1) The IEC (International Electrotechnical Commission) is a worldwide organization for standardization comprising all national electrotechnical committees (IEC National Committees). The object of the IEC is to promote international cooperation on all questions concerning standardization in the electrical and electronic fields. To this end and in addition to other activities, the IEC publishes International Standards. Their preparation is entrusted to technical committees; any IEC National Committee interested in the subject dealt with may participate in this preparatory work. International, governmental and non-governmental organizations liaising with the IEC also participate in this preparation. The IEC collaborates closely with the International Organization for Standardization (ISO) in accordance with conditions determined by agreement between the two organizations.
- 2) The formal decisions or agreements of the IEC on technical matters, 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.
- 3) They have the form of recommendations for international use published in the form of standards, technical reports or guides and they are accepted by the National Committees in that sense.
- 4) In order to promote international unification, IEC National Committees undertake to apply IEC International Standards transparently to the maximum extent possible in their national and regional standards. Any divergence between the IEC Standard and the corresponding national or regional standard shall be clearly indicated in the latter.

International Standard IEC 68-2-17 has been prepared by IEC technical committee 50: Environmental testing.

The present edition supersedes the third edition (1978) and the amendments 1 (1985), 2 (1987), 3 (1989) and 4 (1991).

The text of this standard is based on the third edition (1978) and amendments 1 (1985), 2 (1987), 3 (1989), 4 (1991) and on the following documents:

DIS	Report on voting
50(CO)261	50(CO)264

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

Annexes A to H form an integral part of this standard.

Publication quoted in this standard:

IEC 529: 1989, *Degrees of protection provided by enclosures (IP Code)*.

INVENTAIRE DES ESSAIS D'ÉTANCHÉITÉ

Généralités

Cet inventaire a pour but de monter les corrélations entre les différents essais d'étanchéité de l'essai Q de la CEI 68. D'autres essais appartenant à la même catégorie sont les essais de pluie et de pénétration d'eau qui sont à inclure dans le groupe des essais R. On a, d'autre part, profité de l'occasion pour faire référence aux essais similaires de la CEI 529.

Essais de la CEI 68-2-17

L'essai Q: Etanchéité, comprend un certain nombre d'essais faisant appel à diverses méthodes correspondant aux différentes applications visées.

Le schéma synoptique montrant les relations mutuelles de tous les essais d'étanchéité apparaît sur la figure 1.

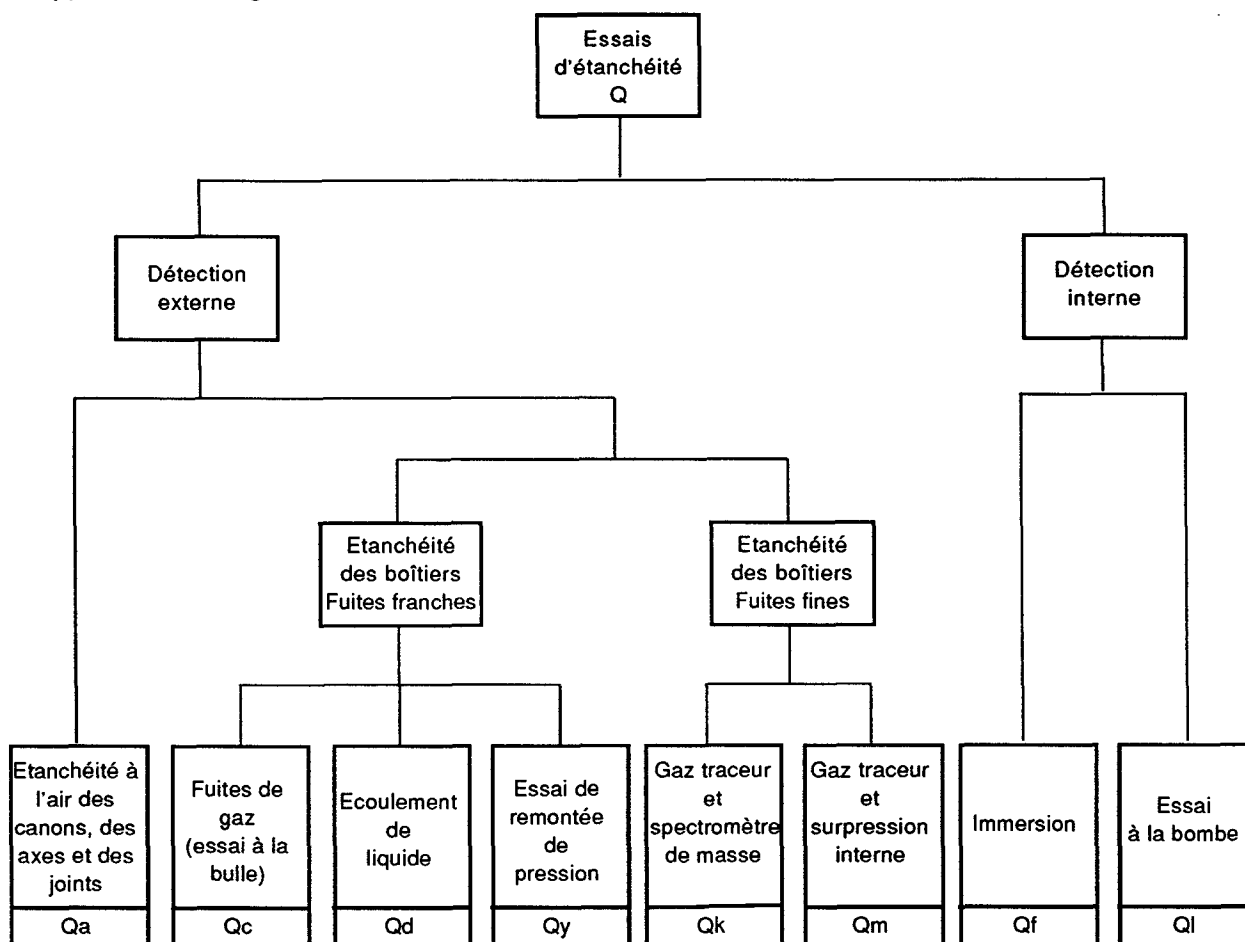


Figure 1

SURVEY OF SEALING TESTS

General

This survey indicates the interrelation between the various tests for sealing in Test Q of IEC 68. Other tests of this category are rain and water tests which are to be included as tests R. At the same time the opportunity has been taken to make reference to similar tests in IEC 529.

Tests in IEC 68-2-17

Test Q: Sealing, includes a number of tests which use different conditioning procedures appropriate for different applications.

The family tree of all sealing tests is shown in figure 1.

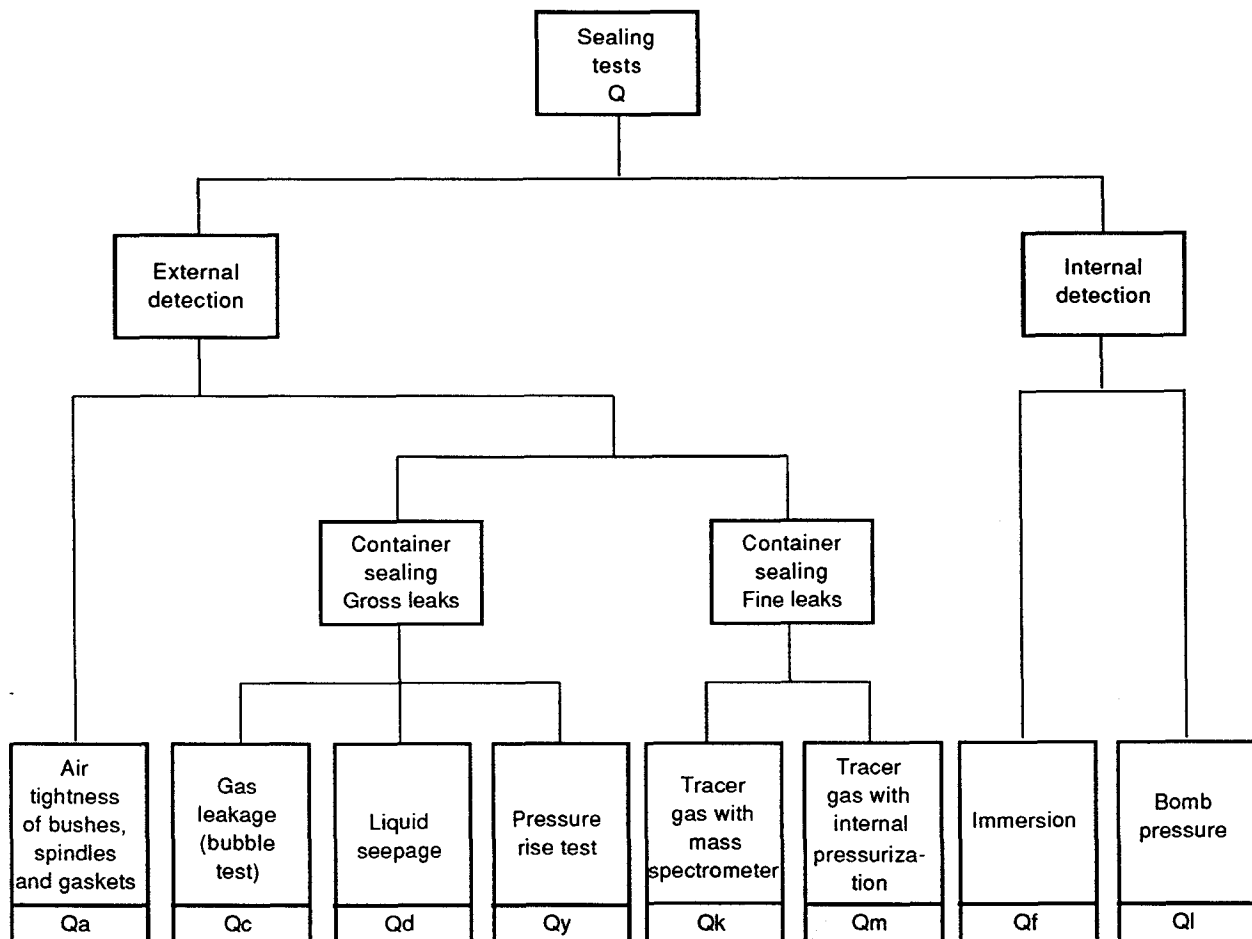


Figure 1

On peut subdiviser l'essai Q en deux sous-groupes caractérisés par leur méthode de détection, à savoir:

- la détection interne, où l'on mesure les variations des caractéristiques électriques causées par le fluide d'essai (liquide ou gaz) introduit dans les spécimens à travers la fuite;
- la détection externe, où l'on observe l'échappement du fluide d'essai à travers la fuite.

Les deux essais faisant appel à la détection interne Qf et Qi présentent beaucoup de similitudes. Ils se révèlent très efficaces pour certains composants, par exemple les condensateurs à film plastique; ils ne sont toutefois pas recommandés pour les composants dont les variations électriques n'apparaissent qu'après un temps assez long (par exemple après la fin de l'essai).

Les essais faisant appel à la détection externe sont eux-mêmes subdivisés en fonction de l'application. L'essai Qa est un essai à la bulle utilisé pour déterminer l'étanchéité à l'air des canons, des axes et des joints. Les autres essais, Qc, Qd, Qk et Qm sont utilisés pour déterminer les fuites dans les conteneurs (boîtiers métalliques, enveloppes, etc.); l'essai Qc est un essai à la bulle qui comporte à son tour trois méthodes de sensibilités différentes (fuites supérieures à $1 \text{ Pa} \cdot \text{cm}^3/\text{s}$ ($10^{-5} \text{ bar} \cdot \text{cm}^3/\text{s}$)).

Les essais Qk et Qm sont les plus sensibles de cette série. Leur gamme de sensibilité s'étend de $1 \text{ Pa} \cdot \text{cm}^3/\text{s}$ ($10^{-5} \text{ bar} \cdot \text{cm}^3/\text{s}$) à environ $10^{-6} \text{ Pa} \cdot \text{cm}^3/\text{s}$ ($10^{-11} \text{ bar} \cdot \text{cm}^3/\text{s}$). L'essai Qd est un essai à écoulement de liquide qui peut être appliqué aux spécimens remplis, pendant leur fabrication, d'un liquide ou d'un produit devenant liquide à la température d'essai.

Essais de la CEI 529

Dans la CEI 529, les degrés de protection sont définis par des essais et identifiés par des chiffres de la façon suivante:

Tableau 1 – Degrés de protection indiqués par le premier chiffre caractéristique

Premier chiffre caractéristique	Degré de protection	
	Description abrégée	Définition
0	Non protégé	Pas de protection particulière
1	Protégé contre les corps solides supérieurs à 50 mm	Une grande surface du corps humain, par exemple la main (mais pas de protection contre une pénétration délibérée). Corps solides de plus de 50 mm de diamètre
2	Protégé contre les corps solides supérieurs à 12 mm	Les doigts ou objets analogues ne dépassant pas 80 mm de longueur. Corps solides de plus de 12 mm de diamètre
3	Protégé contre les corps solides supérieurs à 2,5 mm	Outils, fils, etc., de diamètre ou d'épaisseur supérieurs à 2,5 mm. Corps solides de plus de 2,5 mm de diamètre
4	Protégé contre les corps solides supérieurs à 1,0 mm	Fils ou bandes d'épaisseur supérieure à 1,0 mm. Corps solides de plus de 1,0 mm de diamètre
5	Protégé contre la poussière	La pénétration de la poussière n'est pas totalement empêchée, mais la poussière ne peut pas entrer en quantité suffisante pour nuire au bon fonctionnement du matériel
6	Totalement protégé contre la poussière	Pas de pénétration de la poussière

Test Q may be subdivided in the following two sub-groups, distinguished by their detection methods, viz:

- internal detection, which measures changes of electrical characteristics produced by the test medium (liquid or gas) introduced into the specimens through the leak;
- external detection, whereby the escape of the test medium through the leak is observed.

The two tests for internal detection Qf and Ql are very similar. They are very effective for certain components, for example plastic foil capacitors; they are not recommended, however, for components in which electrical changes become effective only after a long time (for instance, after the test is terminated).

The tests for external detection are further subdivided according to their application. Test Qa is a bubble test which is used to determine the air tightness of bushes, spindles and gaskets. The other tests, Qc, Qd, Qk and Qm are used to determine leaks in containers (metallic cases, housings, etc.); Test Qc is a bubble test again including three methods with different sensitivities (leaks not less than $1 \text{ Pa} \cdot \text{cm}^3/\text{s}$ ($10^{-5} \text{ bar} \cdot \text{cm}^3/\text{s}$)).

Test Qk and Qm are the most sensitive of this series. Their sensitivity ranges from $1 \text{ Pa} \cdot \text{cm}^3/\text{s}$ ($10^{-5} \text{ bar} \cdot \text{cm}^3/\text{s}$) to about $10^{-6} \text{ Pa} \cdot \text{cm}^3/\text{s}$ ($10^{-11} \text{ bar} \cdot \text{cm}^3/\text{s}$). Test Qd is a liquid seepage test which may be applied to specimens filled during manufacture with a liquid or a product becoming liquid at the test temperature.

Tests in IEC 529

In IEC 529, degrees of protection are established by tests and identified by numerals as follows:

Table 1 – Degrees of protection indicated by the first characteristic numeral

First characteristic numeral	Degree of protection	
	Short description	Definition
0	Non-protected	No special protection
1	Protected against solid objects greater than 50 mm	A large surface of the body, such as a hand (but no protection against deliberate access). Solid objects exceeding 50 mm in diameter
2	Protected against solid objects greater than 12 mm	Fingers or similar objects not exceeding 80 mm in length. Solid objects exceeding 12 mm in diameter
3	Protected against solid objects greater than 2,5 mm	Tools, wires, etc., of diameter or thickness greater than 2,5 mm. Solid objects exceeding 2,5 mm in diameter
4	Protected against solid objects greater than 1,0 mm	Wires or strips of thickness greater than 1,0 mm. Solid objects exceeding 1,0 mm in diameter
5	Dust-protected	Ingress of dust is not totally prevented but dust does not enter in sufficient quantity to interfere with satisfactory operation of the equipment
6	Dust-tight	No ingress of dust

Tableau 2 – Degrés de protection indiqués par le deuxième chiffre caractéristique

Deuxième chiffre caractéristique	Degré de protection	
	Description abrégée	Définition
0	Non protégé	Pas de protection particulière
1	Protégé contre les chutes verticales de gouttes d'eau	Les gouttes d'eau (tombant verticalement) ne doivent pas avoir d'effets nuisibles
2	Protégé contre les chutes d'eau pour une inclinaison maximale de 15°	Les chutes verticales de gouttes d'eau ne doivent pas avoir d'effets nuisibles quand l'enveloppe est inclinée jusqu'à 15° de sa position normale
3	Protégé contre l'eau «en pluie»	De l'eau tombant en pluie dans une direction faisant avec la verticale un angle inférieur ou égal à 60° ne doit pas avoir d'effets nuisibles
4	Protégé contre les projections d'eau	De l'eau projetée de toutes les directions sur l'enveloppe ne doit pas avoir d'effets nuisibles
5	Protégé contre les jets d'eau	De l'eau projetée à l'aide d'une lance de toutes les directions sur l'enveloppe ne doit pas avoir d'effets nuisibles
6	Protégé contre les paquets de mer	Par grosse mer ou sous l'effet de jets puissants, l'eau ne doit pas pénétrer dans l'enveloppe en quantité nuisible
7	Protégé contre les effets de l'immersion	La pénétration d'eau en quantité nuisible à l'intérieur de l'enveloppe immergée dans l'eau, sous une pression et pendant une durée déterminée, ne doit pas être possible
8	Protégé contre l'immersion prolongée	Le matériel convient pour l'immersion prolongée dans l'eau dans des conditions spécifiées par le constructeur NOTE – Cela signifie normalement que le matériel est rigoureusement étanche mais, pour certains types de matériel, cela peut signifier que de l'eau peut pénétrer pourvu qu'il n'en résulte pas d'effets nuisibles

Table 2 – Degrees of protection indicated by the second characteristic numeral

Second characteristic numeral	Degree of protection	
	Short description	Definition
0	Non-protected	No special protection
1	Protected against dripping water	Dripping water (vertically falling drops) shall have no harmful effect
2	Protected against dripping water when tilted up to 15°	Vertically dripping water shall have no harmful effect when the enclosure is tilted at any angle up to 15° from its normal position
3	Protected against spraying water	Water falling as a spray at an angle up to 60° from the vertical shall have no harmful effect
4	Protected against splashing water	Water splashed against the enclosure from any direction shall have no harmful effect
5	Protected against water jets	Water projected by a nozzle against the enclosure from any direction shall have no harmful effect
6	Protected against heavy seas	Water from heavy seas or water projected in powerful jets shall not enter the enclosure in harmful quantities
7	Protected against the effects of immersion	Ingress of water in a harmful quantity shall not be possible when the enclosure is immersed in water under defined conditions of pressure and time
8	Protected against submersion	The equipment is suitable for continuous submersion in water under conditions which shall be specified by the manufacturer NOTE – Normally, this will mean that the equipment is hermetically sealed. However with certain types of equipment it can mean that water can enter but only in such a manner that it produces no harmful effects

ESSAIS FONDAMENTAUX CLIMATIQUES ET DE ROBUSTESSE MÉCANIQUE –

Partie 2: Essais – Essai Q: Etanchéité

1 Définitions

Dans le cadre de la présente norme, les définitions suivantes sont applicables:

1.1 Taux de fuite

Quantité d'un gaz sec à une température donnée qui traverse une fuite par unité de temps et pour une valeur connue de la différence de pression à travers la fuite.

NOTE – L'unité de base du taux de fuite dans le système SI est le «pascal × mètre cube par seconde ($\text{Pa} \cdot \text{m}^3/\text{s}$)». Les unités dérivées « $\text{Pa} \cdot \text{cm}^3/\text{s}$ » et « $\text{bar} \cdot \text{cm}^3/\text{s}$ » sont utilisées dans cette norme, du fait qu'elles correspondent mieux aux ordres de grandeur que l'on trouve dans la pratique industrielle courante.

On rappelle que: $1 \text{ Pa} \cdot \text{m}^3/\text{s} = 10^6 \text{ Pa} \cdot \text{cm}^3/\text{s} = 10 \text{ bar} \cdot \text{cm}^3/\text{s}$.

1.2 Taux de fuite normalisé

Taux de fuite dans des conditions normalisées de température et de pression différentielle.

Dans le cadre de cet essai, les conditions normalisées sont: 25 °C et 10^5 Pa (1 bar).

1.3 Taux de fuite mesuré (R)

Taux de fuite d'un matériel donné tel qu'on le mesure dans des conditions spécifiées et en utilisant un gaz d'essai spécifié.

NOTES

1 Les taux de fuite mesurés sont souvent déterminés avec l'hélium comme gaz d'essai, avec une différence de pression de 10^5 Pa (1 bar) à 25 °C.

2 Pour permettre des comparaisons avec des taux de fuite déterminés par d'autres méthodes d'essai, les taux de fuite doivent être convertis en taux de fuite normalisés équivalents.

1.4 Taux de fuite normalisé équivalent (L)

Taux de fuite normalisé d'un dispositif donné, le gaz d'essai étant de l'air.

1.5 Constante de temps (d'une fuite) (θ)

Temps qu'exigerait l'égalisation des pressions différentielles partielles à travers une fuite si la vitesse initiale de variation de cette différence était maintenue à une valeur constante. Dans le cadre de cet essai, la constante de temps est égale au quotient du volume interne du spécimen par le taux de fuite normalisé équivalent.

1.6 Fuite franche

Toute fuite dont le taux de fuite normalisé équivalent est supérieur à $1 \text{ Pa} \cdot \text{cm}^3/\text{s}$ ($10^{-5} \text{ bar} \cdot \text{cm}^3/\text{s}$).

BASIC ENVIRONMENTAL TESTING PROCEDURES –

Part 2: Tests – Test Q: Sealing

1 Definitions

For the purpose of this standard the following definitions apply:

1.1 *Leak rate*

The quantity of a dry gas at a given temperature that flows through a leak per unit of time and for known difference of pressure across the leak.

NOTE – The basic SI unit for leak rate is "pascal cubic metre per second ($\text{Pa} \cdot \text{m}^3/\text{s}$)". The derived units " $\text{Pa} \cdot \text{cm}^3/\text{s}$ " and " $\text{bar} \cdot \text{cm}^3/\text{s}$ " are used in this standard as they better conform with the orders of magnitude used in common industrial practice.

It is recalled that: $1 \text{ Pa} \cdot \text{m}^3/\text{s} = 10^6 \text{ Pa} \cdot \text{cm}^3/\text{s} = 10 \text{ bar} \cdot \text{cm}^3/\text{s}$.

1.2 *Standard leak rate*

The leak rate under standard conditions of temperature and pressure difference.

For the purpose of this test, the standard conditions are 25°C and 10^5 Pa (1 bar).

1.3 *Measured leak rate (R)*

The leak rate of a given device as measured under specified conditions and employing a specified test gas.

NOTES

1 Measured leak rates are often determined with helium employed as the test gas under a pressure difference of 10^5 Pa (1 bar) at 25°C .

2 For the purpose of comparison with leak rates determined by other methods of testing, the leak rates must be converted to equivalent standard leak rates.

1.4 *Equivalent standard leak rate (L)*

The standard leak rate of a given device, with air as the test gas.

1.5 *Time constant (of leakage) (θ)*

The time required for equalization of partial pressure difference across a leak if the initial rate of change of that pressure difference were maintained. For the purpose of this test, the time constant is equal to the quotient of the internal volume of the specimen and the equivalent standard leak rate.

1.6 *Gross leak*

Any leak the equivalent standard leak rate of which is greater than $1 \text{ Pa} \cdot \text{cm}^3/\text{s}$ ($10^{-5} \text{ bar} \cdot \text{cm}^3/\text{s}$).

1.7 Fuite fine

Toute fuite dont le taux de fuite normalisé équivalent est inférieur à $1 \text{ Pa} \cdot \text{cm}^3/\text{s}$ ($10^{-5} \text{ bar} \cdot \text{cm}^3/\text{s}$).

1.8 Fuite virtuelle

Apparence de fuite due à l'échappement lent d'un gaz adsorbé, absorbé ou occlus.

1.9 Mesureur de fuites (Essai Qm)

Appareil constitué d'une sonde à main permettant de prélever un échantillon d'un mélange gazeux et d'un mesureur indiquant sur une échelle graduée la concentration, dans l'échantillon, d'un type de gaz donné.

1.10 Volume de mesure [V_m] (Essai Qm)

Volume compris entre l'enveloppe étanche collectant les fuites et le spécimen.

NOTE – La concentration de gaz traceur étant faible dans ce volume, l'étanchéité de son enveloppe n'a généralement pas besoin d'être parfaite.

1.11 Détecteur de fuites (Essai Qm)

Appareil constitué d'une sonde à main permettant de prélever un échantillon d'un mélange gazeux et d'un dispositif sensible à la présence d'un type donné de gaz et émettant un signal, soit sonore, soit visuel, quand sa concentration atteint un seuil spécifié.

1.12 Reniflage (Essai Qm)

Action par laquelle on déplace lentement la sonde d'un détecteur le long d'un spécimen dont on veut localiser les fuites.

2 Essai Qa: Etanchéité des canons, des axes et des joints

2.1 Objet

Cet essai a pour but de déterminer l'étanchéité des canons, des axes et autres dispositifs de passage étanches similaires.

NOTE – Dans le cadre de cet essai, deux types de passage étanches sont à distinguer:

- Type A: 100 kPa (10 N/cm^2) à 110 kPa (11 N/cm^2) dans la direction spécifiée dans la spécification particulière.
- Type B: 100 kPa (10 N/cm^2) à 110 kPa (11 N/cm^2) dans chaque direction.

2.2 Domaine d'application

Cet essai peut être utilisé pour la détection des fuites franches.

1.7 *Fine leak*

Any leak the equivalent standard leak rate of which is smaller than $1 \text{ Pa} \cdot \text{cm}^3/\text{s}$ ($10^{-5} \text{ bar} \cdot \text{cm}^3/\text{s}$).

1.8 *Virtual leak*

The semblance of a leak caused by slow release of absorbed, adsorbed or occluded gas.

1.9 *Leakage meter (Test Qm)*

Apparatus consisting of a hand probe for taking a sample of gas mixture and a meter providing a graduated display of the concentration of a predetermined type of gas in the sample.

1.10 *Volume of measurement [V_m](Test Qm)*

Volume contained between the gastight sheath collecting the leakage and the specimen.

NOTE – The tracer gas concentration being small in that volume, the sealing of its sheath does not generally need to be perfect.

1.11 *Leak detector (Test Qm)*

Apparatus consisting of a hand probe for taking a sample of gas mixture and a device sensitive to the presence of a predetermined type of gas and emitting a signal, either acoustic or visual, when the concentration of a predetermined type of gas reaches a preset threshold level.

1.12 *Probing [sniffing: deprecated term] (Test Qm)*

Action of slowly moving the probe of a leak detector along a specimen in order to locate the leaks.

2 **Test Qa: Sealing of bushes, spindles and gaskets**

2.1 *Object*

To determine the effectiveness of seals of bushes, spindles and similar features.

NOTE – For the purpose of this test, two types of seals shall be considered:

- Type A: 100 kPa (10 N/cm^2) to 110 kPa (11 N/cm^2) in the direction specified in the relevant specification.
- Type B: 100 kPa (10 N/cm^2) to 110 kPa (11 N/cm^2) in each direction.

2.2 *Scope*

This test can be used for the detection of gross leaks.

2.3 Description générale de l'essai

Le spécimen est monté sur le couvercle d'une chambre d'essai pressurisée que l'on immerge dans un liquide. Si le spécimen fuit, l'air qui s'échappe est recueilli. La quantité d'air recueillie par unité de temps est une mesure de la fuite d'air. Un appareillage d'essai approprié est décrit à l'annexe A.

2.4 Mesures initiales

Non requises.

2.5 Epreuve

2.5.1 Sauf spécification contraire, une différence de pression d'air, de valeur indiquée ci-après, est appliquée de part et d'autre de chaque passage, ou bien de part et d'autre d'un groupe de passages étanches formant un ensemble et essayés simultanément.

Type A: 100 kPa (10 N/cm²) à 110 kPa (11 N/cm²) dans la direction spécifiée dans la spécification particulière.

Type B: 100 kPa (10 N/cm²) à 110 kPa (11 N/cm²) dans chaque direction.

Si une pression plus élevée est nécessaire, elle doit être comprise entre 340 kPa (34 N/cm²) et 360 kPa (36 N/cm²).

NOTE – L'appareillage d'essai décrit à l'annexe A peut ne pas s'avérer approprié pour ces pressions plus élevées.

2.5.2 Les passages d'étanchéité du type B doivent être essayés aussi bien à l'état statique qu'en cours de fonctionnement mécanique, suivant les prescriptions de la spécification particulière.

2.6 Mesures finales

Mesurer le taux de fuite. La limite admissible est fixée par la spécification particulière.

2.7 Renseignements à donner dans la spécification particulière

Lorsque cet essai est prescrit dans la spécification particulière, les détails suivants doivent être spécifiés s'il y a lieu:

	Paragraphes
a) Conditions requises pour la pression	2.5.1
b) Sens d'application de la différence de pression	2.5.1
c) Fonctionnement mécanique en cours d'épreuve	2.5.2
d) Conditions requises pour le taux de fuite	2.6

3 Essai Qc: Etanchéité des boîtiers, fuite de gaz

3.1 Objet

Cet essai a pour but de déterminer l'étanchéité de spécimens contenant un certain volume de gaz (par exemple les spécimens non complètement remplis d'imprégnants).

2.3 General description of the test

The specimen is mounted on the lid of a pressurized test chamber which is submerged in a liquid. If the specimen leaks, the air escaping is collected. The amount of air collected per unit time is a measure of the air leakage. A suitable test apparatus is described in annex A.

2.4 Initial measurements

Not required.

2.5 Conditioning

2.5.1 Unless otherwise specified, an air pressure difference, as specified below, shall be applied across each seal or simultaneously across a group of seals forming an assembly.

Type A: 100 kPa (10 N/cm²) to 110 kPa (11 N/cm²) in the direction specified in the relevant specification.

Type B: 100 kPa (10 N/cm²) to 110 kPa (11 N/cm²) in each direction.

Where a higher pressure is required, it shall be 340 kPa (34 N/cm²) to 360 kPa (36 N/cm²).

NOTE – The test apparatus described in annex A may not be suitable for these higher pressures.

2.5.2 Type B seals shall be tested both in a static condition and while being mechanically operated as required by the relevant specification.

2.6 Final measurements

The rate of leakage shall be measured. The limit shall be prescribed in the relevant specification.

2.7 Information to be given in the relevant specification

When this test is included in the relevant specification, the following details shall be given as far as they are applicable:

	Sub-clause
a) Requirements for pressure	2.5.1
b) Direction of application of pressure difference	2.5.1
c) Mechanical operation during conditioning	2.5.2
d) Requirements for leakage rate	2.6

3 Test Qc: Container sealing, gas leakage

3.1 Object

To determine the effectiveness of seals of specimens having an included gas-filled space (e.g. specimens not completely filled with impregnant).

3.2 *Domaine d'application*

Cet essai peut être utilisé pour la détection des taux de fuites supérieurs à 100, 10 ou 1 Pa · cm³/s (10⁻³, 10⁻⁴ ou 10⁻⁵ bar · cm³/s), suivant la méthode choisie. Les méthodes d'essai 1 et 3 sont applicables uniquement aux spécimens qui sont capables de supporter une totale décompression ainsi que la compression nécessaire à l'imprégnation (voir 3.3.3), sans subir de déformation ou de détérioration physique permanente (voir annexe B, articles B.1, B.2 et B.3).

La méthode d'essai 2 est applicable à tous les spécimens soumis à une différence de pression importante, d'origine thermique, obtenue à la température ambiante maximale de fonctionnement du spécimen.

3.3 *Description générale de l'essai*

La détection des fuites franches est obtenue par immersion du spécimen essayé dans un liquide approprié, dans des conditions spécifiées et contrôlées, et par l'observation des bulles s'échappant de la surface du spécimen (voir annexe B, article B.5).

On crée une pression interne positive à l'intérieur du spécimen essayé à l'aide de l'une des méthodes d'essai suivantes:

3.3.1 *Méthode d'essai 1*

L'essai est réalisé sous vide, ce qui accroît la pression différentielle au niveau des passages d'étanchéité du spécimen en essai.

3.3.2 *Méthode d'essai 2*

Cette méthode fait appel à l'immersion dans un liquide d'essai maintenu à une température élevée (voir annexe B, article B.10).

3.3.3 *Méthode d'essai 3*

Cette méthode utilise l'immersion dans un liquide d'essai, après imprégnation par un autre liquide dont le point d'ébullition est inférieur à la température de l'essai.

3.4 *Méthode d'essai 1*

3.4.1 Il doit être possible de faire le vide dans la chambre d'essai contenant le bain requis pour cet essai. Le bain doit contenir suffisamment de liquide pour que les spécimens puissent y être complètement immergés, de sorte que la partie supérieure de l'enveloppe ou du scellement du spécimen en essai se trouve à plus de 10 mm au-dessous de la surface. Le liquide d'essai (voir annexe B, article B.8) est maintenu à une température comprise entre 15 °C et 35 °C. Il doit être possible, soit d'évacuer le liquide du bain, soit d'enlever le spécimen du liquide, avant de casser le vide.

3.4.2 Immerger les spécimens dans le liquide d'essai de telle sorte que les scellements soient placés à la partie supérieure. Réduire alors la pression dans la chambre d'essai en moins de 1 min à une valeur de 1 kPa (10 mbar) ou à toute autre valeur prescrite dans la spécification particulière. Si aucun défaut n'a été observé (voir 3.4.4), maintenir cette pression pendant encore 1 min ou toute autre durée prescrite dans la spécification particulière (voir annexe B, article B.9).

3.2 *Scope*

This test can be used for the detection of leak rates greater than 100, 10 or 1 Pa · cm³/s (10⁻³, 10⁻⁴ or 10⁻⁵ bar · cm³/s) according to the method chosen. Test Methods 1 and 3 are applicable only to specimens that are able to withstand full decompression and the compression necessary for the impregnation (see 3.3.3) without suffering distortion or permanent physical damage (see annex B, clauses B.1, B.2 and B.3).

Test Method 2 is applicable to all specimens subject to a significant thermally generated pressure differential being achieved at the maximum ambient temperature of operation of the specimen.

3.3 *General description of the test*

The detection of gross leaks is achieved by submerging the test specimen in a suitable liquid, under controlled conditions and by observing bubbles emanating from the specimen surface (see annex B, clause B.5).

A positive internal pressure within the test specimen is generated by one of the following test methods:

3.3.1 *Test Method 1*

Conducting the test in a vacuum environment, thereby increasing the pressure differential across the seals of the test specimen.

3.3.2 *Test Method 2*

Through immersion in a test liquid maintained at an elevated temperature (see annex B, clause B.10).

3.3.3 *Test Method 3*

Through immersion in a test liquid, following impregnation with another liquid having a boiling point below the test temperature.

3.4 *Test Method 1*

3.4.1 The test chamber containing the bath required for this test shall be capable of being evacuated, and the bath shall contain sufficient liquid to enable the specimens to be immersed so that the uppermost surface of the specimen enclosure or seal to be tested is at a depth of not less than 10 mm below the surface. The test liquid (see annex B, clause B.8) shall be maintained at a temperature between 15 °C and 35 °C. The bath should be capable of being drained of the liquid or having the specimen removed from the liquid before breaking the vacuum.

3.4.2 Specimens shall be immersed in the test liquid with their seals uppermost. The pressure within the test chamber shall then be reduced within 1 min to a value of 1 kPa (10 mbar) or as otherwise prescribed in the relevant specification. If no failure has been observed (3.4.4) maintain this pressure for a further minute or another duration prescribed in the relevant specification (see annex B, clause B.9).

3.4.3 Les spécimens munis de scellements sur plusieurs faces sont essayés conformément aux prescriptions de 3.4.2, chacune des faces munies de scellements étant tour à tour placée à la partie supérieure (voir annexe B, article B.4).

3.4.4 Les critères de défaut retenus pour cet essai sont l'observation, à un moment quelconque de l'essai, soit d'un courant établi de bulles, soit d'un dégagement de plus de deux grosses bulles, soit enfin d'une bulle attachée au spécimen et dont la taille s'accroît (voir annexe B, articles B.6 et B.7).

3.5 *Méthode d'essai 2*

3.5.1 Le bain requis pour cet essai doit contenir suffisamment de liquide pour que les spécimens puissent y être immergés complètement de telle sorte que la partie la plus haute du boîtier ou du scellement en essai soit au moins à 10 mm de profondeur.

3.5.2 Le liquide doit être maintenu à une température de 1 °C à 5 °C au-dessus de la température maximale ambiante de fonctionnement du spécimen en essai, ou à la température prescrite dans la spécification particulière.

3.5.3 Immerger les spécimens, dont la température doit être comprise entre 15 °C et 35 °C, dans le liquide d'essai avec leurs scellements au-dessus (voir annexe B, article B.11) pendant une durée minimale de 10 min, ou suivant les prescriptions de la spécification particulière (voir annexe B, article B.3).

3.5.4 Les spécimens ayant des scellements sur plus d'une face sont essayés conformément aux prescriptions de 3.5.3, chacune des faces portant des scellements étant tour à tour placée à la partie supérieure (voir annexe B, article B.4).

3.5.5 Les critères de défaut retenus pour cet essai sont l'observation, à un moment quelconque de l'essai, soit d'un courant établi de bulles, soit d'un dégagement de plus de deux grosses bulles, soit enfin d'une bulle attachée au spécimen et dont la taille s'accroît (voir annexe B, articles B.6 et B.7).

3.6 *Méthode d'essai 3*

Cette méthode comprend deux phases:

3.6.1 *Phase 1*

La phase 1 est effectuée à la température ambiante.

Introduire les spécimens dans une chambre à vide, dans laquelle la pression est abaissée jusqu'à environ 100 Pa (1 mbar) pendant 1 h, après quoi, et sans casser le vide, un liquide imprégnant (voir annexe B, articles B.12 et B.13) est introduit dans la chambre à vide jusqu'à recouvrement complet des spécimens.

3.4.3 Specimens possessing seals on more than one surface shall be tested in accordance with 3.4.2 with each surface in the uppermost position (see annex B, clause B.4).

3.4.4 Failure criteria for this test shall be the observance at any time during the test of a definite stream of bubbles, or more than two large bubbles, or an attached bubble that grows in size (see annex B, clauses B.6 and B.7).

3.5 *Test Method 2*

3.5.1 The bath required for this test shall contain sufficient liquid to enable the test specimens to be completely immersed to a depth of not less than 10 mm above the uppermost part of the enclosure or seal to be tested.

3.5.2 The liquid shall be maintained at a temperature of 1 °C to 5 °C above the maximum ambient temperature of operation for the specimen under test or at the temperature required in the relevant specification.

3.5.3 The specimens, which shall be at a temperature between 15 °C and 35 °C, shall be immersed in the test liquid with their seals uppermost (see annex B, clause B.11) for a period of at least 10 min, or as prescribed in the relevant specification (see annex B, clause B.3).

3.5.4 Specimens possessing seals on more than one surface shall be tested in accordance with 3.5.3 with each surface in the uppermost position (see annex B, clause B.4).

3.5.5 Failure criteria for this test shall be the observance at any time during the test of a definite stream of bubbles, or more than two large bubbles, or an attached bubble that grows in size (see annex B, clauses B.6 and B.7).

3.6 *Test Method 3*

This method consists of two steps:

3.6.1 *Step 1*

Step 1 shall be performed at ambient temperature.

The specimens shall be enclosed in a vacuum/pressure vessel and the pressure reduced to about 100 Pa (1 mbar) for 1 h. After that time, and without breaking the vacuum, an impregnation liquid (see annex B, clauses B.12 and B.13) shall be drawn into the vessel until the specimens are covered by it.

Mettre alors les spécimens sous pression dans les conditions suivantes:

Volume de la cavité interne	Pression minimale (absolue)	Durée minimale
< 0,1 cm ³	600 kPa (6 bar)	1 h
> 0,1 cm ³	300 kPa (3 bar)	2 h

A la fin de cette phase d'imprégnation, la surpression est supprimée, les spécimens étant maintenus dans le liquide. Les sortir ensuite du liquide et les laisser sécher dans l'air à la température ambiante pendant une durée de 3 ± 1 min, ou toute autre durée prescrite dans la spécification particulière, avant exécution de la phase 2 (voir annexe B, articles B.14 et B.15).

3.6.2 Phase 2

Cette phase consiste à appliquer la méthode d'essai 2, avec une température d'essai de 125 ± 5 °C, sauf spécification contraire. Le spécimen est observé à partir de l'instant d'immersion jusqu'à 30 s après l'immersion, sauf prescription contraire dans la spécification particulière.

3.7 Renseignements à donner dans la spécification particulière

Lorsque cet essai est prescrit dans une spécification particulière, les détails suivants doivent être spécifiés s'il y a lieu:

	Articles ou paragraphes
a) La méthode	3.3, 3.4, 3.5, 3.6
b) Le(s) liquide(s) recommandé(s)	B.8, B.11, 3.6.1
c) Méthode d'essai 1: pression et durée, si elles diffèrent de 3.4.2	3.4.2
d) Méthode d'essai 2: température du liquide, si elle diffère de 3.5.2	3.5.2
e) Méthode d'essai 2: durée d'immersion, si elle diffère de 3.5.3	3.5.3
f) Temps de séchage, s'il diffère de 3 min	3.6.1
g) Méthode d'essai 3: température de la phase 2, si elle diffère de 125 °C	3.6.2

4 Essai Qd: Étanchéité des boîtiers, écoulement de liquide

4.1 Objet

Cet essai a pour but de déterminer l'étanchéité des spécimens en boîtiers remplis de liquide.

NOTE – Cet essai peut aussi être utilisé pour des spécimens contenant des matériaux solides à température normale mais liquides à la température d'essai.

The specimens shall then be pressurized under the following conditions:

Internal cavity volume	Minimum pressure (absolute)	Minimum duration
< 0,1 cm ³	600 kPa (6 bar)	1 h
> 0,1 cm ³	300 kPa (3 bar)	2 h

At the end of this impregnation time, the pressure shall be removed and the specimens maintained in the liquid. They shall be removed from the liquid and allowed to dry in air at ambient temperature for 3 ± 1 min or another duration prescribed in the relevant specification before performing step 2 (see annex B, clauses B.14 and B.15).

3.6.2 Step 2

Test Method 2 shall apply, using a test temperature of 125 ± 5 °C, unless otherwise specified. The specimen shall be observed from the instant of immersion until 30 s after immersion unless otherwise specified in the relevant specification.

3.7 Information to be given in the relevant specification

When this test is included in a relevant specification, the following details shall be given, as far as they are applicable:

	Clause or sub-clause
a) The method	3.3, 3.4, 3.5, 3.6
b) Recommended liquid(s)	B.8, B.11, 3.6.1
c) Test Method 1: pressure and time, if different from 3.4.2	3.4.2
d) Test Method 2: liquid temperature, if different from 3.5.2	3.5.2
e) Test Method 2: immersion duration, if different from 3.5.3	3.5.3
f) Drying time if different from 3 min	3.6.1
g) Test Method 3: Step 2 temperature, if different from 125 °C.	3.6.2

4 Test Qd: Container sealing, seepage of filling liquid

4.1 Object

To determine the effectiveness of seals of specimens filled with liquid.

NOTE – This test may also be used for specimens having a filling which is solid at room temperature but which is liquid at the testing temperature.

4.2 *Domaine d'application*

Cet essai peut être utilisé pour la détection de taux de fuite correspondant à un taux de fuite d'air supérieur à environ $1 \text{ Pa} \cdot \text{cm}^3/\text{s}$ ($10^{-5} \text{ bar} \cdot \text{cm}^3/\text{s}$). La sensibilité de la méthode dépend de la viscosité cinématique du liquide à la température d'essai ainsi que de la technique utilisée pour détecter l'écoulement.

4.3 *Description générale de l'essai*

Le spécimen est examiné en vue de la détection de tout écoulement de liquide susceptible de se produire lorsqu'il est porté à une température légèrement supérieure à sa température ambiante maximale de fonctionnement.

4.4 *Sévérités*

Une sévérité est définie par la durée pendant laquelle le spécimen est maintenu à la température d'essai. La spécification particulière fixe la sévérité applicable choisie dans la liste ci-après:

10 min
1 h
4 h
24 h
48 h

4.5 *Préconditionnement*

Le spécimen est nettoyé (dégraissé) de telle sorte que tout écoulement éventuel de liquide se distingue nettement par contraste avec tous les autres matériaux et produits.

4.6 *Mesures initiales*

Non requises.

4.7 *Epreuve*

4.7.1 Placer les spécimens dans une étuve à air brassé, dans laquelle l'air est réchauffé jusqu'à ce que la température de la surface des spécimens atteigne une valeur supérieure de 1°C à 5°C à celle de sa température ambiante maximale de fonctionnement. Ils doivent être placés dans la position la plus susceptible de mettre en évidence une fuite éventuelle.

4.7.2 Maintenir les spécimens à cette température pendant la durée correspondant à la sévérité prescrite, et ensuite les ôter de l'étuve.

4.7.3 Les spécimens ayant des scellements sur plus d'une face sont essayés dans les conditions prescrites en 4.7.1 et 4.7.2, chacune des faces portant des scellements étant tour à tour placée en bas.

4.8 *Mesures finales*

Soumettre les spécimens à un examen visuel dans le but de détecter tout écoulement de liquide. Sauf prescription contraire de la spécification particulière, il ne doit pas y avoir d'écoulement de liquide.

4.2 Scope

This test can be used for the detection of leak rates corresponding to an air leak rate greater than about $1 \text{ Pa} \cdot \text{cm}^3/\text{s}$ ($10^{-5} \text{ bar} \cdot \text{cm}^3/\text{s}$). The sensitivity of the method depends on the kinematic viscosity of the liquid at testing temperature and the technique employed to detect seepage.

4.3 General description of the test

The specimen is examined for seepage of liquid likely to occur when it is brought up to a temperature slightly higher than its maximum ambient temperature of operation.

4.4 Severities

A severity is defined as the period of time at which the specimen is maintained at the testing temperature. The relevant specification shall state the applicable severity chosen from the following list:

10 min
1 h
4 h
24 h
48 h

4.5 Preconditioning

The specimen shall be so cleaned (degreased) that possible seepage of liquid is clearly contrasted with all other materials.

4.6 Initial measurements

Not required.

4.7 Conditioning

4.7.1 The specimens shall be placed in an air circulating oven, in which the air is heated until the temperature of the surface of the specimens is 1°C to 5°C above its maximum ambient temperature of operation. The specimens should occupy an attitude most favourable to reveal leakage.

4.7.2 The specimens shall be maintained at this temperature for a period of time according to the prescribed severity and shall then be removed from the oven.

4.7.3 Specimens having seals on more than one face shall be tested in accordance with 4.7.1 and 4.7.2 with each such face in the downwards position in turn.

4.8 Final measurements

The specimens shall be visually inspected for seepage of liquid. There shall be no seepage, unless otherwise specified by the relevant specification.

La spécification particulière doit préciser la méthode de détection à utiliser (voir annexe C, article C.2).

4.9 Renseignements à donner dans la spécification particulière

Lorsque cet essai est prescrit dans une spécification particulière, les détails suivants seront donnés s'il y a lieu:

	Paragraphes
a) Température de l'essai	4.7.1
b) Durée de l'épreuve	4.7.2
c) Méthode de détection de l'écoulement	4.8

5 Essai Qf: Immersion

5.1 Objet

Cet essai a pour but de déterminer l'étanchéité à l'eau des composants, des matériels ou de tout autre spécimen lorsqu'ils sont soumis à une immersion dans des conditions fixées de pression et de durée.

5.2 Description générale de l'essai

Le spécimen est soumis à une pression spécifiée par immersion dans un réservoir d'eau à une profondeur spécifiée ou dans une chambre contenant de l'eau sous pression. A la fin de l'épreuve, le spécimen est examiné afin de détecter, soit une éventuelle pénétration d'eau, soit une éventuelle variation de ses caractéristiques.

5.3 Mesures initiales

Les spécimens sont examinés visuellement et soumis aux vérifications électriques et mécaniques prescrites par la spécification particulière. Tous les dispositifs d'étanchéité doivent être vérifiés pour s'assurer qu'ils ont été montés correctement.

5.4 Préconditionnement

Lorsque la spécification particulière le prescrit, les spécimens et leurs scellements sont soumis au préconditionnement spécifié.

5.5 Epreuve

5.5.1 Placer les spécimens dans la position prescrite dans la spécification particulière et les immerger complètement dans un réservoir d'eau ou dans une chambre contenant de l'eau sous pression.

Sauf spécification contraire de la spécification particulière, il faut utiliser de l'eau dont la tension superficielle a été réduite.

NOTE – Cela peut se réaliser en ajoutant à l'eau un agent mouillant du commerce.

5.5.2 Les spécimens doivent être soumis à l'une des hauteurs d'eau, ou à la différence de pression correspondante donnée dans le tableau 3, comme prescrit dans la spécification particulière.

The relevant specification shall specify the method of detection (see annex C, clause C.2).

4.9 *Information to be given in the relevant specification*

When this test is included in a relevant specification, the following details shall be, given as far as they are applicable:

	Sub-clause
a) Test temperature	4.7.1
b) Duration of conditioning	4.7.2
c) Method of detecting seepage	4.8

5 **Test Qf: Immersion**

5.1 *Object*

To determine the watertightness of components or equipment or other articles when subjected to immersion under stated conditions of pressure and time.

5.2 *General description of the test*

The specimen is submitted to a specified pressure by immersion in a water tank at a specified depth or in a high-pressure water chamber. After conditioning, the specimen is examined for penetrated water and checked for possible changes of characteristics.

5.3 *Initial measurements*

The specimens shall be visually inspected and electrically and mechanically checked as required by the relevant specification. All sealing features shall be checked to ascertain that they have been correctly mounted.

5.4 *Preconditioning*

Preconditioning of the specimens and seals should be carried out where prescribed by the relevant specification.

5.5 *Conditioning*

5.5.1 The specimens shall be placed in the position as prescribed in the relevant specification and shall be completely immersed in a water tank or high-pressure water chamber.

If not otherwise prescribed in the relevant specification, deionised water shall be used.

NOTE – This may be achieved by adding a commercially available wetting agent to the water.

5.5.2 The specimens shall be subjected to one of the head-of-water values or the corresponding pressure differences given in table 3, as required by the relevant specification.

Tableau 3

Hauteur d'eau (m)	Surpression correspondante (à 25 °C) (kPa)
0,15	1,47
0,40	3,91
1	9,78
1,50	14,7
4	39,1
6	58,7
10	97,8
15	147,0

Lorsqu'un réservoir est utilisé, la hauteur d'eau spécifiée doit être mesurée au-dessus du point le plus haut du spécimen.

Lorsqu'on utilise une chambre sous pression, la pression de l'eau doit être réglée à la valeur de surpression du tableau 3.

5.5.3 La spécification particulière doit spécifier la durée d'immersion. Les durées préférentielles sont de 30 min, 2 h, 24 h.

5.5.4 Les températures du spécimen et de l'eau doivent se situer entre 15 °C et 35 °C. Au cours de l'épreuve, la différence de température entre l'eau et le spécimen doit être aussi réduite que possible et ne pas dépasser 5 °C.

5.5.5 Sauf prescription contraire de la spécification particulière, pendant l'immersion, le spécimen en essai ne doit pas être en fonctionnement, il doit être hors tension et ses parties mobiles au repos.

5.6 Reprise

Sauf prescription contraire de la spécification particulière, les surfaces externes du spécimen doivent être complètement séchées par essuyage ou par application d'un courant d'air à la température du laboratoire.

5.7 Mesures finales

Le spécimen est examiné pour vérifier qu'aucune pénétration d'eau ne s'est produite, puis examiné visuellement et soumis aux vérifications électriques et mécaniques prescrites par la spécification particulière.

5.8 Renseignements à donner dans la spécification particulière

Lorsque cet essai est prescrit dans une spécification particulière, les détails suivants doivent être spécifiés s'il y a lieu:

	Paragraphes
a) Vérifications électriques et mécaniques à effectuer avant l'épreuve	5.3
b) Préconditionnement	5.4

Table 3

Head of water (m)	Corresponding pressure difference (at 25 °C) (kPa)
0,15	1,47
0,40	3,91
1	9,78
1,50	14,7
4	39,1
6	58,7
10	97,8
15	147,0

When a tank is used, the specified head of water shall be measured above the highest point of the specimen.

When a high-pressure water chamber is used, the water pressure shall be adjusted to the pressure difference of table 3.

5.5.3 The duration shall be prescribed in the relevant specification. Preferred values shall be 30 min, 2 h, 24 h.

5.5.4 The temperatures of the specimen and of the water shall be between 15 °C and 35 °C. During the conditioning period the difference in temperature between the water and the specimen shall be as small as possible, but not greater than 5 °C.

5.5.5 Unless otherwise prescribed in the relevant specification, during immersion, the specimen under test shall not be in operation, it shall be switched off and its movable parts shall be at rest.

5.6 *Recovery*

The specimen shall be thoroughly dried externally by wiping or by applying a blast of air at room temperature, unless otherwise specified by the relevant specification.

5.7 *Final measurements*

The specimen shall be examined for water penetration and shall be visually inspected and electrically and mechanically checked as required by the relevant specification.

5.8 *Information to be given in the relevant specification*

When the test is included in the relevant specification the following details shall be given as far as they are applicable:

- | | |
|---|------------|
| | Sub-clause |
| a) Electrical and mechanical checks prior to conditioning | 5.3 |
| b) Pre-conditioning procedure | 5.4 |

c) Position pendant l'épreuve	5.5.1
d) Défense ou autorisation d'utiliser un agent mouillant	5.5.1
e) Hauteur d'eau ou surpression	5.5.2
f) Durée de l'épreuve	5.5.3
g) Vérifications électriques et mécaniques après reprise	5.7

6 Essai Qk: Essai d'étanchéité au gaz traceur avec spectromètre de masse

6.1 Objet

Cet essai a pour objet de vérifier l'herméticité des spécimens en se basant sur l'évaluation des taux de fuite à l'aide d'un gaz traceur et d'un spectromètre de masse.

Le gaz traceur le plus couramment utilisé avec un spectromètre de masse est l'hélium et l'essai a été décrit en se référant à ce gaz (voir l'article E.1).

6.2 Domaine d'application

La méthode d'essai 1 est applicable en premier lieu aux spécimens de petit volume (voir tableau 4) et dont les surfaces ne sont pas susceptibles de fausser les résultats par suite d'une rétention excessive de l'hélium adsorbé (telles que tresses, joints, matériaux organiques, peinture, etc.), sauf si une neutralisation appropriée a pu être effectuée avant la phase de détection.

La méthode d'essai 2 est destinée aux spécimens qui ont été remplis, en cours de fabrication ou pour les besoins de l'essai, d'un mélange contenant une proportion élevée d'hélium.

La méthode d'essai 3 (méthode du jet et méthode de la poche) est applicable aux spécimens destinés à être montés sur des parois ou des panneaux.

NOTE – Il convient d'utiliser cette méthode avec précaution, parce que l'on risque de libérer dans le local assez d'hélium pour saturer le spectromètre, ce qui obligerait à suspendre l'essai jusqu'à ce que le local ait été ventilé. L'utilisation de cette méthode n'est pas recommandée lorsqu'une limite numérique d'acceptation est spécifiée pour le taux de fuite (voir annexe E, article E.15).

6.3 Description générale de l'essai

6.3.1 *La méthode d'essai 1* consiste à imprégner le spécimen, préalablement nettoyé et séché avec soin, en le plaçant dans une chambre contenant un mélange d'hélium sous pression. L'hélium pénètre dans les cavités internes du spécimen. Après un laps de temps donné, le spécimen est placé dans une chambre dans laquelle on fait le vide et qui est reliée à un spectromètre de masse. L'hélium exsudé par le spécimen est pompé dans le spectromètre de masse et son débit de sortie est mesuré. Le taux de fuite d'hélium ainsi mesuré peut alors être transformé par calcul en taux de fuite normalisé équivalent, dans le but de pouvoir comparer des spécimens de volume similaire placés dans des conditions différentes. La comparaison entre spécimens de volumes différents reste encore significative à condition de comparer les rapports $\theta = \frac{P_0 V}{L}$ (voir annexe D, article D.1), ces rapports étant les constantes de temps des spécimens étudiés.

- | | |
|--|-------|
| c) Position during conditioning | 5.5.1 |
| d) Whether a wetting agent may be used or not | 5.5.1 |
| e) Head-of-water or pressure difference | 5.5.2 |
| f) Duration of conditioning | 5.5.3 |
| g) Electrical and mechanical checks after recovery | 5.7 |

6 Test Qk: Sealing tracer gas method with mass spectrometer

6.1 Object

To verify the hermetic sealing of specimens by evaluating the leak rates with a tracer gas and a mass spectrometer.

Helium is the tracer gas most commonly used with a mass spectrometer and the test has been written with reference to this gas. (See clause E.1).

6.2 Scope

Test Method 1 is primarily applicable to specimens of small volume (see Table 4) whose surfaces are not likely to impair the results by too high a retention of adsorbed helium (such as braids, joints, organic materials, paint, etc.) unless they have been suitably neutralized before the detection phase.

Test Method 2 is intended for specimens that have been filled, during manufacture or for the requirements of this test, with a mixture containing a large proportion of helium.

Test Method 3 (jet and pocket methods) is intended for specimens to be mounted on bulkheads or panels.

NOTE – This method should be used judiciously, because it is possible to release into the room sufficient helium to swamp the spectrometer, resulting in the suspension of the test until the room has been ventilated. The method should not be used where a numerical acceptance limit for leak rate is specified (see annex E, clause E.15).

6.3 General description of the test

6.3.1 *Test Method 1* consists of impregnating the specimen, which has been previously carefully cleaned and dried, by placing it in a chamber containing a pressurized helium mixture. Helium penetrates into the inner volumes of the specimen. After a given time, the specimen is placed in a chamber which is then pumped out and connected to a mass spectrometer. Helium that exudes out of the specimen is pumped into the mass spectrometer and its outflow is measured. The measured helium leak rate can then be transformed by calculation into the equivalent standard leak rate in order to make possible the comparison of specimens of similar volumes tested under different conditions. The comparison between specimens having different volumes can still be significant if one compares the ratios $\theta = \frac{P_o V}{L}$ (see annex D, clause D.1) which are the time constants of the specimens concerned.

6.3.2 *La méthode d'essai 2* et analogue à la méthode d'essai 1, à l'exception de la phase d'imprégnation qui est omise. Cette méthode d'essai doit être normalement terminée dans les 30 min qui suivent la fermeture hermétique de l'enveloppe. Un délai plus long, dépendant du volume et de l'épaisseur de l'enveloppe, peut également être nécessaire pour les spécimens de grande taille (voir paragraphe E.7.2). Dans le cas des petits boîtiers, l'essai doit être effectué immédiatement après la fermeture du spécimen (voir paragraphes E.7.1 et E.7.2).

Cet essai ne convient pas comme essai général d'herméticité tel que celui que l'on prescrit à la fin d'autres essais d'environnement.

6.3.3 Les pressions d'immersion et de détection sont choisies de telle sorte qu'elles soient compatibles avec la pression maximale que le spécimen peut subir sans détérioration de l'étanchéité.

6.3.4 Si aucune fuite n'est détectée par cet essai, l'essai Qc, ou un essai équivalent, est appliqué au spécimen.

6.3.5 *La méthode d'essai 3* consiste à mettre sous vide une des faces du spécimen en plaçant celui-ci sur un orifice ad hoc d'une enceinte sous vide qui est reliée à un spectromètre de masse. La face apparente du spécimen est alors soit recouverte d'une poche souple étanche remplie d'hélium (variante a)), soit balayée avec un jet fin d'hélium (variante b)).

Variante a): En cas de fuite, une partie de l'hélium contenu dans la poche est aspirée dans l'enceinte sous vide. L'importance du défaut (mais non son emplacement) peut être déterminée à partir des indications fournies par le spectromètre de masse.

Variante b): L'hélium est décelé par le détecteur de fuite lorsque le jet d'hélium passe devant un défaut d'herméticité. L'emplacement et l'importance du défaut peuvent être déterminés à partir des indications fournies par le spectromètre de masse.

6.4 *Méthode d'essai 1* (applicable aux spécimens non remplis d'hélium en cours de fabrication)

6.4.1 *Sévérités*

Une sévérité est définie par la constante de temps minimale exigée par l'application. La spécification particulière doit indiquer la sévérité applicable, choisie dans le tableau 4. Dans les cas où il est nécessaire de prescrire une sévérité différente, la spécification particulière doit indiquer tous les paramètres d'essai appropriés (voir annexe D).

6.4.2 *Préconditionnement*

Le spécimen est nettoyé de façon à être débarrassé de tous les contaminants, tels que graisse, empreintes digitales, flux et laque, qui sont susceptibles de dissimuler des fuites ou d'adsorber l'hélium. A la suite de ce nettoyage, le spécimen est séché en étuve dans le but d'éliminer les traces de solvants, les condensations par capillarité, etc., qui peuvent également dissimuler des fuites existantes. Lors de cet essai, le spécimen doit être libre de tout moyen de fixation extérieur susceptible de retenir l'hélium.

NOTE – Il est recommandé d'effectuer, pour chaque technologie particulière utilisée, une étude préliminaire destinée à optimiser le processus de préconditionnement (voir annexe E, article E.6).

6.3.2 *Test Method 2* is similar to Test Method 1 with the exception of the impregnation phase which is omitted. This test shall normally be completed within 30 min after package sealing. For large specimens, depending on the internal volume and the thickness of the envelope, a longer delay could be necessary (see subclause E.7.2). In the case of small packages it shall be carried out immediately after package sealing (see subclauses E.7.1 and E.7.2).

It is not suitable for general hermetic seal testing such as that required at the end of other environmental tests.

6.3.3 Immersion and detection pressures shall be so chosen that they are compatible with the greatest possible pressure the specimen can withstand without seal deterioration.

6.3.4 If no leak is detected by this test, Test Qc or equivalent is applied to the specimen.

6.3.5 *Test Method 3* consists of exposing one side of the specimen to a vacuum by placing it against a suitable orifice of a vacuum chamber connected to a mass spectrometer. The visible side of the specimen is then covered by a sealed flexible pocket filled with helium (Alternative a)) or swept by a fine jet of helium (Alternative b)).

Alternative a): If leaks occur, some of the helium in the pocket is sucked into the vacuum chamber. The size of the fault (but not its location) can be determined from the readings on the mass spectrometer.

Alternative b): Helium is detected by the detector when the helium jet passes over a sealing fault (leak). The location and size of the leak can then be determined from the readings on the mass spectrometer.

6.4 *Test method 1* (for specimens not filled with helium during manufacturing)

6.4.1 *Severities*

A severity is defined as the minimum time constant required for the application. The relevant specification shall state the applicable severity chosen from table 4. In cases where it is necessary to prescribe a different severity, the relevant specification shall state all relevant test parameters (see annex D).

6.4.2 *Preconditioning*

The specimen shall be so cleaned that contaminants such as grease, finger prints, flux and lacquer which are likely to conceal leaks or to adsorb helium are removed. After cleaning, the specimen shall be stoved dry in order to eliminate traces of solvents, capillary condensations, etc., that may conceal existing leaks. The test shall be conducted on a specimen without any external attachment likely to entrap helium.

NOTE – A preliminary study should be made for each individual technology used in order to optimize the preconditioning process (see annex E, clause E.6).

6.4.3 *Mesures initiales*

Non requises.

6.4.4 *Paramètres de l'essai*

Les paramètres de l'essai, ainsi que la limite admissible du taux de fuite mesuré R , sont spécifiés dans le tableau 4, en fonction du volume interne du spécimen, conformément à la sévérité et à la méthode d'essai choisies par la spécification particulière.

6.4.5 *Epreuve*

Placer le spécimen dans une enceinte étanche.

Si la pression d'immersion prescrite par la spécification particulière n'excède pas 200 kPa (2 bars) (absolus), appliquer l'une des procédures ci-après, au choix de l'expérimentateur:

- soit réduire la pression dans l'enceinte jusqu'à une valeur absolue de l'ordre de 0,1 à 1 kPa (1 à 10 mbars);
- soit balayer l'enceinte à l'hélium (voir annexe E, article E.3).

Si la pression d'immersion prescrite par la spécification particulière est supérieure à 200 kPa (2 bars), aucune de ces deux procédures n'est nécessaire.

Remplir alors l'enceinte d'un mélange à base d'hélium, contenant au minimum 95 % d'hélium, sauf spécification contraire, puis mise en surpression à une valeur et pour une durée choisies dans le tableau 4. Cette pression ne doit pas excéder la pression maximale spécifiée dans la spécification particulière pour ce type de dispositif (voir annexe E, paragraphe E.8.4).

NOTE – Le temps d'immersion t_i et le taux de fuites mesuré R dépendent à la fois de la pression d'immersion P , de la sévérité θ et du taux de fuites normalisé équivalent L (voir tableau 4). Un abaque permettant le calcul rapide de ces paramètres interdépendants est donné à la figure D.1, page 82 et les explications correspondantes à l'annexe D.

6.4.6 *Reprise*

Après l'avoir retiré de l'enceinte de surpression, on place le spécimen dans les conditions atmosphériques normales d'essai de façon à éliminer l'hélium adsorbé par les surfaces externes, et éviter ainsi des signaux parasites inacceptables lors des mesures finales. La durée de reprise est limitée par les conditions spécifiées en 6.4.7 (voir annexe E, articles E.5 et E.6).

NOTE – Il est admis de souffler un gaz sec pour accélérer la reprise.

6.4.7 *Mesures finales*

Transférer le spécimen dans une chambre reliée au système de détection de fuites et mise en dépression de façon à permettre le fonctionnement normal du spectromètre de masse.

Le taux de fuite d'hélium mesuré R est alors déterminé par comparaison avec celui d'une fuite de référence. Le taux mesuré doit être inférieur à la valeur maximale donnée au tableau 4 pour la sévérité θ fixée par la spécification particulière.

6.4.3 *Initial measurements*

Not required.

6.4.4 *Test parameters*

The test parameters and the acceptable limit for the measured leak rate R are given in table 4, as a function of internal volume of the specimen, according to the severity and test method chosen by the relevant specification.

6.4.5 *Conditioning*

The specimen shall be placed in a sealed chamber.

When the maximum immersion pressure called for by the relevant specification is not greater than 200 kPa (2 bar) (absolute), one of the following procedures shall be used at the option of the experimenter:

- either reduce the pressure within the chamber to an absolute value of the order of 0,1 to 1 kPa (1 to 10 mbar);
- or sweep the chamber with helium (see annex E, clause E.3).

When the immersion pressure called for by the relevant specification is greater than 200 kPa (2 bar), neither of the above procedures is needed.

The chamber shall be filled with a helium mixture, containing 95 % helium minimum, unless otherwise specified, and then pressurized at an absolute pressure and for a length of time chosen from table 4. The pressure shall not be greater than the maximum pressure stated by the relevant specification for this type of device (see annex E, subclause E.8.4).

NOTE – Immersion time t_i and measured leak rate R are interrelated with immersion pressure P , severity θ and equivalent standard leak rate L (see table 4). A nomogram for quick computation of these interrelated parameters is given in figure D.1, page 83, and explanations in annex D.

6.4.6 *Recovery*

After it has been removed from the pressure vessel, the specimen shall be subjected to standard atmospheric conditions for testing in order to eliminate helium adsorbed by external surfaces and so avoid unacceptable parasitic signals during the final measurements. Recovery duration is limited by the requirements of 6.4.7 (see annex E, clauses E.5 and E.6).

NOTE – Dry gas blowing is permissible for accelerating recovery.

6.4.7 *Final measurements*

The specimen shall be transferred to a chamber connected to the leak detector system which is so depressurized that the mass spectrometer can operate normally.

The helium measured leak rate R is then determined by comparison with that of a calibrated standard leak. It shall be smaller than the maximum value given in table 4 for the severity θ required by the relevant specification.

La détermination du taux de fuite mesuré R doit de préférence être effectuée dans les 30 min qui suivent l'enlèvement du spécimen de l'enceinte sous pression, sauf dans les cas où la pratique montre qu'un temps d'aération plus long est nécessaire pour tenir compte des effets de résorption.

NOTE – L'effet d'un temps d'aération plus long peut être estimé sur la base des informations données à l'annexe D, article D.1.

6.4.8 Fuites franches

En complément à cet essai, l'absence de fuites franches est vérifiée à l'aide de toute méthode appropriée, telle que celles de l'essai Qc, conformément aux prescriptions de la spécification particulière (voir annexe E, article E.4).

6.5 Méthode d'essai 2 (applicable aux spécimens remplis d'hélium en cours de fabrication ou pour les besoins de l'essai)

6.5.1 Préconditionnement

Le spécimen doit contenir un mélange gazeux dont la concentration en hélium (exprimée en termes de pression) est égale ou supérieure à 25 %. On doit vérifier périodiquement que le mélange gazeux utilisé a bien la concentration en hélium requise.

Si approprié, la spécification particulière doit indiquer toute condition de fixation nécessaire.

6.5.2 Mesures initiales

Néant.

6.5.3 Mesures finales

Après remplissage et fermeture, le spécimen est transféré dans une chambre raccordée à un détecteur de fuites du type spectromètre de masse. La chambre est alors mise en dépression de telle sorte que le spectromètre de masse puisse fonctionner normalement.

Le taux de fuite mesuré R est déterminé par comparaison avec celui d'une fuite de référence. Sauf condition particulière, cette mesure doit être terminée dans les 30 min qui suivent la fermeture du spécimen (voir paragraphe E.7.2).

Le taux de fuite mesuré R permet de déterminer la constante de temps θ par application de la formule:

$$\theta = 2,7 \frac{nVP_o}{R}$$

où:

V est le volume interne du système (en cm^3);

n est la concentration effective en hélium du mélange gazeux utilisé (cm^3/m^3);

P_o est la pression atmosphérique (10^5 Pa ou 1 bar);

R est le taux de fuite d'hélium mesuré (en $\text{Pa} \cdot \text{cm}^3/\text{s}$ ou $\text{bar} \cdot \text{cm}^3/\text{s}$);

θ est la constante de temps requise (en secondes).

The determination of the measured leak rate R should preferably be completed within 30 min of removal from the pressurizing vessel, unless practical experience reveals that a longer ventilation time is necessary to take into account the resorption effects.

NOTE – The effect of a longer ventilation time can be estimated using the information given in annex D, clause D.1.

6.4.8 Gross leaks

In addition to this test, the absence of gross leaks shall be checked by using any suitable method, such as those described in Test Qc, as prescribed by the relevant specification (see annex E, clause E.4).

6.5 Test Method 2 (for specimens filled with helium during manufacturing or for the requirements of this test)

6.5.1 Preconditioning

The specimen shall contain a gaseous mixture where the helium concentration is equal to or greater than 25 % in terms of pressure. Periodical checks shall be made to ensure that the gas mixture used actually contains the required concentration of helium.

If appropriate, the relevant specification shall state any necessary mounting conditions.

6.5.2 Initial measurements

None.

6.5.3 Final measurements

Upon completion of the package seal, the specimen shall be transferred to a chamber connected to a mass spectrometer type leak detector, which is then depressurized so that the mass spectrometer can operate normally.

The measured leak rate R is determined by comparison with that of a calibrated standard leak. This measurement shall be completed within 30 min after specimen sealing except for special conditions (see subclause E.7.2).

The measured leak rate R is converted to the time constant θ by applying the following formula:

$$\theta = 2,7 \frac{nVP_o}{R}$$

where:

- V is the internal volume of the specimen (in cm^3);
- n is the actual concentration of helium in the gaseous mixture in use (cm^3/m^3);
- P_o is the atmospheric pressure (10^5 Pa or 1 bar);
- R is the measured leak rate of helium (in $\text{Pa} \cdot \text{cm}^3/\text{s}$ or $\text{bar} \cdot \text{cm}^3/\text{s}$);
- θ is the required time constant (in seconds).

La spécification particulière doit fixer la constante de temps minimale, ou le taux de fuite normalisé équivalent L maximal acceptable. Les valeurs suggérées pour la constante de temps sont: $2 \cdot 10^5$ s et $2 \cdot 10^4$ s.

6.5.4 Fuites franches

En complément à l'essai ci-dessus, l'absence de fuites franches est vérifiée à l'aide de toute méthode appropriée, telle que celles de l'essai Qc, conformément aux prescriptions de la spécification particulière (voir article E.4).

6.6 Méthode d'essai 3 (applicable aux spécimens destinés à être montés sur des parois ou des panneaux)

6.6.1 Préconditionnement

Nettoyer le spécimen de façon à le débarrasser de tous les contaminants, tels que graisse, empreintes digitales, flux ou laque, qui sont susceptibles de dissimuler des fuites. Après ce nettoyage, sécher le spécimen en étuve afin d'éliminer les traces de solvants, les condensations capillaires, etc., qui peuvent également cacher des fuites existantes.

6.6.2 Mesures initiales

L'orifice de mesure étant hermétiquement isolé de l'enceinte par une vanne, pomper l'enceinte et, lorsque la dépression est suffisante pour permettre le bon fonctionnement du spectromètre de masse, relier l'enceinte à ce dernier.

Noter le signal résiduel engendré par le spectromètre en l'absence d'injection d'hélium.

Vérifier le bon fonctionnement du spectromètre à l'aide d'une fuite d'hélium de référence.

6.6.3 Epreuve

Placer le spécimen sur l'orifice de mesure et le mettre sous vide en ouvrant la vanne d'isolement. Vérifier que la dépression demeure suffisante pour permettre le bon fonctionnement du spectromètre de masse et poursuivre le pompage jusqu'à ce que le signal résiduel se stabilise à une valeur approximativement égale à celle qui avait été notée précédemment.

Variante a): Recouvrir la face apparente du spécimen d'une poche souple, en plastique par exemple, qu'on remplit d'hélium. Noter les indications du spectromètre de masse.

Variante b): Asperger, à l'aide d'un jet fin d'hélium sous faible pression, toute la face apparente du spécimen. Noter les indications du spectromètre de masse.

NOTE – Si possible, il convient que la spécification particulière indique la pression d'hélium à utiliser (voir annexe E, article E.14).

6.6.4 Mesures finales

Le taux de fuite mesuré R est alors déterminé par comparaison avec celui de la fuite de référence, déduction faite du signal résiduel.

The relevant specification shall state the minimum time constant or the maximum acceptable equivalent standard leak rate L . Suggested values for the time constant are $2 \cdot 10^5$ s and $2 \cdot 10^4$ s.

6.5.4 *Gross leaks*

In addition to this test, the absence of gross leaks shall be checked by using any suitable method, such as those described in Test Qc, as prescribed by the relevant specification (see clause E.4.).

6.6 *Test Method 3* (applicable to specimens to be mounted on bulkheads or panels)

6.6.1 *Preconditioning*

Clean the specimen so as to remove all contaminants, such as grease, fingerprints, flux or varnish, likely to conceal leaks. After cleaning, dry the specimen in an oven so as to remove all trace of solvents, capillary condensation, etc., which can also conceal leaks.

6.6.2 *Initial measurements*

With the measuring orifice hermetically isolated from the chamber by a valve, evacuate the chamber, and when the pressure is sufficiently low to allow proper functioning of the mass spectrometer, connect the chamber to the latter.

Note the residual signal caused by the spectrometer with no helium injection.

Check the proper functioning of the spectrometer with a reference helium leak.

6.6.3 *Test*

Place the specimen over the measuring orifice and expose it to the vacuum by opening the isolating valve. Check that the depression remains sufficient for the proper functioning of the mass spectrometer and continue evacuating until the residual signal stabilizes itself at a value approximately equal to that recorded previously.

Alternative a): Cover the outer side of the specimen with a flexible pocket, of plastic for example, filled with helium. Note the readings of the mass spectrometer.

Alternative b): Sweep the whole outer side of the specimen with a fine jet of helium at low pressure. Note the readings of the mass spectrometer.

NOTE – If possible, the helium pressure should be specified in the relevant specification (see annex E, clause E.14).

6.6.4 *Final measurements*

The measured leak rate R is then determined by comparison with that of the reference leak, the residual signal being deducted.

6.7 Renseignements à donner dans la spécification particulière

	Paragraphes
a) Méthode d'essai	6.2 et 6.3
<i>Méthode d'essai 1</i>	
b) Sévérités	6.4.1
c) Paramètres de l'essai	6.4.4
d) Paramètres de l'essai (cas spéciaux)	6.4.1
e) Pression maximale d'immersion admissible pour le type de spécimen considéré	6.4.5
f) Fuites franches: méthode de détection à utiliser	6.4.8
<i>Méthode d'essai 2</i>	
g) Constante de temps	6.5.3
h) Fuites franches: méthode de détection à utiliser	6.5.4
i) Conditions de fixation (si nécessaire)	6.5.1
<i>Méthode d'essai 3</i>	
j) Variante a) ou b)	6.6.3
k) Pression d'hélium	6.6.3 b)
l) Critères d'acceptation	6.2

6.7 Information to be given in the relevant specification

	Sub-clause
a) Test method	6.2 and 6.3
<i>Test Method 1</i>	
b) Severity	6.4.1
c) Test parameters	6.4.4
d) Test parameters (special cases)	6.4.1
e) Maximum immersion pressure allowed for the type of device	6.4.5
f) Gross leaks: detection method to be used	6.4.8
<i>Test Method 2</i>	
g) Time constant	6.5.3
h) Gross leaks: detection method to be used	6.5.4
i) Mounting conditions (if necessary)	6.5.1
<i>Test Method 3</i>	
j) Alternative a) or b)	6.6.3
k) Helium pressure	6.6.3 b)
l) Acceptance criteria	6.2

Tableau 4 – Sévérités et conditions d'essai (et valeurs correspondantes des taux de fuites normalisés équivalents)

Pression d'immersion (absolue) $\text{Pa} \cdot 10^5$ (bar)	Temps d'immersion (minimal) t_1 minutes	Sévérité 6 h ($\theta = 2 \cdot 10^4 \text{ s}$)		Sévérité 60 h ($\theta = 2 \cdot 10^5 \text{ s}$)		Sévérité 600 h ($\theta = 2 \cdot 10^6 \text{ s}$)		Sévérité 1 000 h ($\theta = 2 \cdot 10^6 \text{ s}$)		Taux de fuite normalisé équivalent $\frac{L}{\text{Pa} \cdot \text{cm}^3/\text{s}}$ ($\text{bar} \cdot \text{cm}^3/\text{s}$)
		Volume interne V cm^3	Taux de fuite mesuré (maximal) R $\text{Pa} \cdot \text{cm}^3/\text{s}$ ($\text{bar} \cdot \text{cm}^3/\text{s}$)	Volume interne V cm^3	Taux de fuite mesuré (maximal) R $\text{Pa} \cdot \text{cm}^3/\text{s}$ ($\text{bar} \cdot \text{cm}^3/\text{s}$)	Volume interne V cm^3	Taux de fuite mesuré (maximal) R $\text{Pa} \cdot \text{cm}^3/\text{s}$ ($\text{bar} \cdot \text{cm}^3/\text{s}$)	Volume interne V cm^3	Taux de fuite mesuré (maximal) R $\text{Pa} \cdot \text{cm}^3/\text{s}$ ($\text{bar} \cdot \text{cm}^3/\text{s}$)	
2 3 4 5 8	70 45 30 30 20					0,01 à 0,1	10^{-5} (10^{-10})	0,02 à 0,2	10^{-5} (10^{-10})	$5 \cdot 10^{-4}$ à $1,5 \cdot 10^{-3}$ ($5 \cdot 10^{-9}$ à $1,5 \cdot 10^{-8}$)
2 3 4 5 8	70 45 30 30 20			0,01 à 0,1	10^{-3} (10^{-8})	0,1 à 1,0	10^{-4} (10^{-9})	0,2 à 2,0	10^{-4} (10^{-9})	$5 \cdot 10^{-3}$ à $1,5 \cdot 10^{-2}$ ($5 \cdot 10^{-8}$ à $1,5 \cdot 10^{-7}$)
2 3 4 5 8	70 45 30 30 20	0,01 à 0,1	0,1 (10^{-6})	0,1 à 1,0	10^{-2} (10^{-7})	1,0 à 10	10^{-3} (10^{-8})	2,0 à 20	10^{-3} (10^{-8})	0,05 à 0,15 ($5 \cdot 10^{-7}$ à $1,5 \cdot 10^{-6}$)
2 3 4 5 8	240 160 120 90 60	0,1 à 1,0	2 ($2 \cdot 10^{-5}$)	1,0 à 10	0,5 ($2 \cdot 10^{-6}$)	10 à 100	0,05 ($2 \cdot 10^{-7}$)	20 à 200	10^{-2} (10^{-7})	0,5 à 1,5 ($5 \cdot 10^{-6}$ à $1,5 \cdot 10^{-5}$)
2 3 4 5 8	480 320 240 190 120		5 ($5 \cdot 10^{-5}$)		1 (10^{-5})		0,1 (10^{-6})		0,05 ($5 \cdot 10^{-7}$)	0,5 à 1,5 ($5 \cdot 10^{-6}$ à $1,5 \cdot 10^{-5}$)

Table 4 – Severities and test conditions (and corresponding equivalent standard leak rates)

Immersion pressure (absolute) $\text{Pa} \cdot 10^5$ (bar)	Immersion time (minimum) t_1 minutes	Severity 6 h ($\theta = 2 \cdot 10^4 \text{ s}$)		Severity 60 h ($\theta = 2 \cdot 10^5 \text{ s}$)		Severity 600 h ($\theta = 2 \cdot 10^6 \text{ s}$)		Severity 1 000 h ($\theta = 2 \cdot 10^6 \text{ s}$)		Equivalent standard leak rate L $\text{Pa} \cdot \text{cm}^3/\text{s}$ ($\text{bar} \cdot \text{cm}^3/\text{s}$)
		Internal volume V cm^3	Measured leak rate (maximum) R $\text{Pa} \cdot \text{cm}^3/\text{s}$ ($\text{bar} \cdot \text{cm}^3/\text{s}$)	Internal volume V cm^3	Measured leak rate (maximum) R $\text{Pa} \cdot \text{cm}^3/\text{s}$ ($\text{bar} \cdot \text{cm}^3/\text{s}$)	Internal volume V cm^3	Measured leak rate (maximum) R $\text{Pa} \cdot \text{cm}^3/\text{s}$ ($\text{bar} \cdot \text{cm}^3/\text{s}$)	Internal volume V cm^3	Measured leak rate (maximum) R $\text{Pa} \cdot \text{cm}^3/\text{s}$ ($\text{bar} \cdot \text{cm}^3/\text{s}$)	
2 3 4 5 8	70 45 30 30 20					0,01 to 0,1	10^{-5} (10^{-10})	0,02 to 0,2	10^{-5} (10^{-10})	$5 \cdot 10^{-4}$ to $1,5 \cdot 10^{-3}$ ($5 \cdot 10^{-9}$ to $1,5 \cdot 10^{-8}$)
2 3 4 5 8	70 45 30 30 20			0,01 to 0,1	10^{-3} (10^{-8})	0,1 to 1,0	10^{-4} (10^{-9})	0,2 to 2,0	10^{-4} (10^{-9})	$5 \cdot 10^{-3}$ to $1,5 \cdot 10^{-2}$ ($5 \cdot 10^{-8}$ to $1,5 \cdot 10^{-7}$)
2 3 4 5 8	70 45 30 30 20	0,01 to 0,1	0,1 (10^{-6})	0,1 to 1,0	10^{-2} (10^{-7})	1,0 to 10	10^{-3} (10^{-8})	2,0 to 20	10^{-3} (10^{-8})	0,05 to 0,15 ($5 \cdot 10^{-7}$ to $1,5 \cdot 10^{-6}$)
2 3 4 5 8	240 160 120 90 60	0,1 to 1,0	2 ($2 \cdot 10^{-5}$)	1,0 to 10	0,5 ($2 \cdot 10^{-6}$)	10 to 100	0,05 ($2 \cdot 10^{-7}$)	20 to 200	10^{-2} (10^{-7})	0,5 to 1,5 ($5 \cdot 10^{-6}$ to $1,5 \cdot 10^{-5}$)
2 3 4 5 8	480 320 240 190 120		5 ($5 \cdot 10^{-5}$)		1 (10^{-5})		0,1 (10^{-6})		0,05 ($5 \cdot 10^{-7}$)	0,5 to 1,5 ($5 \cdot 10^{-6}$ to $1,5 \cdot 10^{-5}$)

7 Essai QI: Essai à la bombe

7.1 Objet

Cet essai a pour but de déterminer l'étanchéité de spécimens dont les caractéristiques électriques sont susceptibles d'être affectées par la pénétration d'un liquide.

7.2 Domaine d'application

Cet essai peut être utilisé pour la détection des fuites susceptibles de correspondre à des taux de fuite d'air supérieurs à $1 \text{ Pa} \cdot \text{cm}^3/\text{s}$ ($10^{-5} \text{ bar} \cdot \text{cm}^3/\text{s}$). Il est applicable uniquement aux spécimens capables de supporter une surpression extérieure (voir annexe F, articles F.1 et F.2).

7.3 Description générale de l'essai

Cette méthode consiste à faire pénétrer un liquide, à travers une fuite, à l'intérieur du spécimen. Cette méthode est communément appelée méthode à la bombe.

Le liquide doit posséder la propriété de produire des variations détectables des caractéristiques électriques du spécimen. La présence des fuites est mise en évidence en mesurant les paramètres spécifiés qui sont influencés par la pénétration du liquide (par exemple un alcool approprié). En ajoutant un colorant au liquide, on pourra montrer le trajet de la pénétration du liquide après ouverture du spécimen essayé. Comme la pénétration du liquide demande un certain temps pour affecter les caractéristiques électriques, des mesures répétées, séparées par de courtes durées de stockage, peuvent être nécessaires.

La sensibilité maximale de cette méthode est limitée approximativement à des taux de fuite de $1 \text{ Pa} \cdot \text{cm}^3/\text{s}$ ($10^{-5} \text{ bar} \cdot \text{cm}^3/\text{s}$). Aucune information quantitative du taux de fuite ne peut être obtenue.

7.4 Mesures initiales

Les spécimens sont examinés visuellement et soumis aux vérifications électriques et mécaniques prescrites par la spécification particulière.

7.5 Epreuve

7.5.1 La bombe d'essai doit contenir un liquide de type spécifié dans la spécification particulière. La préférence sera donnée à un alcool et/ou à l'eau avec un agent mouillant (voir annexe F, article F.4).

7.5.2 Le liquide doit être dans les conditions atmosphériques normales d'essai ou à la température prescrite par la spécification particulière.

7.5.3 Les spécimens sont placés dans la bombe de telle manière qu'ils soient complètement immergés dans le liquide.

7.5.4 La surpression à l'intérieur de la bombe est réglée à la valeur prescrite par la spécification particulière.

NOTE – La pression maximale dépend essentiellement de la technologie de fabrication du spécimen. Elle ne devrait pas normalement excéder 500 kPa (50 N/cm^2) (voir annexe F, article F.3).

7 Test Q1: Bomb pressure test

7.1 Object

To determine the effectiveness of seals of specimens whose electrical characteristics will be affected by penetration of liquid.

7.2 Scope

This test can be used for the detection of leaks which would result in air leak rates greater than $1 \text{ Pa} \cdot \text{cm}^3/\text{s}$ ($1 \text{ bar} \cdot \text{cm}^3/\text{s}$). It is applicable only to specimens that are able to withstand external overpressure (see annex F, clauses F.1 and F.2).

7.3 General description of the test

This method consists in allowing a test liquid to penetrate through a leak to the interior of the specimen under test. This method is commonly known as the bomb pressure test.

The test liquid must possess the property of producing detectable changes in the electrical characteristics of the specimen. Assessment of the leakage is achieved by measuring those specified electrical parameters which are influenced by the penetration of the test liquid (for example a suitable alcohol). Adding pigment to the test liquid can show the path of penetration after opening the specimen under test. As it usually requires some time for the penetration of the test liquid to affect the electrical characteristics, repeated measurements, separated by short periods of storage, may be necessary.

The maximum sensitivity of the method is limited at approximately $1 \text{ Pa} \cdot \text{cm}^3/\text{s}$ ($10^{-5} \text{ bar} \cdot \text{cm}^3/\text{s}$). No quantitative information on the leakage rate can be obtained.

7.4 Initial measurements

The specimens shall be visually inspected and electrically and mechanically checked as required by the relevant specification.

7.5 Conditioning

7.5.1 The pressure vessel (bomb) shall contain the type of test liquid as required by the relevant specification. Preference shall be given to alcohol and/or water with a detergent (see annex F, clause F.4).

7.5.2 The test liquid shall be at standard atmospheric conditions for testing or at the temperature specified by the relevant specification.

7.5.3 The specimens shall be placed in the pressure vessel in such a manner that they are fully submerged in the test liquid.

7.5.4 The pressure within the test vessel shall be raised to the value specified in the relevant specification.

NOTE – The maximum pressure depends mainly on the construction of the specimen. It should normally not exceed 500 kPa (50 N/cm^2) (see annex F, clause F.3).

7.5.5 La durée de l'épreuve est spécifiée par la spécification particulière, mais n'excède normalement pas 16 h. Dans certains cas, par exemple pour des pressions plus faibles, cette durée peut être portée à 24 h.

7.5.6 La pression dans la bombe est ensuite réduite à la pression atmosphérique et les spécimens sont enlevés de la bombe.

7.6 Reprise

Si requis par la spécification particulière, les spécimens sont nettoyés avec un liquide approprié. Dans ce cas, le type de liquide est prescrit dans la spécification particulière.

Les spécimens sont séchés par un courant d'air à la température du laboratoire pendant un court instant.

Puis les spécimens sont soumis aux conditions atmosphériques normales de reprise pendant une durée prescrite par la spécification particulière.

7.7 Mesures finales

Les spécimens sont examinés visuellement et soumis aux vérifications électriques et mécaniques prescrites par la spécification particulière.

NOTE – En cas de résultats douteux, les mesures sont refaites après une reprise de durée appropriée.

7.8 Renseignements à donner dans la spécification particulière

Lorsque cet essai est prescrit dans une spécification particulière, les détails ci-après sont à indiquer dans la mesure où ils sont applicables:

	Paragraphes
a) mesures avant l'épreuve	7.4
b) type de liquide	7.5.1
c) température du liquide	7.5.2
d) pression dans la bombe	7.5.4
e) durée de l'épreuve	7.5.5
f) nettoyage et type de liquide	7.6
g) durée de la reprise	7.6
h) mesures après la reprise	7.7
i) répétition de la reprise et des mesures	7.7

8 Essai Qm: Essai d'étanchéité au gaz traceur avec pression interne

8.1 Objet

Définir des méthodes pour mesurer des fuites fines par accumulation ou pour, simplement, en détecter la présence par reniflage en utilisant un gaz traceur facilement séparable des constituants de l'air, par exemple l'hexafluorure de soufre ou d'autres gaz halogénés.

7.5.5 The duration of the conditioning shall be as specified by the relevant specification, but shall normally be not more than 16 h. In special cases, i.e. when using lower pressures, the duration may be raised to 24 h.

7.5.6 The pressure in the vessel shall then be reduced to atmospheric pressure and the specimens shall be removed from the vessel.

7.6 *Recovery*

If required by the relevant specification, the specimens shall be cleaned by means of a suitable liquid. In this case, the type of cleaning liquid shall be specified in the relevant specification.

The specimens shall be dried by applying a blast of air at laboratory temperature for a short period.

The specimens shall then be subjected to standard atmospheric conditions for recovery for a period as required by the relevant specification.

7.7 *Final measurements*

The specimens shall be visually inspected and electrically and mechanically checked as required by the relevant specification.

NOTE – In case of doubtful results the measurements shall be repeated after a suitable recovery period.

7.8 *Information to be given in the relevant specification*

When this test is included in a relevant specification, the following details shall be given as far as they are applicable:

	Sub-clauses
a) measurements prior to conditioning	7.4
b) type of test liquid	7.5.1
c) temperature of the test liquid	7.5.2
d) pressure in the test vessel	7.5.4
e) duration of conditioning	7.5.5
f) cleaning and type of liquid	7.6
g) duration of recovery	7.6
h) measurements after recovery	7.7
i) repeated recovery and repeated measurements	7.7

8 **Test Qm: Tracer gas sealing test with internal pressurization**

8.1 *Object*

To define methods for measuring fine leaks by accumulation or for detecting them by probing using a tracer gas easily separable from air components, for example sulphur hexafluoride or another halogenous gas.

8.2 *Domaine d'application*

Cet essai est applicable à tout spécimen pouvant supporter une pression interne. Il permet la détection de fuites supérieures à approximativement $10^{-8} \text{ Pa} \cdot \text{m}^3/\text{s}$ [$10^{-7} \text{ bar} \cdot \text{cm}^3/\text{s}$].

8.3 *Description générale de l'essai*

8.3.1 *Méthode globale et méthode locale*

Par une seule opération, le taux de fuite total peut être mesuré mais on ne peut, simultanément, ni déterminer le nombre de fuites ni les localiser. Il faut donc distinguer les «méthodes globales», qui permettent le mesurage du taux de fuite total, des «méthodes locales» qui permettent de localiser les défauts d'étanchéité pour une éventuelle correction.

Exemples: L'essai par accumulation est une «méthode globale», l'essai par reniflage est une «méthode locale».

Il est aussi possible de pratiquer une «méthode intermédiaire» en collectant les fuites (méthode globale) d'une partie du spécimen (localisation partielle). Cette méthode «intermédiaire» est alors appliquée à chaque partie du spécimen.

8.3.2 *Méthode 1: Essai par accumulation*

Le spécimen dont on veut contrôler l'étanchéité est mis sous pression interne d'un gaz traceur. Après une attente permettant au taux de fuite de se stabiliser, le spécimen entier (ou une partie de sa surface) est enfermé dans une enveloppe étanche dans laquelle s'accumule le gaz issu des fuites éventuelles pendant une durée mesurée. La quantité de gaz recueilli est alors mesurée et le taux de fuite est calculé.

8.3.3 *Méthode 2: Essai par reniflage*

Le spécimen dont on veut détecter les fuites est mis sous pression interne d'un gaz traceur. Après une attente permettant au taux de fuite de se stabiliser, la sonde d'un détecteur de fuite est approchée du spécimen et déplacée à sa surface. Si la concentration du gaz traceur atteint le seuil de sensibilité du détecteur, ce dernier émet un signal permettant de localiser la fuite.

NOTE – L'essai par reniflage ne permet pas de mesurer un taux de fuite. Cependant, il est quelquefois possible d'estimer si les fuites détectées dépassent un niveau donné. Pour cela, il faut que le niveau de sensibilité du détecteur soit connu et que les conditions d'essai (niveau de pollution ambiant, vitesse de reniflage, nature du spécimen, etc.) soient prises en compte.

8.4 *Préconditionnement*

Obturer soigneusement toutes les ouvertures inutilisées pour ne pas perturber le mesurage des fuites de la partie en essai du spécimen. Si une ouverture doit être utilisée ultérieurement, il conviendra de vérifier l'étanchéité du raccord ajouté.

La spécification particulière doit prescrire tout preconditionnement supplémentaire.

Nettoyer et sécher le spécimen.

8.2 Scope

This test is applicable to any specimen able to withstand internal pressurization. It allows the detection of leakage greater than approximately $10^{-8} \text{ Pa} \cdot \text{m}^3/\text{s}$ [$10^{-7} \text{ bar} \cdot \text{cm}^3/\text{s}$].

8.3 General description of the test

8.3.1 Total method and local method

From a single operation the total leakage flow can be determined, but not, simultaneously, the number of leaks or their location. It is therefore necessary to distinguish "total methods", allowing the measurement of the total leakage flow, from "local methods", allowing the location of individual leaks for rectification if required.

Examples: The cumulative test is a "total method"; the probing test is a "local method".

Another possibility is an "intermediate method" in which leakage is accumulated (total method) from a part of the specimen (partial localization) and this intermediate method then applied to every part of the specimen.

8.3.2 Test Method 1: Cumulative test

The specimen of which the sealing is to be assessed is internally pressurized with a tracer gas. After allowing time for the leak rate to stabilize, the whole specimen (or a part of its surface) is enclosed in a gastight sheath in which the gas leaking from any defects accumulates for a measured duration. This collected gas is then measured and the leak rate calculated.

8.3.3 Test Method 2: Probing test

The specimen in which any leaks are to be detected is internally pressurized with a tracer gas. After allowing time for the leak rate to stabilize, the probe of a leak detector is placed near to the specimen and moved over its surface. If the concentration of tracer gas reaches the threshold level of the detector, it gives a signal permitting the leak to be localized.

NOTE – The probing test does not allow the leak rate to be measured. Nevertheless, it is sometimes possible to estimate if a given leak rate has been exceeded. In those cases the need to know the threshold level of the leak detector and the testing conditions (ambient pollution level, speed of traverse of the probe, nature of the specimen, etc.) should be taken into account.

8.4 Pre-conditioning

Seal every unused opening carefully in order to avoid any interference with measurement of the leakage from the part of the specimen under test. If an opening is to be used later, the sealing of connections to the added part should be tested.

The relevant specification shall prescribe any additional pre-conditioning.

Clean and dry the specimen.

8.5 Epreuve

8.5.1 Généralités

La spécification particulière doit préciser:

- a) la méthode à utiliser (1 ou 2 ou «intermédiaire»);
- b) si le spécimen doit ou non être en fonctionnement et, sinon, sa position (ouvert, fermé, armé, etc.).

8.5.2 Méthode 1: Essai par accumulation

8.5.2.1 Mode opératoire

- a) Mettre le spécimen sous pression.

La spécification particulière doit prescrire la pression d'essai.

Si le gaz de remplissage doit être réutilisé, la mise sous pression est généralement précédée d'une mise sous vide.

- b) Attendre que soit écoulé le temps prescrit par la spécification particulière (voir article G.1) pour permettre au taux de fuite de se stabiliser.
- c) Mettre en place l'enveloppe déterminant le volume de mesurage et mesurer la concentration initiale du gaz traceur C_0 à l'instant t_0 .
- d) Après une attente dépendant de la sensibilité requise (voir G.2.1), mesurer la concentration finale C_1 à l'instant t_1 .

NOTE – Il est aussi possible d'effectuer un essai par accumulation avec un mesureur par tout ou rien, avec un seuil connu, en faisant en sorte que la concentration initiale soit pratiquement nulle et en plongeant la sonde dans le volume de mesurage, à intervalles de temps réguliers, jusqu'à obtention du signal.

8.5.2.2 Interprétation des résultats

Les indications fournies par le mesureur peuvent être converties en concentration en utilisant une courbe d'étalonnage vérifiée périodiquement.

Le taux de fuite mesuré R d'un spécimen est déterminé par l'expression:

$$R = \frac{V_m (C_1 - C_0)}{t_1 - t_0} 10^{-6} P_e$$

où:

- R est le taux de fuite, en $\text{Pa} \cdot \text{m}^3/\text{s}$;
- V_m est la capacité du volume de mesurage en mètres cubes;
- $t_1 - t_0$ est l'intervalle de temps en secondes;
- C_1 et C_0 sont les concentrations de gaz traceur en cm^3/m^3 ;
- P_e est la pression externe qui est égale à 10^5 Pa;

NOTE – Si V_m est exprimé en cm^3 et P_e en bars, le taux de fuite sera exprimé en $\text{bar} \cdot \text{cm}^3/\text{s}$.

Le spécimen est accepté si le taux de fuite mesuré ne dépasse pas la valeur maximale admise par la spécification particulière.

8.5 Conditioning

8.5.1 General

The relevant specification shall prescribe:

- the method to be used (Test Methods 1 or 2 or "intermediate");
- whether the specimen is operating or not, and if not, its position (open, closed, cocked, etc.).

8.5.2 Test Method 1: Cumulative test

8.5.2.1 Procedure

- Pressurize the specimen.

The relevant specification shall prescribe the test pressure.

If the filling gas is to be reused, pressurization is generally preceded by evacuation.

- Wait for the time prescribed by the relevant specification (see clause G.1) in order to allow the leak rate to stabilize.
- Place in position the sheath determining the volume of measurement and measure the initial tracer gas concentration C_0 at time t_0 .
- After a time depending on the sensitivity (see G.2.1), measure the final concentration C_1 at time t_1 .

NOTE – It is also possible to perform a cumulative test with an all-or-nothing meter with a known threshold level by arranging for the initial concentration to be, for practical purposes, zero, and inserting the probe in the volume of measurement at uniform time intervals until the signal occurs.

8.5.2.2 Interpretation of the results

Meter readings can be converted into concentrations using a calibration chart that is periodically checked.

The leak rate R for a specimen is calculated by the formula:

$$R = \frac{V_m (C_1 - C_0)}{t_1 - t_0} 10^{-6} P_e$$

where:

R is the leak rate in $\text{Pa} \cdot \text{m}^3/\text{s}$

V_m is the capacity of the volume of measurement in cubic metres

$t_1 - t_0$ is the time interval in seconds

C_1 and C_0 are the tracer gas concentrations in cm^3/m^3

P_e is the pressure at the outer surface of the specimen, that is 10^5 Pa

NOTE – If V_m is expressed in cm^3 and P_e in bars, then the leak rate will be expressed in $\text{bar} \cdot \text{cm}^3/\text{s}$.

The specimen shall be considered as accepted if the measured leak rate does not exceed the maximum value that shall be admitted by the relevant specification.

8.5.3 *Méthode 2: Essai par reniflage*

8.5.3.1 *Mode opératoire*

- a) Mettre le spécimen sous pression.

La spécification particulière doit prescrire la pression d'essai.

Si le gaz de remplissage doit être réutilisé, la mise sous pression est généralement précédée d'une mise sous vide.

- b) Attendre que soit écoulé le temps prescrit par la spécification particulière (voir article G.1) pour permettre au taux de fuite de se stabiliser.

- c) Déplacer lentement la sonde à la surface du spécimen, en particulier près des endroits les plus susceptibles de fuir (par exemple, les cordons de soudure, les jointures entre deux pièces, etc.). Si un signal apparaît, noter l'emplacement correspondant de la sonde.

Dans le cas général où cette méthode est utilisée pour localiser les fuites mesurées lors d'un précédent essai par accumulation, le préconditionnement (voir 8.4) aura déjà été effectué.

8.5.3.2 *Interprétation des résultats*

Le résultat d'essai est satisfaisant si les fuites sont localisées.

8.6 *Renseignements à donner dans la spécification particulière*

Lorsque cet essai est prescrit dans une spécification particulière, les détails suivants doivent être spécifiés, s'il y a lieu:

	Paragraphes
a) Si un taux de fuite peut être estimé en utilisant la méthode 2	8.3.3 (Note)
b) Préconditionnement supplémentaire	8.4
c) Méthode à utiliser (1 ou 2 ou «intermédiaire»)	8.5.1 a)
d) Si le spécimen est ou non en fonctionnement, etc.	8.5.1 b)
e) Pression d'essai et temps de stabilisation du gaz d'essai	8.5.2.1 a) 8.5.2.1 b) 8.5.3.1 a) et 8.5.3.1 b)
f) Taux de fuite maximal admis	8.5.2.2

9 **Essai Qy: Méthode d'essai de remontée de pression**

9.1 *Objet*

Déterminer l'herméticité de spécimens contenant un certain volume de gaz (air ou gaz inerte), par exemple des spécimens non complètement remplis d'imprégnants. Cette méthode d'essai simplifie le contrôle automatique des composants fabriqués en grandes quantités.

8.5.3 Test Method 2: Probing test

8.5.3.1 Procedure

- a) Pressurize the specimen.

The test pressure shall be that prescribed by the relevant specification.

If the filling gas is to be reused, pressurization is generally preceded by evacuation.

- b) Wait for the time prescribed by the relevant specification (see clause G.1) to allow the leak rate to stabilize.

- c) Move the probe slowly over the surface of the specimen, particularly near the places in which leakage is most likely (for example welds, gasketed connections between two parts). If a signal occurs, note the corresponding position of the probe.

In the general case where this method is used to locate leaks measured during a previous cumulative test, pre-conditioning (see subclause 8.4) will already have been carried out.

8.5.3.2 Interpretation of the results

The test is successful if the leaks have been located.

8.6 Information to be given in the relevant specification

When this test is included in a relevant specification, the following details shall be given as far as they are applicable:

	Subclause
a) Whether leak rate may be estimated using Test Method 2	8.3.3 (Note)
b) Additional pre-conditioning	8.4
c) Method to be used (Test Method 1 or 2 or "intermediate")	8.5.1 a)
d) Whether specimen is operating or not, etc.	8.5.1 b)
e) Test pressure and time for stabilization for the test gas	8.5.2.1 a)
	8.5.2.1 b)
	8.5.3.1 a)
	and
	8.5.3.1 b)
f) Maximum leak rate	8.5.2.2

9 Test Qy: Pressure rise sealing test

9.1 Object

To determine the effectiveness of seals of specimens with an enclosed gas-filled (air or inert gas) space e.g. a component not completely filled with impregnant. This test method facilitates automatic testing on components produced in high volume.

9.2 *Domaine d'application*

Cet essai peut être utilisé pour la détection de taux de fuite pouvant aller jusqu'à 10^{-5} Pa · m³/s (10^{-4} bar · cm³/s). Cette méthode d'essai est applicable uniquement aux spécimens qui sont capables de supporter la décompression requise au cours de l'essai sans présenter de déformation permanente ou tout autre dommage tel que l'importance d'une source de fuite potentielle change et que son volume intérieur ne dépasse pas 5 cm³.

9.3 *Description générale de l'essai*

9.3.1 *Méthode d'essai*

La méthode d'essai consiste à mesurer la vitesse de remontée de pression dans la chambre d'essai contenant le spécimen à l'instant où le pompage rapide nécessaire à l'obtention de la basse pression requise est brusquement arrêté après un intervalle de temps prédéterminé.

9.3.2 *Matériel d'essai*

La figure 2 présente un exemple de montage pour l'essai d'étanchéité par la méthode de remontée de pression.

La vanne d'entrée d'air étant ouverte, le spécimen est placé dans la chambre d'essai et cette dernière est fermée hermétiquement. La vanne d'entrée d'air est alors fermée et la chambre d'essai est mise rapidement sous vide jusqu'à l'obtention d'une pression comprise entre 3 kPa et 4 kPa. La vanne de pompage est ensuite fermée et on enregistre la montée de pression Δp dans la chambre d'essai (dans le volume de mesurage) qui se produit pendant un temps d'essai Δt . Le résultat obtenu permet de calculer le taux de fuite.

Il est préférable que l'essai soit effectué au moyen d'un système de commande approprié. La puissance du dépresseur (pompe à vide) doit permettre d'atteindre la basse pression de 3 kPa pendant le temps d'évacuation prédéterminé. La capacité de pompage de la pompe à vide doit être accordée au volume d'air à vider. Pour obtenir le plus petit volume de mesurage possible conformément à 1.1, le mesurage de la pression doit être de préférence réalisé à l'aide d'un capteur de pression du type piézoélectrique.

La figure 3 illustre la variation de la pression dans la chambre pendant l'essai.

9.3.3 *Calcul du taux de fuite R*

Le taux de fuite R se calcule à l'aide de la formule suivante:

$$R = \frac{\Delta p \times V_m}{\Delta t}$$

où:

Δp est la montée de pression pendant le temps d'essai Δt en pascals;

V_m est le volume de mesurage en mètres cubes;

Δt est le temps d'essai en secondes.

Le spécimen est accepté si le taux de fuite mesuré ne dépasse pas la valeur maximale admise par la spécification particulière.

9.2 Scope

The test can be used for the detection of leak rates down to approximately 10^{-5} Pa · m³/s (10^{-4} bar · cm³/s). It is applicable only to components able to withstand the necessary decompression during the test, without suffering permanent distortion or other damage, such that the extent of any potential source of leakage is changed and that the internal volume is smaller or equal to 5 cm³.

9.3 General description of the test

9.3.1 Test method

The test method consists in observing the rate of the pressure rise in a test chamber containing the test specimen when the rapid evacuation needed to reach the adequate low level of pressure is stopped, suddenly and after a predetermined time.

9.3.2 Test equipment

Figure 2 illustrates a typical installation for sealing test using the pressure rise test procedure.

With the air inlet open, the specimen is placed and sealed in the test chamber. After closing the inlet valve the chamber is rapidly evacuated until a pressure of between 3 kPa and 4 kPa is reached. The pump valve is then closed and the pressure rise Δp is recorded in the test chamber (in the volume of measurement) occurring during a test time Δt . The result obtained is used to calculate the leak rate.

The test sequence should preferably be directed by a suitable control system. The capacity of the vacuum pump shall enable the low pressure of 3 kPa to be reached within the predetermined evacuation time. The suction volume of the vacuum pump shall fit the air volume to be evacuated. In order to achieve a volume of measurement as small as possible in accordance with sub-clause H.1.1, the pressure in the volume of measurement shall preferably be detected by using a piezoelectric transducer.

Figure 3 shows the behaviour of the test chamber pressure in the course of the test procedure.

9.3.3 Calculation of the leak rate R

The leak rate R is calculated according to the following formula:

$$R = \frac{\Delta p \times V_m}{\Delta t}$$

where:

Δp is the pressure rise during the test time Δt , in pascals;

V_m is the volume of measurement, in cubic metres;

Δt is the test time in seconds.

The specimen shall be considered as accepted if the measured leak rate does not exceed the maximum value admitted by the relevant specification.

9.4 Calibrage du montage d'essai

Le montage d'essai doit être calibré à l'aide d'un spécimen de calibrage. La remontée de pression résultant de l'emploi du spécimen de calibrage au lieu du spécimen d'essai correspond à une constante qui doit toujours être soustraite du résultat total de la mesure de la remontée de pression Δp . Pour le calibrage du matériel d'essai, la pompe à vide doit fonctionner avec le même débit et pendant la même durée que pour les essais.

9.5 Renseignements à donner dans la spécification particulière

Lorsque cet essai est inclus dans une spécification particulière, les détails suivants doivent être donnés, s'il y a lieu:

	Paragraphe
a) Taux de fuite maximal admis	9.3.3

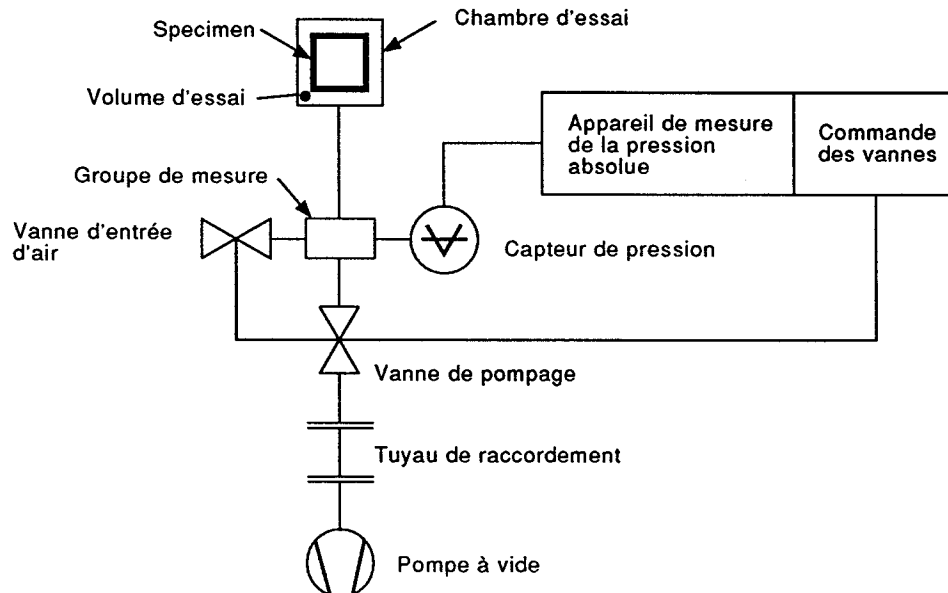


Figure 2 – Exemple de montage pour l'essai d'étanchéité par la méthode de remontée de pression

9.4 Calibration of the test equipment

The test equipment shall be calibrated with a calibrated specimen. The pressure rise obtained using the calibrated specimen instead of a test item represents a constant, which shall always be subtracted from the measured total pressure rise Δp . For the calibration of the test equipment, the vacuum pump shall be operated with the same flow and for the same duration as for the test.

9.5 Information to be given in the relevant specification

When this test is included in a relevant specification, the following details shall be given, insofar as they are applicable:

- a) Maximum leak rate Sub-clause 9.3.3

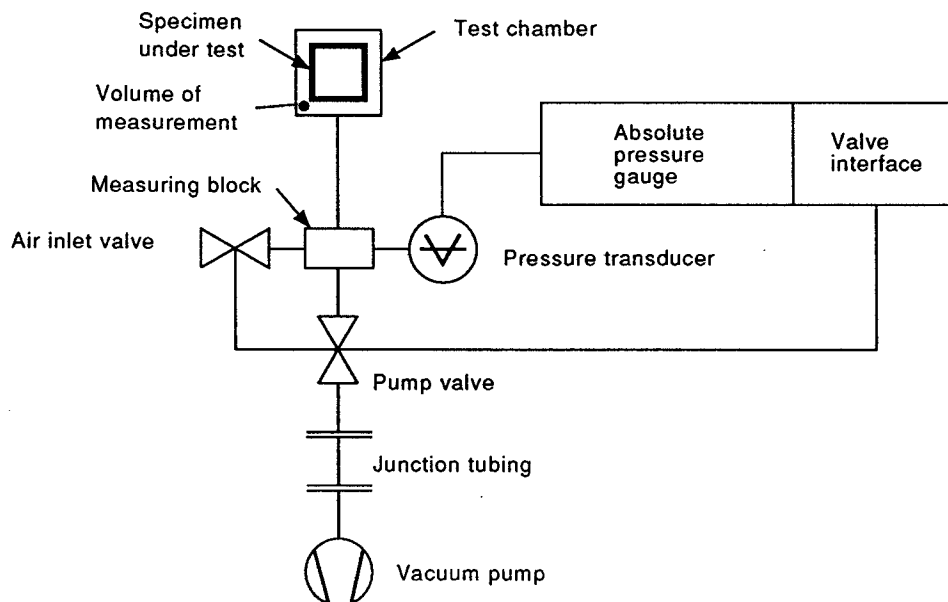


Figure 2 – Typical Installation for sealing test using the pressure rise test procedure

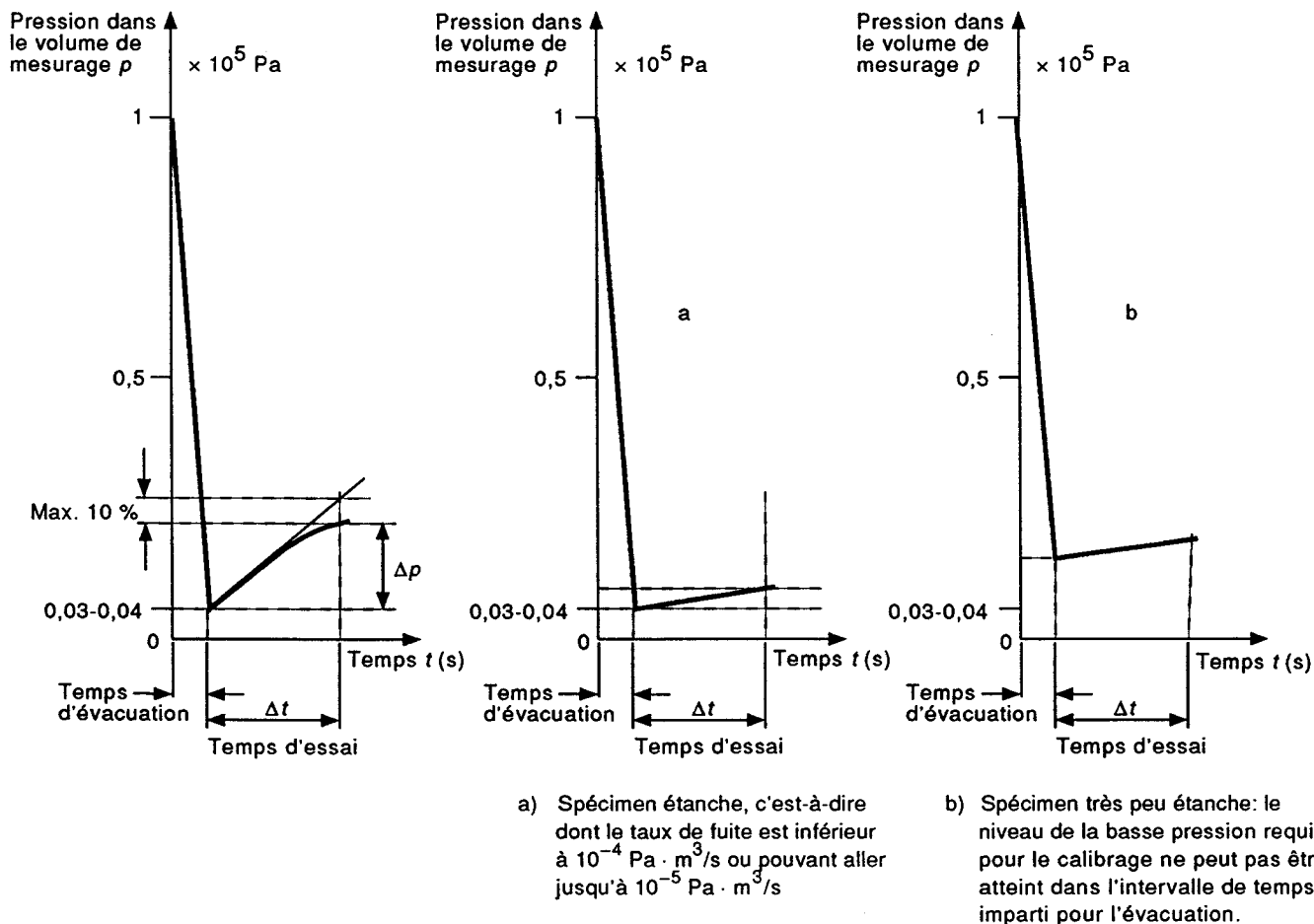


Figure 3 – Pression dans le volume de mesurage en fonction du temps pendant l'essai d'étanchéité par la méthode de remontée de pression

Figure 4 – Cas limites de la pression dans le volume de mesurage en fonction de la durée d'essai en prenant comme hypothèse que les dimensions du spécimen, le volume de mesurage et le temps de pompage sont constants

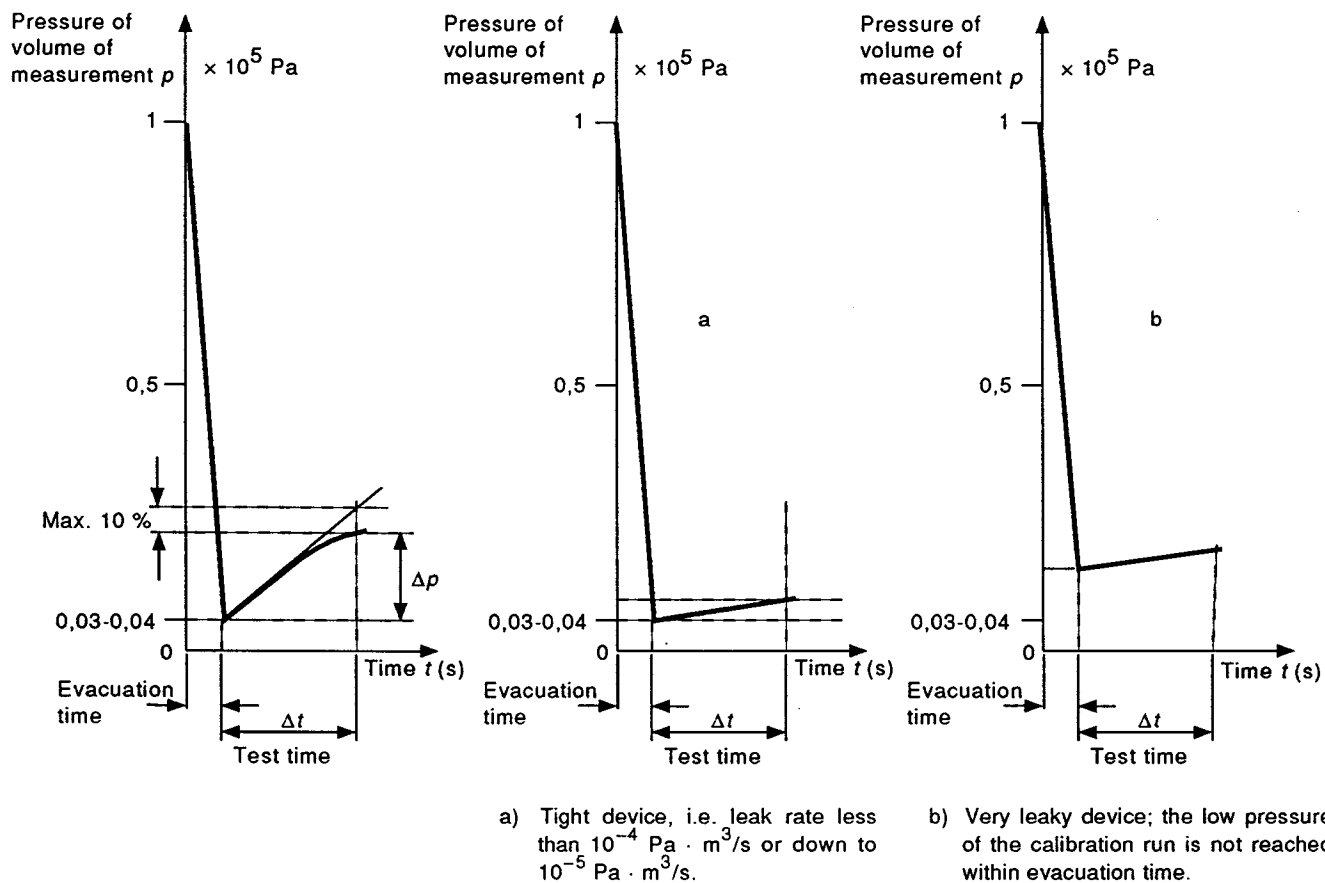


Figure 3 – Pressure of volume of measurement versus time during the sealing test using the pressure rise test procedure

Figure 4 – Limiting cases of the pressure of volume of measurement versus test time, provided that the dimensions of the test device, the volume of measurement and the evacuation time are constant

Annexe A (normative)

Exemple de chambre d'essai pour l'essai Qa

A.1 Principe de fonctionnement

Le composant est monté sur le couvercle d'une petite chambre étanche qui, de plus, est équipée d'un ajustage sur lequel se fixe un tuyau d'arrivée d'air et une valve (figure A.1).

De l'air comprimé est ensuite introduit dans le composant étanche ou dans la chambre d'essai jusqu'à ce que la pression désirée pour l'essai soit atteinte. Le tout est ensuite immergé dans un liquide à la température prescrite pour l'essai. Si le composant présente des fuites, un flot de bulles d'air issues de la pièce sera observé.

L'appareillage est indiqué schématiquement sur la figure A.2. Un entonnoir transparent est muni d'un long tube dont l'extrémité peut être hermétiquement bouchée par un robinet. L'entonnoir est immergé dans le liquide avec le robinet ouvert. Le liquide monte alors dans le tube et, lorsque ce dernier est rempli, le robinet est fermé. Le tube étant maintenu dans une position verticale, l'ouverture de l'entonnoir est placée sur le composant en essai de façon que le chapelet de bulles d'air puisse être collecté. Le collecteur ou l'entonnoir transparent permet de faire cette opération rapidement. Les bulles d'air montent le long du tube de l'entonnoir et se rassemblent au sommet du tube, provoquant ainsi une dépression de la colonne de liquide. La vitesse de dépression du ménisque de liquide constitue une mesure du taux de fuite et peut être mesurée au moyen d'une échelle graduée et d'un dispositif de mesure du temps; la fuite d'air s'exprime en volume par unité de temps.

L'appareillage peut fonctionner dans une grande gamme de températures à condition de choisir des liquides convenables ayant à basse température une faible viscosité et restant stables à haute température jusqu'au point d'ébullition. La stabilité signifie ici qu'il n'y a pas de production de gaz (ou d'autres mouvements pouvant masquer le dégagement des bulles d'air) et peu de volatilité. L'alcool est un liquide convenant aux essais à basse température et la paraffine est un liquide convenant aux essais à haute température.

A.2 Fonctionnement

Le liquide contenu dans le récipient est d'abord porté à la température requise pour l'essai, puis brassé de façon que cette température se maintienne uniformément pendant toute la durée de l'essai.

L'air de la chambre d'essai est comprimé à la pression requise par les conditions d'essai. La chambre d'essai est ensuite soigneusement immergée dans le liquide et l'existence d'une fuite quelconque est immédiatement décelée par un chapelet de bulles d'air apparaissant à la surface du liquide. On attend un temps suffisant pour que le composant atteigne une température stable.

L'entonnoir est ensuite placé dans le liquide, son ouverture étant immergée: une partie du liquide monte dans le tube par succion.

Annex A

(normative)

Example of a test chamber for test Qa

A.1 Principle of operation

The component is mounted on the lid of a small sealed test chamber which, in turn, is fitted with an air inlet nozzle, air line and valve (figure A.1).

Air is then pumped into the sealed component, or test chamber, until the desired air pressure for the test is reached. The whole is then submerged in a liquid at the specified test temperature. If the test component leaks, a stream of air bubbles will be observed escaping from it.

The apparatus is shown diagrammatically in figure A.2. A transparent funnel is fitted with a long tube, the end of which can be sealed by a tap. The funnel is submerged in the liquid with the tap open. Liquid is then drawn up the tube until it is filled and the tap is then closed. The tube is held in a vertical position and the mouth of the funnel moved over the test component so that the stream of air bubbles can be collected. The transparent funnel or collector enables this to be done quickly. The air bubbles rise and travel up the neck of the funnel into the tube and collect at the top causing a depression of the liquid column. The rate of depression of the liquid meniscus is a measure of the leakage rate and can be measured by means of a calibrated scale and a timing mechanism, the air leakage rate being expressed in the form of cubic capacity per unit time.

The apparatus will operate over a wide temperature range providing suitable liquids are chosen which at low temperature have a low viscosity and at high temperature remain stable almost to boiling point. Stability here means the non-escape of gases (or other movement which would mask the escape of air bubbles) and a low volatility. Alcohol is a suitable liquid for the low-temperature tests or paraffin for the high-temperature tests.

A.2 Operation

The liquid in the container is first brought to the required temperature of the test and then constantly stirred in order to maintain a uniform temperature in the liquid during the period of the test.

The air in the test chamber is compressed to the requisite pressure which the test condition demands. The test chamber is then carefully immersed in the liquid and the position of any leak is immediately disclosed by a stream of air bubbles rising to the surface. A suitable time interval must be allowed for the component to attain temperature stability.

The funnel of the collector is placed in the liquid with its mouth submerged and some of the liquid is drawn up the tube by suction.

L'extrémité de l'entonnoir est déplacée au-dessus du chapelet de bulles d'air de façon que ces dernières soient collectées et montent au sommet du tube. Il faut prendre soin de maintenir le tube vertical et la profondeur d'immersion de l'ouverture de l'entonnoir à la même valeur que celle qui était obtenue lors de l'étalonnage.

Le tube du collecteur est étalonné en centimètres cubes et toute fuite peut être calculée en mesurant la dépression du ménisque du liquide se produisant pendant un intervalle de temps connu. Le résultat peut être exprimé en centimètres cubes par heure.

A.3 Etalonnage et précision

Le collecteur peut être étalonné en faisant pénétrer dans le tube une certaine quantité de liquide et en le bouchant. On utilise ensuite une seringue hypodermique servant de pompe à air, et des volumes d'air connus sont injectés, par étapes, à travers le liquide dans l'ouverture de l'entonnoir. A chaque étape, le niveau du liquide déplacé est marqué sur le tube ou sur son échelle jusqu'à obtenir une graduation complète convenable. Pendant l'étalonnage, l'ouverture de l'entonnoir est immergée à une profondeur constante, sinon une petite erreur d'étalonnage peut se produire par suite de la variation de pression dans la colonne obtenue par une variation quelconque de la hauteur de liquide.

La fuite d'air peut être mesurée à n'importe quelle température ou pression à condition que la totalité du tube de l'échelle graduée soit maintenue à la température spécifiée. Normalement, les taux de fuite sont exprimés à la température et à la pression du laboratoire, ce qui peut être facilement fait puisque l'air collecté au sommet du tube atteint rapidement la température du laboratoire.

La précision globale de la mesure des taux de fuite dépend des précisions individuelles des mesures d'un certain nombre de facteurs dont les principaux sont:

- a) la pression de l'air;
- b) la stabilité de la pression de l'air;
- c) le volume d'air dans le collecteur;
- d) le temps passé pour atteindre un volume spécifié;
- e) la quantité ou la pression du liquide contenu dans le tube collecteur;
- f) la température du liquide.

Les erreurs introduites par la mesure de la pression a) sont directement proportionnelles aux taux de fuite, et cette erreur ajoutée aux erreurs introduites par la mesure de la température f) peut être considérée comme constituant l'erreur globale de l'appareillage puisque les erreurs introduites par les facteurs b), c), d) et e) seront normalement très petites comparées à l'erreur a) et pourront, ainsi, être négligées.

The funnel end is then moved over the stream(s) of air bubbles so that they are all collected and rise up the neck into the tube. Care must be taken to keep the collector tube vertical and also to maintain the depth of immersion of the mouth of the funnel at the same constant figure as is used for calibration purposes.

The tube of the collector is calibrated in cubic centimetres and any leakage rate can be calculated by measuring the depression of the liquid meniscus during a known interval of time. The result can be readily expressed in cubic centimetres per hour.

A.3 Calibration and accuracy

The collector can be calibrated by drawing up a quantity of liquid into the tube and sealing off. A hypodermic syringe is then used as an air pump and known volumes of air are injected, in steps, through the liquid into the mouth of the funnel. At each step, the level of the displaced liquid is marked on the tube, or its scale, until a suitable complete scale is obtained. During calibration, the mouth of the funnel must be kept at a constant depth of immersion, otherwise a small calibration error may occur, due to a change in pressure in the column, caused by any variations in the head of liquid.

The air-leakage rate can be measured at any temperature or pressure provided the whole of the tube and scale is maintained at the specified temperature. Normally, leakage rates are expressed at room temperature and pressure; this can readily be done because the collected air at the top of the tube quickly attains room temperature.

The overall accuracy of measurement of leakage rates depends on the individual accuracy of measurement of a number of factors, the chief being:

- a) the air pressure;
- b) the stability of the air pressure;
- c) the volume of air in the collector tube;
- d) the time taken to attain a specified volume;
- e) the head or pressure of the liquid in the collector tube;
- f) the temperature of the liquid.

The errors introduced by the measurement of pressure a) are directly proportional to the leakage rate and this percentage error, together with the errors introduced by the measurement of temperature f), can be assumed to be the over all accuracy of the apparatus since the errors introduced by b), c), d) and e) will normally be very small compared with a) and can, therefore, be ignored.

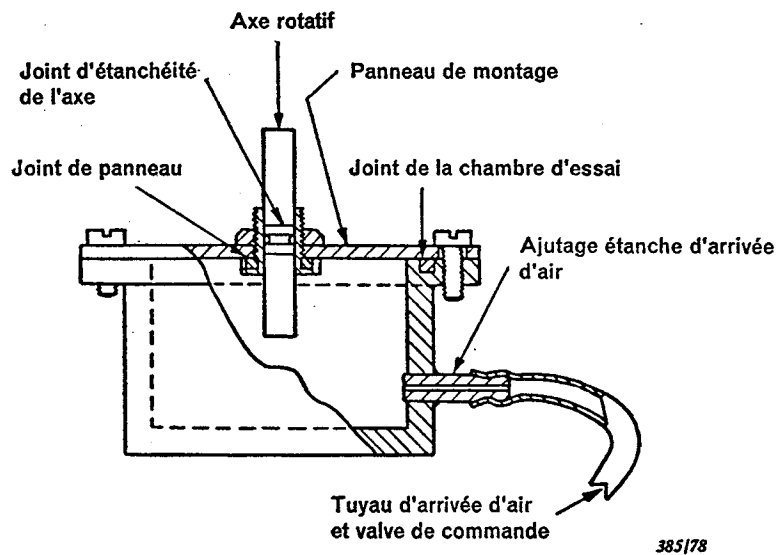


Figure A.1 – (Essai Qa) Chambre d'essai pour l'étanchéité des passages

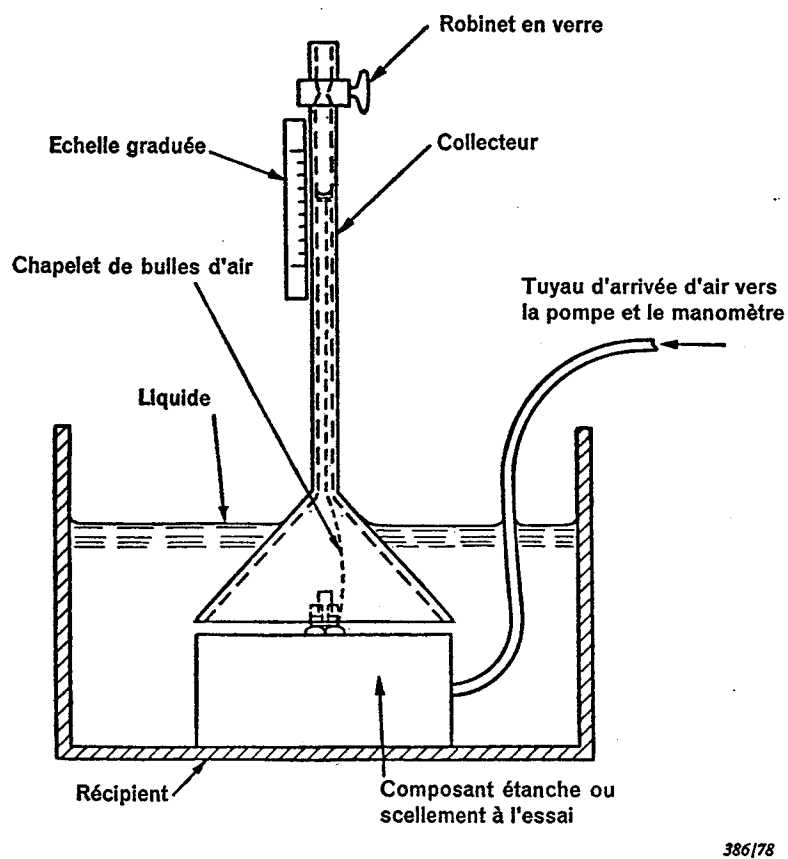


Figure A.2 – (Essai Qa) Dispositif pour l'essai d'étanchéité des passages

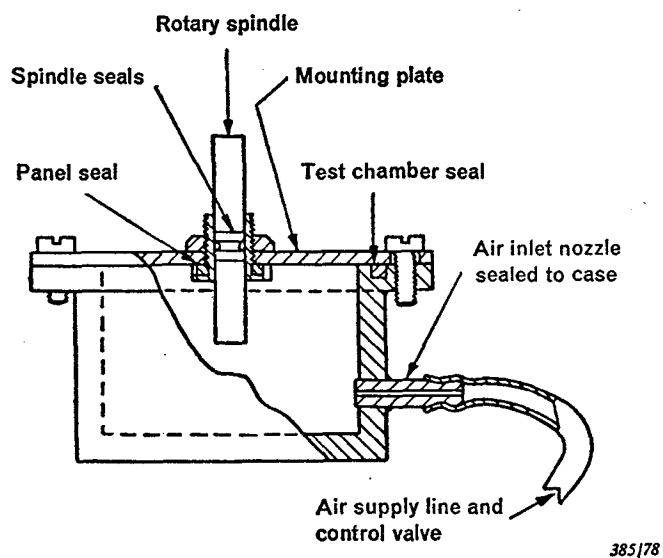


Figure A.1 – (Test Qa) Chamber for sealing test

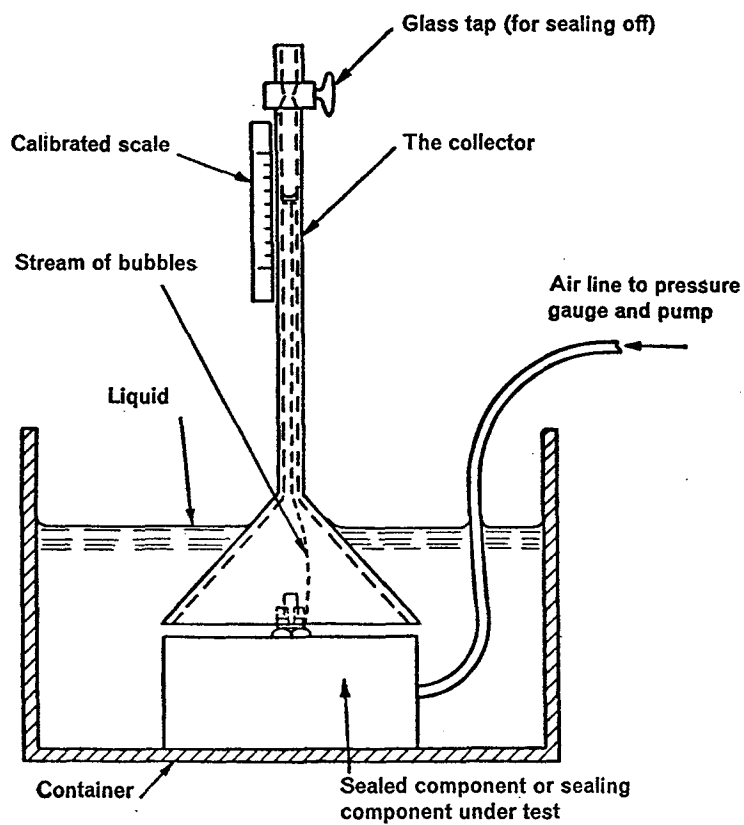


Figure A.2 – (Test Qa) Apparatus for sealing test

Annexe B (normative)

Guide pour l'essai Qc

Généralités

B.1 Les renseignements que l'on tire de cet essai sont de nature semi-quantitative seulement: ils indiquent individuellement les points de fuite mais pas la valeur de fuite totale caractérisant le spécimen.

B.2 Dans les meilleures conditions, la méthode d'essai 1 permet d'atteindre une sensibilité de $10 \text{ Pa} \cdot \text{cm}^3/\text{s}$ ($10^{-4} \text{ bar} \cdot \text{cm}^3/\text{s}$), la méthode d'essai 2: $100 \text{ Pa} \cdot \text{cm}^3/\text{s}$ ($10^{-3} \text{ bar} \cdot \text{cm}^3/\text{s}$) et la méthode d'essai 3: $1 \text{ Pa} \cdot \text{cm}^3/\text{s}$ ($10^{-5} \text{ bar} \cdot \text{cm}^3/\text{s}$). On peut faire varier les sévérités des méthodes d'essais 1 et 2 en jouant sur la pression résiduelle et sur la température du liquide d'essai, respectivement. Cependant, il ne faut pas oublier que certains composants peuvent être endommagés si on les soumet à une surpression ou à une dépression.

B.3 La méthode d'essai 1 permet d'obtenir des différences de pression de 100 kPa (1 000 mbar) alors que la méthode d'essai 2 conduit à des différences de pression de l'ordre de 12 kPa (120 mbar) (55 °C) à 36,5 kPa (365 mbar) (125 °C). Par conséquent, l'augmentation de la durée d'immersion de la méthode d'essai 2 à 10 min devrait donner une sévérité à peu près équivalente à celle de la méthode d'essai 1.

B.4 Pour les spécimens qui ont des scellements sur plus d'une face, chaque face doit être essayée séparément. Il peut être nécessaire de prévoir un temps de reprise pour le spécimen avant l'essai de chaque face, par exemple s'il s'agit de spécimens ayant un petit volume interne qui peut se vider complètement pendant l'essai d'une seule face.

B.5 L'examen sera effectué devant un fond sombre, mat et non réfléchissant, sous un éclairage direct réglé de façon à donner un maximum de visibilité au niveau du spécimen, à l'aide d'une loupe 3x ou d'un microscope binoculaire à focale variable disposé pour l'observation des bulles en provenance des spécimens immergés dans le liquide.

B.6 Avec certains types de spécimens, il faut une certaine habitude technique pour distinguer les fuites «réelles» des fuites «virtuelles», en fonction de la capacité de rétention des gaz qu'a le matériau. Dans la plupart des cas, la cadence des bulles et (ou) la vitesse de croissance d'une bulle issue d'une fuite virtuelle décroîtront au fur et à mesure de l'épuisement de la source de gaz. On peut aussi suggérer d'utiliser, pour comparaison, un spécimen factice tel qu'un bloc massif du même matériau.

B.7 Les spécimens doivent être aussi propres que possible et leur surface exempte de matériaux étrangers, y compris les revêtements et toute sorte de marquage, s'il peut en découler des résultats erronés. Il faut aussi les manipuler avec précaution pour éviter le contact, des doigts nus avec les parties critiques du spécimen.

Les liquides d'essai seront choisis de façon à être stables pendant tout l'essai.

Annex B

(normative)

Guidance for test Qc

General

B.1 The information derived from this test is only of a semi-quantitative nature, indicating individual leakage paths and not the total leakage associated with the specimen.

B.2 When using the optimum test conditions, Test Method 1 can achieve a sensitivity of $10 \text{ Pa} \cdot \text{cm}^3/\text{s}$ ($10^{-4} \text{ bar} \cdot \text{cm}^3/\text{s}$), Test Method 2: $100 \text{ Pa} \cdot \text{cm}^3/\text{s}$ ($10^{-3} \text{ bar} \cdot \text{cm}^3/\text{s}$) and Test Method 3: $1 \text{ Pa} \cdot \text{cm}^3/\text{s}$ ($10^{-5} \text{ bar} \cdot \text{cm}^3/\text{s}$). Varying severities can be achieved with Test Methods 1 and 2, by utilizing differing levels of vacuum and test liquid temperature, respectively. However, it should be borne in mind that some components may be damaged by subjecting them to overpressure or underpressure.

B.3 With Test Method 1 a pressure differential of 100 kPa (1 000 mbar) can be achieved whereas Test Method 2 will produce a pressure differential in the range 12 kPa (120 mbar) (55 °C) to 36,5 kPa (365 mbar) (125 °C). Consequently, increasing the immersion time of Test Method 2 to 10 min should produce an approximate equivalence in severity with Test Method 1.

B.4 Specimens having seals on more than one surface require each surface to be tested separately. Consideration should be given to the possible need for recovery of the specimen prior to the testing of each surface, e.g. specimens having a small included gas-filled cavity could have this exhausted during the testing of one surface.

B.5 Observation should be made, against a dull, non-reflective black background, under direct lighting adjusted to provide maximum visibility at the specimen position, through a 3x magnifier or stereozoom microscope arranged for the observation of bubbles emanating from the specimens immersed in the liquid.

B.6 With certain types of specimens, engineering judgment will be required to distinguish between "real" and "virtual" leaks, because of the gas retention capability of the material. In most instances the rate of bubbles and/or growth of bubble issuing from a virtual leak will decrease as the source of gas is exhausted. It may also be suggested that a dummy specimen consisting of a solid block of the same material is used for comparison purposes.

B.7 Specimens should be as clean as possible and free from foreign material on the surface, including coatings and any markings if they may contribute in erroneous test results. Careful handling is also required to avoid contact of bare fingers with critical parts of the specimen.

Test liquids should be chosen so as to behave in a stable condition throughout the test.

Méthode d'essai 1

B.8 Pour la méthode d'essai 1, le liquide d'essai doit avoir les caractéristiques suivantes:

viscosité cinématique à 20 °C:	$25 \cdot 10^{-6} \text{ m}^2/\text{s}$ (25 cSt);
viscosité cinématique à 50 °C:	$9 \cdot 10^{-6} \text{ m}^2/\text{s}$ (9 cSt);
tension de vapeur à l'ambiante:	$< 10 \text{ Pa}$ (10^{-4} bar).

L'huile est un liquide approprié. Il vaut mieux la dégazer. On peut aussi utiliser de l'eau additionnée d'un agent mouillant ou tout liquide approprié ayant une viscosité cinématique au plus égale à $25 \cdot 10^{-6} \text{ m}^2/\text{s}$ (25 cSt) à 20 °C, mais, dans ce cas, il faut savoir que la sensibilité de l'essai sera diminuée. La dépression doit être limitée par le risque d'ébullition du liquide.

B.9 Dans la méthode d'essai 1, il est essentiel d'atteindre rapidement la pression réduite parce que le bouillonnement qui se produit au début peut masquer des bulles dues à des fuites dans le scellement du spécimen.

Malgré tout, si le volume d'air inclus dans le spécimen est faible ou si la fuite est importante, les bulles émanant du scellement pendant le bouillonnement initial peuvent ne pas être décelées.

Méthode d'essai 2

B.10 Avant de choisir la méthode d'essai 2, il faut estimer l'effet du chauffage sur le spécimen, par exemple en ce qui concerne la fermeture et/ou l'ouverture de chemins de fuite.

B.11 Pour la méthode d'essai 2, on peut utiliser de l'eau additionnée d'agent mouillant pour les températures d'essai inférieures à 90 °C. Pour les températures supérieures, les liquides appropriés doivent avoir une viscosité cinématique de l'ordre de $0,3 \cdot 10^{-6} \text{ m}^2/\text{s}$ (0,3 cSt) à la température d'essai. Dans ce cas, on utilise couramment des fluoro-carbones, par exemple du perfluorotributylamine ou duperfluoro (1-méthyl-décane) qui sont commercialisés sous diverses appellations.

Le volume du bain doit atteindre au moins 10 fois le volume du spécimen.

Méthode d'essai 3

B.12 Pour la méthode d'essai 3, le liquide d'imprégnation doit avoir une viscosité cinématique de l'ordre de $0,4 \cdot 10^{-6} \text{ m}^2/\text{s}$ (0,4 cSt) à la température ambiante ordinaire, un point d'ébullition d'environ 60 °C et une faible chaleur de vaporisation au point d'ébullition, de façon à produire rapidement de la vapeur à l'intérieur du spécimen lors de l'exécution de la phase 2. Pour cela, on utilise couramment des fluorocarbones, par exemple du perfluorodipropyl-éther cyclique ou du perfluoro-N-hexane, qui doivent être compatibles avec le liquide utilisé en phase 2.

B.13 Il est recommandé de filtrer les liquides avec un papier filtre avant utilisation. L'essai doit être effectué dans un local bien ventilé. Lorsqu'on utilise certains fluides partiellement fluorés, on court des risques supplémentaires dus à la contamination par l'humidité et aux graisses dissoutes, ainsi qu'à la possibilité d'altérer le marquage ou des éléments du spécimen.

Test Method 1

B.8 For Test Method 1, the test liquid shall have the following characteristics:

kinematic viscosity at 20 °C:	$25 \cdot 10^{-6} \text{ m}^2/\text{s}$ (25 cSt);
kinematic viscosity at 50 °C:	$9 \cdot 10^{-6} \text{ m}^2/\text{s}$ (9 cSt);
ambient vapour pressure:	$< 10 \text{ Pa}$ (10^{-4} bar).

A suitable liquid is oil. It should be degassed. Water with a wetting agent or any suitable liquid having a kinematic viscosity of not more than $25 \cdot 10^{-6} \text{ m}^2/\text{s}$ (25 cSt) at 20 °C may be used, but in this case it must be considered that the sensitivity of the test will be impaired. The depression shall be limited by the risk of having the liquid boiling.

B.9 Since any initial frothing may mask bubbles due to leaks from the specimen sealing, it is essential that the reduced pressure in Test Method 1, be attained rapidly.

However, if the air space within the specimen is small or if the leak rate is large, the bubbles emerging through the sealing during the initial frothing may not be detected.

Test Method 2

B.10 Before selecting Test Method 2, assessment of the heating effect on the specimen should be considered, for example, in view of the closing and/or opening of leakage paths.

B.11 For Test Method 2, water with a wetting agent can be used for test temperatures lower than 90 °C. For higher test temperatures suitable liquids should have a kinematic viscosity of the order of $0,3 \cdot 10^{-6} \text{ m}^2/\text{s}$ (0,3 cSt) at test temperature. In the latter case, commonly used liquids are fluorocarbons, for example, perfluorotributylamine or perfluoro (1-methyldecaline) which are available under various trade marks.

The volume of the bath shall be at least 10 times the volume of the specimen.

Test Method 3

B.12 For Test Method 3, the impregnation liquid shall have a kinematic viscosity of the order of $0,4 \cdot 10^{-6} \text{ m}^2/\text{s}$ (0,4 cSt) at room temperature, a boiling point of approximately 60 °C and a low heat of vaporization at boiling point so as to quickly generate vapour within the specimen when step 2 is performed. Commonly used liquids are fluorocarbons, for example, cyclic-perfluorodipropyl-ether or perfluoro-N-hexane, which shall be compatible with the liquid utilized in step 2.

B.13 It is recommended to filter the liquids through filter paper before use. Testing should preferably be conducted in a well-ventilated location. When partially fluorinated fluids are used, there are additional risks incurred due to contamination from moisture and dissolved greases and the possibility of damage to markings or elements of the specimen.

B.14 Il se peut qu'un certain danger d'explosion existe quand on essaie des spécimens de grande taille avec la méthode d'essai 3, si la taille de la fuite et la combinaison de la durée et de la pression d'immersion sont telles que le spécimen risque d'être complètement rempli de liquide d'imprégnation qui se vaporisera très vite pendant la phase 2. On notera que de telles fuites peuvent être décelées par la méthode d'essai 2 seule.

B.15 Il faut prendre garde de ne pas faire tomber de gouttes du liquide d'imprégnation sur la plaque chauffante car il peut en résulter une émission de gaz dangereux lorsqu'on le fait bouillir jusqu'à évaporation complète.

B.14 Some danger of explosion may exist when testing large specimens with Test Method 3 if the size of the leak and the combination of immersion duration and pressure are such that the device is likely to be filled up with the impregnation liquid which will vaporize very rapidly during step 2. It must be pointed out that such leaks can be traced by applying Test Method 2 alone.

B.15 Care should also be taken that no drops of impregnation liquid fall on the heating plate because poison gas may be liberated when it is boiled dry.

Annexe C **(normative)**

Guide pour l'essai Qd

C.1 La sensibilité de cette méthode est influencée par les facteurs suivants:

- a) La viscosité cinématique du liquide de remplissage. Une faible viscosité cinématique donne une sensibilité relativement élevée.
- b) La durée de l'épreuve. L'importance du suintement sera directement liée à la durée de l'épreuve. Comme il est plus aisé de déceler des suintements importants, la sensibilité de l'essai peut croître avec la durée de l'essai.
- c) La méthode de détection.

C.2 La manière la plus simple de déceler un suintement est l'examen visuel à l'oeil nu. Cette méthode simple et peu coûteuse est seulement possible quand le liquide qui suinte contraste nettement avec les matériaux sous-jacents par sa couleur ou son pouvoir réfléchissant. Si ce n'est pas le cas, on recommande l'une des méthodes suivantes:

- Recouvrir la surface du spécimen au voisinage des scellements avec une couche pulvérulente appropriée. Les parties de cette couche qui changent de couleur indiqueront la présence d'un suintement. Par exemple une mince couche de talc convient pour la détection des liquides huileux et une de permanganate de potassium (KMnO_4) pour les liquides aqueux.
- Placer le spécimen sur du papier buvard propre. Des taches aisément visibles seront produites par les gouttes de liquides colorés ou huileux.
- Les liquides fluorescents peuvent être décelés en lumière ultraviolette. Cette méthode, par exemple, est très sensible s'il s'agit d'huiles minérales, mais ne convient pas pour certaines huiles chlorées.

Annex C (normative)

Guidance for test Qd

C.1 The sensitivity of the test method is influenced by the following factors:

- a) The kinematic viscosity of the filling liquid. A low kinematic viscosity gives relatively high sensitivity.
- b) Duration of conditioning. The quantity of seepage will be directly related to the duration of conditioning. As greater quantities of seepage are more easily detected the sensitivity of the test may be increased with test duration.
- c) Method of detection.

C.2 The most simple way to detect any seepage is by visual inspection with the naked eye. This quick and cheap method is only possible when the seeping liquid contrasts clearly in colour or reflection from the ground materials. If this is not the case then one of the following methods is recommended:

- Cover the surface of the specimen around the seals with a film of suitable dust. Discoloured spots in the dust film will indicate the presence of some seepage. For instance, a film of talcum powder is especially suitable for the detection of oily liquids or a film of permanganate of potassium (KMnO_4) powder for watery liquids.
- Place the specimen on a clean blotting-paper. Clearly visible spots will be produced by drops of coloured or oily liquids.
- Fluorescent liquids may be detected in ultra-violet light. This method, for example, is very sensitive for mineral oils, but fails for certain chlorinated oils.

Annexe D (normative)

Corrélations entre les paramètres de l'essai Qk

D.1 Le taux de fuite d'hélium (R) est donné par l'équation ci-dessous en fonction des conditions d'essai et du taux de fuite normalisé équivalent d'air (L), et pour une température donnée.

$$R = L \frac{P}{P_0} \left(\frac{Ma}{M} \right)^{1/2} \left\{ 1 - \exp \left[- \frac{L}{VP_0} \left(\frac{Ma}{M} \right)^{1/2} t_1 \right] \right\} \exp \left[- \frac{L}{VP_0} \left(\frac{Ma}{M} \right)^{1/2} t_2 \right]$$

où:

R est le taux de fuite d'hélium mesuré, en Pa · cm³/s (bar · cm³/s);

L est le taux de fuite normalisé équivalent d'air (calculé), en Pa · cm³/s (bar · cm³/s);

P est la pression absolue d'immersion, en Pa (bar);

P_0 est la pression atmosphérique, en Pa (bar);

V est le volume interne du spécimen, en cm³;

Ma est la masse spécifique de l'air, en grammes par litre (1,29 g/l);

M est la masse spécifique de l'hélium, en grammes par litre (0,18 g/l);

t_1 est le temps d'immersion, en secondes;

t_2 est le temps d'aération compté entre la fin de l'application de la pression et la fin de la détection, en secondes.

$$\frac{P_0 V}{L} = \theta = \text{sévérité requise, en secondes } (P_0 = 1 \text{ bar}).$$

NOTES

1 Cette équation peut être simplifiée si l'on considère que la pression atmosphérique est très voisine de 10⁵ Pa (1 bar).

2 L'influence de la température peut être considérée comme négligeable dans la plage habituelle des températures d'essai (+ 15 °C, + 30 °C).

3 L'équation peut être réduite à:

$$R = \frac{7,17 L^2 P t_1}{10^{10} V} \quad \text{ou} \quad L = 10^5 \sqrt{\frac{RV}{7,17 P t_1}}$$

pour les sévérités égales ou supérieures à 60 h (2 · 10⁵ s).

D.2 L'abaque donné à la figure D.1 permet la détermination de R , L ou t_1 pour des valeurs données des autres paramètres. Il est dérivé de la formule réduite ci-dessus. En conséquence, son application est limitée aux sévérités égales ou supérieures à 60 h.

Annex D (normative)

Interrelation of test parameters for test Qk

D.1 The measured leak rate (R) of helium is given, in terms of test conditions and equivalent standard leak rate (L) of air, and for a given temperature, by the equation:

$$R = L \frac{P}{P_o} \left(\frac{Ma}{M} \right)^{1/2} \left\{ 1 - \exp \left[- \frac{L}{VP_o} \left(\frac{Ma}{M} \right)^{1/2} t_1 \right] \right\} \exp \left[- \frac{L}{VP_o} \left(\frac{Ma}{M} \right)^{1/2} t_2 \right]$$

where

- R is the measured leak rate of helium, in Pa · cm³/s (bar · cm³/s);
- L is the equivalent standard leak rate, in Pa · cm³/s (bar · cm³/s);
- P is the absolute pressure of immersion, in Pa (bar);
- P_o is the atmospheric pressure, in Pa (bar);
- V is the internal volume of the specimen, in cm³;
- Ma is the specific mass of air, in grammes per litre (1,29 g/l);
- M is the specific mass of helium, in grammes per litre (0,18 g/l);
- t_1 is the immersion time, in seconds;
- t_2 is the ventilation time, between release of pressure and end of detection, in seconds.

$$\frac{P_o V}{L} = \theta = \text{required severity, in seconds } (P_o = 1 \text{ bar}).$$

NOTES

- 1 This equation can be simplified if one takes into account that the atmospheric pressure is nearly equal to 10⁵ Pa (1 bar).
- 2 The influence of the temperature may be considered negligible in the usual range of test temperature (+ 15 °C, + 30 °C).
- 3 The equation may be reduced to:

$$R = \frac{7,17 L^2 P t_1}{10^{10} V} \quad \text{or} \quad L = 10^5 \sqrt{\frac{RV}{7,17 P t_1}}$$

for severities greater than or equal to 60 h (2 · 10⁵ s).

D.2 The chart given in figure D.1, allows for the determination of R , L or t_1 for given values of the other parameters. It is derived from the reduced formula given above. Hence, its applicability is limited to severities equal to or greater than 60 h.

Exemples d'application

a) *Détermination de R pour des valeurs données de L , P , t_1 et V*

Tracer une ligne droite passant par les valeurs données de P et t_1 . Son intersection avec la ligne pivot α_1 détermine un point. De la même façon, une droite passant par ce point et la valeur de L donnée détermine un point sur la ligne pivot α_2 .

La ligne droite passant par la valeur de V et le point sur α_2 détermine la valeur cherchée sur l'échelle R .

b) *Détermination de L en fonction des valeurs de R , P , t_1 et V*

Tracer une ligne droite passant par les valeurs de P et t_1 données. Repérer son intersection avec la ligne pivot α_1 . De même une droite passant par R et V détermine un point sur la ligne pivot α_2 . La droite passant par ces deux points coupe la ligne L à la valeur cherchée.

c) *Détermination de t_1 pour des valeurs données de L , R , P et V*

Tracer une droite passant par les valeurs de R et V données; son intersection avec la ligne pivot α_2 détermine un point. De même une droite passant par ce point et la valeur de L donnée détermine un point sur la ligne α_1 . La droite passant par P et le point sur α_1 détermine la valeur cherchée sur l'échelle t_1 .

Dans sa présentation actuelle cet abaque peut être utilisé pour la plage des valeurs données au tableau 4.

Remarque importante sur la réalisation de l'abaque

La construction mathématique de cet abaque associe

$$\begin{array}{l} R \quad V \quad \text{et} \quad \alpha_2 \\ \alpha_1 \quad \alpha_2 \quad \text{et} \quad L \\ P \quad t_1 \quad \text{et} \quad \alpha_1 \end{array}$$

Il en résulte que les droites ne peuvent être tracées qu'entre des paramètres associés.

*Examples of application*a) *Determination of R for given values of L , P , t_1 and V*

Draw a straight line across the given values of P and t_1 . Its intersection with the pivot line α_1 , determines a point. Similarly, a straight line across that very point and the given L determines a point on the pivot line α_2 .

The straight line drawn across V and the point on α_2 determines the required value on the R scale.

b) *Determination of L for given values of R , P , t_1 and V*

Draw a straight line across the given values of P and t_1 . Note its intersection with the pivot line α_1 . Similarly, a straight line across R and V determines a point on the pivot line α_2 . The straight line drawn across these two points crosses the line L at the required value.

c) *Determination of t_1 , for given values of L , R , P and V*

Draw a straight line across the given values of R and V . Its intersection with the pivot line α_2 determines a point. Similarly, a straight line drawn across that very point and the given value of L determines a point on the line α_1 . The straight line drawn across P and the point on α_1 determines the required value on the t_1 scale.

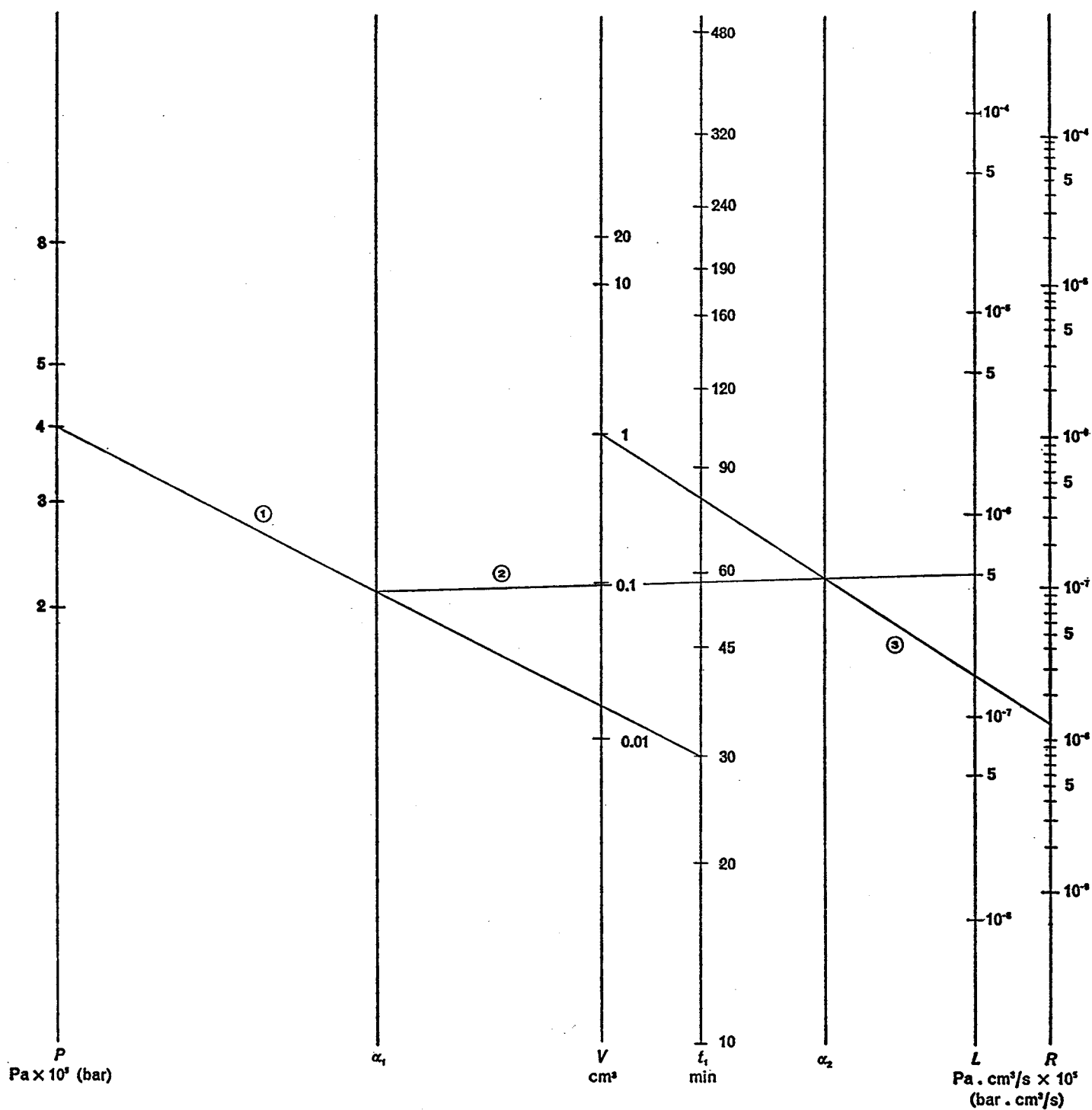
In its present configuration this chart can be used for the range of values shown in table 4.

Important remark related to the design of the nomogram

The mathematical construction of this nomogram associates

R	v	and	α_2
α_1	α_2	and	L
P	t_1	and	α_1

It results from this that straight lines may only be drawn *between associated parameters*.



Application: $P = 4$ et $t_1 = 30$ d'où un point sur α_1 (ligne 1)
 α_1 et $L = 5 \cdot 10^{-7}$ d'où un point sur α_2 (ligne 2)
 α_2 et $V = 1,0$ d'où $R = 1,26 \cdot 10^{-8}$ (ligne 3)

NOTE - Les valeurs de R données au tableau 4 sont arrondies. Il faut garder cela présent à l'esprit lorsqu'on utilise cet abaque pour déterminer les paramètres d'essai. Il est généralement suffisant d'adopter la valeur normalisée la plus proche figurant sur l'abaque.

Figure D.1 - Abaque pour la détermination des paramètres d'essai

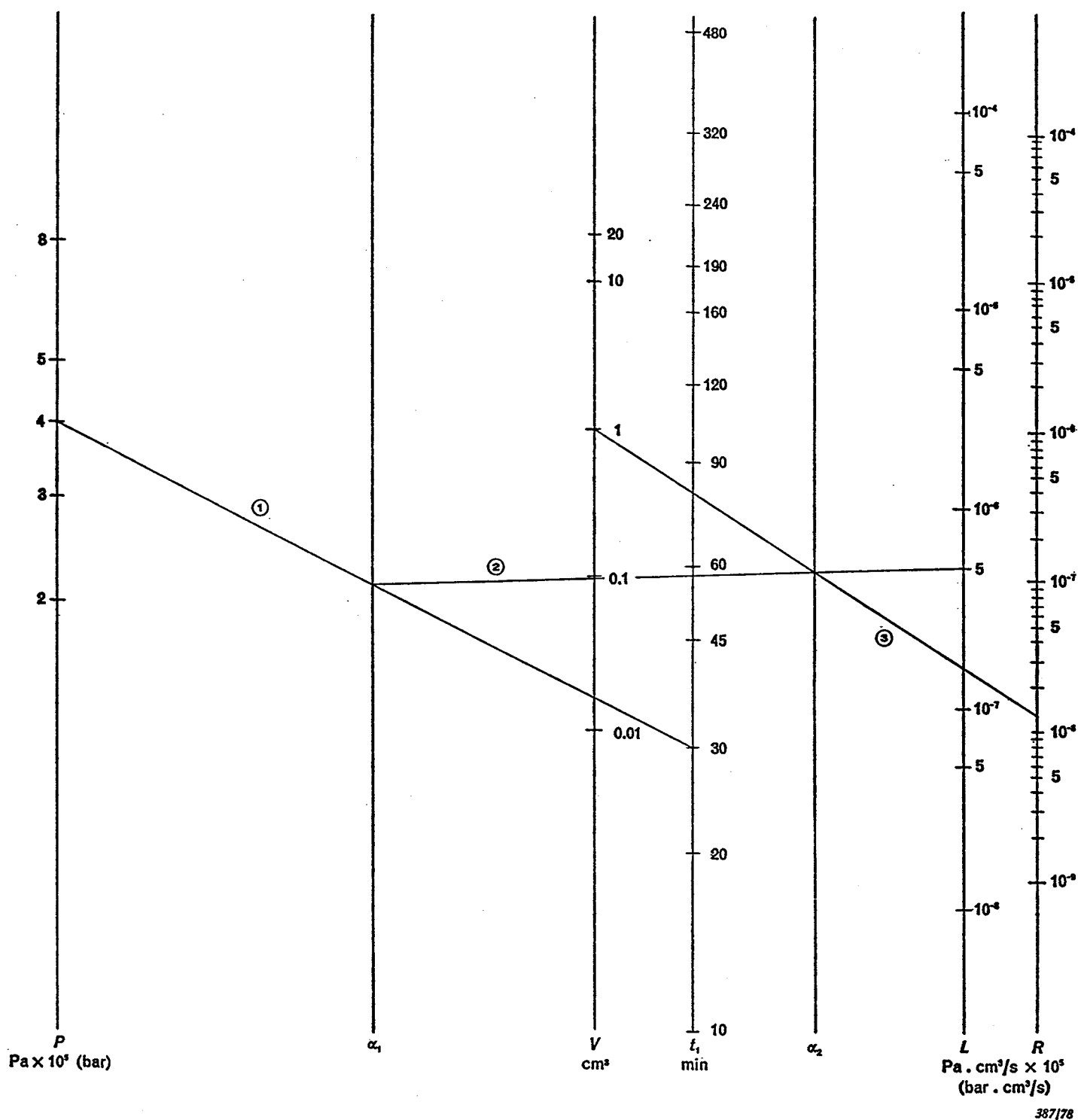


Figure D.1 – Nomogram for determination of test parameters

Annexe E (normative)

Guide pour l'essai Qk

E.1 Dans la présente norme, le processus de fuite est considéré comme correspondant à un écoulement moléculaire de gaz par le chemin de fuite.

D'autres gaz que l'hélium ou des mélanges peuvent être utilisés à condition que la corrélation entre les résultats obtenus dans l'un et l'autre cas soit connue (par calcul ou par expérimentation). Néanmoins, certains gaz peuvent être incompatibles avec certains matériaux du spécimen.

L'influence de la température est considérée comme négligeable dans la gamme normale de température (15 °C à 35 °C) pour les mesures et les essais, conformément à la CEI 68-1.

E.2 On a intérêt à ce que le volume de l'enceinte à vide utilisée pour les mesures de taux de fuite soit aussi petit que possible en pratique, car il joue dans un sens défavorable sur les limites de sensibilité.

E.3 Quand on utilise la technique de balayage d'hélium durant l'épreuve (voir 6.4.5), il faut prendre soin que l'entrée et la sortie ne soient pas en face l'une de l'autre, auquel cas l'efficacité du balayage serait sensiblement réduite. Il est recommandé que la vitesse du gaz demeure faible pendant le balayage et que le volume total d'hélium soit de l'ordre de 5 à 10 fois le volume de l'enceinte.

E.4 Dans tous les cas, il est nécessaire de compléter la détection des petites fuites par une détection des fuites franches, à condition qu'on soit assuré que les sensibilités des deux méthodes aient un recouvrement suffisant. La détection des fuites franches est nécessaire parce que, si la fuite est suffisante pour laisser la pression partielle d'hélium baisser considérablement pendant la période de reprise, on n'aura pas de signal sur le détecteur de fuite.

E.5 Il peut être nécessaire d'avoir une certaine habitude technique pour interpréter les indications du détecteur des fuites, spécialement quand la valeur lue décroît. Cela peut indiquer soit une fuite importante, soit une durée de reprise insuffisante. Il est souvent difficile de faire la distinction entre les deux. Pour pallier cette difficulté il est suggéré de comparer la variation du signal en fonction du temps à celle que l'on obtient avec un spécimen factice, tel qu'un bloc massif du même matériau.

E.6 Il peut aussi arriver que l'inévitable dispersion d'un lot de produits (par exemple la quantité de bulles dans un scellement en verre, des différences dans la qualité d'un vernis ou d'une peinture, la capacité de rétention d'une céramique, etc.) provoque des écarts dans la quantité d'hélium absorbé ou adsorbé. Dans ce cas, on doit détecter les spécimens présentant une fuite par d'autres méthodes, par exemple en utilisant un renifleur à hélium ou un essai de chaleur humide sous polarisation. Un autre procédé consiste à étudier soigneusement les courbes du taux de fuite en fonction du temps: l'hélium adsorbé donnera des courbes décroissant rapidement tandis que la constante de temps de l'exponentielle et le niveau du taux de fuite seront en général comparativement plus élevés pour les spécimens présentant une véritable fuite. Dans ce cas, il faut observer les spécimens pendant plus longtemps que spécifié en 6.4.7. L'équation réduite donnée dans l'annexe D, article D.1, peut alors être utilisée, mais seulement si la période d'observation est négligeable devant la constante de temps θ .

Annex E

(normative)

Guidance for test Qk

E.1 In this standard the leakage process is considered as corresponding to a molecular flow of gas through the leak path.

Gases other than helium or mixtures may be used, provided that correlation between the results obtained for these and for helium can be established (by calculation or by empirical means). However some gases might be incompatible with certain materials in the specimens.

The influence of the temperature is considered negligible within the standard temperature range (15 °C to 35 °C) for measurement and tests according to IEC 68-1.

E.2 The volume of the vacuum chamber used for leak rate measurements should be held to the minimum practical size, as this chamber volume has an adverse effect on sensitivity limits.

E.3 When the helium sweeping technique is used during conditioning (see 6.4.5), care must be taken that inlet and outlet are not facing each other, in which case the efficiency of the sweeping would be appreciably reduced. It is recommended that the velocity of the gas is kept to a low value during the sweep and that the total volume of helium is of the order of 5 to 10 times the volume of the chamber.

E.4 In all cases, it is necessary to complete the fine leak detection with a gross leak detection, provided that there is confidence that the sensitivities of the methods employed are sufficiently overlapping. The gross leak detection is necessary because, if the leak is large enough to allow the partial pressure, of helium to drop considerably during the recovery period, no signal will be obtained on the leak detector.

E.5 Engineering judgement may be required for interpreting the readings of the leak detector, especially when this reading is decreasing. It may indicate either a gross leak or an insufficient recovery period. It is often difficult to distinguish between them. A suggestion for overcoming this difficulty is to compare the signal variation versus time with that obtained with a dummy specimen, such as a solid block of the same material.

E.6 It may also happen that unavoidable spread in a batch of products (e.g. number of bubbles in a glass seal, differences in lacquer or paint quality, retention capability of ceramics, etc.) results in varying amount of absorbed or adsorbed helium. In such cases the determination of real leak scan be made using the helium sniffer method or specialized humidity-bias-temperature test. Another approach is a careful study of the leak rate versus time curves: adsorbed helium will give quickly decaying curves where as the time constant of the exponential and the leak rate level will usually be comparatively greater for actual leakers. In this case, the specimens must be observed for longer than specified in 6.4.7. The reduced equation given in annex D, clause D.1, can then be used, but only if the observation period is negligible with respect to the time constant θ .

E.7 Pendant la période d'immersion la pression partielle d'hélium dans la cavité est donnée par:

$$p = P \left\{ 1 - \exp \left[- \left(\frac{Ma}{M} \right)^{1/2} \frac{t_1}{\theta} \right] \right\}$$

$$\text{où } \theta = P_o \frac{V}{L}$$

E.7.1 En plus de ce qui est indiqué au paragraphe 6.2 pour la méthode d'essai 1, il faut tenir compte du temps d'établissement du flux de fuite qui sera d'autant plus long que la paroi est plus épaisse.

Si la pression partielle de l'hélium varie de la même façon pour des produits ayant des volumes internes différents, cela signifie que leurs constantes de temps de remplissage θ sont identiques. D'où la préférence à exprimer la sévérité de l'épreuve en termes de constante de temps de remplissage, pour qu'elle soit indépendante du volume de la cavité interne du spécimen et pour comparer effectivement la qualité de l'herméticité de différents spécimens destinés à une même application.

Dans le cas de la méthode 2, la durée de 30 min prescrite peut se révéler insuffisante. Il convient alors que la durée choisie par l'expérimentateur soit indiquée dans le rapport d'essai.

E.7.2 Pour les spécimens de petit volume (voir tableau 4), la méthode 2 n'est applicable que si l'essai est effectué immédiatement après la fermeture du spécimen. Elle peut, en effet, perdre toute signification si le temps qui sépare la fermeture du boîtier de l'exécution de l'essai peut permettre à tout l'hélium de s'échapper.

E.8 Choix de la sévérité applicable

E.8.1 Dans la présente norme les sévérités sont définies par la constante de temps θ qui correspond à la variation exponentielle de la concentration d'hélium dans la cavité interne du spécimen en essai en cas de fuite. La constante de temps: $\theta = P_o \frac{V}{L}$ a été préférée au taux de fuite normalisé équivalent (L) parce qu'elle dépend à la fois de ce dernier et du volume de la cavité interne (V). Même si cette constante de temps n'est pas strictement égale au temps de remplissage (voir le paragraphe E.8.2), deux produits de volume très différents auront probablement la même espérance de vie – en ce qui concerne l'herméticité – s'ils satisfont à une épreuve de même sévérité. Réciproquement, l'espérance de vie d'un produit satisfaisant à l'épreuve de sévérité 600 h sera sensiblement plus élevée que celle d'un autre remplissant les exigences de la sévérité 60 h, quels que soient les volumes des cavités internes et la pression ou durée d'immersion. Néanmoins, il faut remarquer que pour des produits de volumes similaires, une comparaison basée sur le taux de fuite équivalent normalisé (L) demeure valable. Le nouveau concept a été introduit pour tenir compte des problèmes soulevés par le développement de composants hermétiques de grandes dimensions qui, de plus, ne peuvent pas toujours supporter les pressions relativement élevées habituellement utilisées pour des enveloppes plus petites.

E.7 During the immersion phase, the partial pressure of helium in the cavity is given by

$$p = P \left\{ 1 - \exp \left[- \left(\frac{Ma}{M} \right)^{1/2} \frac{t_1}{\theta} \right] \right\}$$

$$\text{where } \theta = P_o \frac{V}{L}$$

E.7.1 For Test Method 1 it is necessary, in addition to what is indicated in subclause 6.2, to take account of the time taken to establish the flow of gas through the leak, which will increase with package wall thickness.

If the partial pressure of helium varies similarly for devices having different internal volumes, this implies that their filling time constants θ are identical. Hence the severity of the test will preferably be expressed in terms of filling time constant, in order to be independent of the volume of the internal cavity of the specimen and to effectively compare the sealing quality of different specimens intended for use in the same application.

For Test Method 2 the prescribed duration of 30 min may be too short, so the time delay used in practice should be included in the test report.

E.7.2 For small specimens (see table 4) Test Method 2 is only applicable if carried out immediately following the sealing of the specimens. An undue time delay could allow the helium tracer gas to escape.

E.8 Choice of the applicable severity

E.8.1 In this standard the severities are defined in terms of the time constant (θ) which corresponds to the exponential variation of the concentration of helium in the internal cavity of the device under test when a leak exists. This concept was preferred to that of the equivalent standard leak rate (L) because it is dependent upon the volume of the internal cavity (V) and of the equivalent standard leak rate: $\theta = P_o \frac{V}{L}$. Even if this time constant is not strictly equal to the filling L time (see sub-clause E.8.2), two devices of very different volumes are likely to have a similar life, expectancy – from the point of view of hermetic sealing – if they pass a test of the same severity. Conversely, the life expectancy of a device passing a 600 h severity test will be substantially greater than that of another fulfilling only the 60 h severity requirements, whatever the volume of the internal cavities and the immersion pressure or duration. Nevertheless, it must be pointed out that, for devices of similar volumes, a comparison based on the equivalent standard leak rate (L) is still valid. The new concept was introduced to take into consideration the problems that arise with the development of large size sealed components which, moreover, cannot always withstand the relatively high pressures commonly used for smaller encapsulations.

E.8.2 Les rédacteurs de spécifications particulières, en choisissant la sévérité qu'ils exigeront, devront garder présent à l'esprit que les constantes de temps du tableau 4 sont approximatives et dérivées de considérations théoriques. La durée requise en utilisation normale pour remplir la cavité d'un dispositif réel est toujours beaucoup plus longue. Cela est dû au fait que tous les calculs ont été faits en supposant que le chemin de fuite était géométriquement parfait, que l'écoulement d'hélium y suivait les lois de l'écoulement moléculaire, que l'hélium était un gaz parfait, etc. Dans ce cas, la conductance de fuite est proportionnelle à la racine carrée de la température absolue et inversement proportionnelle à la racine carrée de la masse moléculaire du gaz. On a aussi admis que les différents gaz d'un mélange gazeux s'écoulaient indépendamment.

E.8.3 Les rédacteurs de spécifications devront choisir la sévérité en tenant compte de l'utilisation envisagée. La sévérité 6 h est destinée en premier lieu aux composants de faible volume utilisés dans le domaine «grand public». Les sévérités 60 h et 600 h conviennent généralement à des composants de plus grand volume utilisés aussi dans le domaine «grand public», ou à de petits composants pour applications industrielles et professionnelles. La sévérité 1 000 h est surtout destinée aux utilisations où une excellente herméticité est nécessaire.

E.8.4 L'ingénieur d'essai peut choisir la pression d'immersion suivant la résistance mécanique à la pression du spécimen en essai. Il faut faire particulièrement attention quand on essaie de grands boîtiers plats. La durée d'immersion sera déduite de la sévérité donnée par la spécification particulière et de la pression d'immersion choisie par l'ingénieur d'essai.

En choisissant les paramètres, l'ingénieur d'essai doit ne pas perdre de vue que les contraintes physiques ainsi imposées au spécimen peuvent obturer des chemins de fuite existants ou en créer de nouveaux.

E.9 La méthode 3 ne peut s'appliquer qu'à des spécimens pouvant supporter une forte dépression et ne dégazant pas exagérément.

E.10 La variante a) (méthode de la poche) est plus commode lorsque le spécimen est de taille relativement grande et de forme compliquée. Elle est alors plus rapide que la variante b) (méthode du jet), mais ne permet pas la localisation, donc l'éventuelle réparation des fuites. Dans le cas de spécimens réparables, il est recommandé de mesurer à nouveau les spécimens défectueux par la méthode du jet. La variante a) implique en outre un risque d'erreur dans le cas où la poche recouvre tout ou partie du joint de raccordement du spécimen avec l'installation d'essai, car l'herméticité de ce joint peut être notablement moins bonne que celle que l'on exige du spécimen, sans pour autant rendre la méthode inapplicable.

E.11 En cas d'essai de plusieurs spécimens de petite taille, il est commode d'utiliser une rampe comportant plusieurs piquages isolés de l'enceinte sous vide par autant de vannes et munis d'un embout adapté à la forme du spécimen: on peut ainsi mettre l'ensemble de l'installation sous vide et la relier au spectromètre en n'ouvrant la vanne correspondant à chaque spécimen qu'au moment où on l'essaie.

E.8.2 In drafting the relevant specification, the required severity should be chosen bearing in mind that the time constants quoted in table 4 are approximate and derived from theoretical considerations. The length of time required in field applications for filling up the cavity of an actual device is always far greater. This is due to the fact that all the calculations were made assuming that the leak path was geometrically perfect, that the flow of helium followed the laws of molecular flow, that helium was a perfect gas, etc. In such a case, the leak rate is proportional to the square root of the absolute temperature and inversely proportional to the square root of the molecular mass of the gas. It is also assumed that the various constituent gases of a gaseous mixture flow independently.

E.8.3 Specification writers should choose the severity taking into account the application which is envisaged. Severity 6 h is mainly intended for small volume components used in the entertainment field. Severities 60 h and 600 h are generally adequate for greater volume components used also in the entertainment field, or for small specimens in industrial and professional applications. Severity 1 000 h is mainly intended for applications where a high degree of hermetic sealing is necessary.

E.8.4 The test engineer is allowed to choose the immersion pressure according to the mechanical resistance to pressure of the device under test. Special care shall be taken when testing large flat devices. The immersion duration will be derived from the severity stated in the relevant specification and the immersion pressure chosen by the test engineer.

When choosing the test parameters, the test engineer should appreciate the possibility of the closure of existing leakage paths or the formation of new leakage paths resulting from the physical stressing of the device.

E.9 Test Method 3 can only be applied to specimens capable of withstanding a fairly high vacuum and not degassing excessively.

E.10 Alternative a) (pocket method) is more convenient for relatively large specimens of complex shape. It is then quicker than the Alternative b) (jet method) but does not enable a leak to be localized and hence repaired if necessary. For repairable specimens, it is recommended to retest defective specimens by the jet method. Alternative a) also carries a risk of error where the pocket covers all or part of the joint between the specimen and the test apparatus, since the sealing of this joint may be of considerable poorer quality than that required for the specimen, without rendering the method inapplicable.

E.11 When testing several small-sized specimens, it is convenient to use a ramp with several bleeds isolated from the vacuum chamber by the same number of valves, and fitted with adapters shaped to suit the configuration of the specimens: thus, the whole installation can be evacuated and connected to the spectrometer by only opening the valve corresponding to each individual specimen for the actual test.

E.12 Le délai d'apparition du signal sur le spectromètre de masse est fonction de plusieurs facteurs (forme des canalisations, nature du matériel, distance de la fuite au détecteur, importance de la fuite, etc.). Il est donc recommandé d'utiliser, pour la vérification de l'étalonnage, une fuite de référence, de valeur aussi proche que possible de la valeur tolérée pour les fuites du spécimen. Il convient que cette fuite de référence soit placée à un endroit où le temps de réponse de l'installation a de fortes chances d'être supérieur à celui du point où est placé le spécimen. Dans le cas de la méthode du jet, il est recommandé de s'assurer que le temps de réponse de l'installation ne dépasse pas quelques minutes (5 min au plus), car, dans ce cas, toute recherche de fuite deviendrait illusoire. Dans le cas de la méthode de la poche, il convient de connaître ce temps de réponse et de ne faire les mesures qu'après qu'il est écoulé.

E.13 Pour la variante b), toujours commencer par appliquer le jet aux parties les plus hautes du spécimen et procéder de façon systématique en allant vers le bas, de façon à ne pas commettre d'oubli et à minimiser le risque d'erreur dans la localisation des fuites (par exemple, absorption d'hélium par une fuite située au-dessus de la zone balayée par le jet).

NOTE – Il n'est pas nécessaire de soumettre le spécimen à un vide poussé, dès lors que celui-ci est constant et suffisant pour le bon fonctionnement du spectromètre de masse: la quantité d'hélium qui traverse la fuite est pratiquement la même si la pression est de 10^2 Pa ou de 10^{-3} Pa (10^{-3} bar ou 10^{-8} bar).

E.14 La méthode du jet permet une localisation très précise des fuites. Avec un dispositif d'aspersion adéquat, on peut déceler des fuites espacées de 5 mm. Cette précision dépend évidemment du diamètre de l'ajutage (par exemple aiguille hypodermique) et de la pression d'alimentation d'hélium (suffisamment élevée pour avoir un bon balayage de la fuite, mais suffisamment faible pour que l'écoulement reste laminaire et que la concentration d'hélium soit localisée).

E.15 La valeur du taux de fuite mesuré dépendant de la concentration d'hélium au point de fuite, la méthode d'essai 3 ne convient pas bien pour donner un taux de fuite numérique précis, mais elle est utile à des fins qualitatives ou d'investigation.

E.12 The time lag before the appearance of the signal on the mass spectrometer depends on several factors (configuration of ducts and piping, type of equipment, distance from the leak to the detector, size of leaks, etc.). To verify the calibrations a reference leak should be used. It is therefore recommended to calibrate with a reference leak as close as possible in size to the admissible leakage value. This reference leak should be located in a place where the response lag of the installation is likely to be longer than in the place where the specimen is located. In the case of the jet method, it should be ensured that this time lag does not exceed a few minutes (5 min at the most), since in such a case any attempt to locate a leak would be illusory. In the case of the pocket method, the time lag should be determined, so that the measurement can be made after the time has elapsed.

E.13 In Alternative b), always begin by applying the jet to the highest parts of the specimen and work systematically downwards to the lower parts, taking care not to overlook any place, so as to minimize the risk of error in locating leaks (e.g. absorption of helium by a leak situated above the zone swept by the jet).

NOTE – It is not necessary to expose the specimen to a high vacuum, once the latter is constant and adequate for the proper functioning of the mass spectrometer: the quantity of helium passing through a leak is practically the same whether the pressure is 10^2 Pa or 10^{-3} Pa (10^{-3} bar or 10^{-8} bar).

E.14 The jet method enables leaks to be located very accurately. With a suitable application device, it is possible to detect leaks spaced 5 mm apart. This accuracy obviously depends on the diameter of the nozzle (e.g. a hypodermic needle) and the helium supply pressure (high enough to ensure proper sweeping of the leaks, but low enough for the flow to remain laminar so that the helium concentration is localized).

E.15 As the value of the measured leak rate depends on the concentration of helium at the leak point, Test Method 3 is not well adapted to give an accurate numerical leak rate but is useful for qualitative or investigation purposes.

Annexe F **(normative)**

Guide pour l'essai QI

F.1 Il n'est pas recommandé d'utiliser cet essai pour un contrôle à 100 % pour les raisons suivantes:

- La pénétration du liquide d'essai peut ne pas être décelée au moment de l'essai, mais par contre peut provoquer ultérieurement une dégradation ou une corrosion du spécimen (par exemple sur les dispositifs à semi-conducteurs passivés).
- Lorsqu'un spécimen est plongé dans le liquide d'essai sous pression, la pénétration d'humidité a tendance à se produire dans les zones où elle ne se produit pas normalement en utilisation réelle; ce phénomène peut entraîner des dégradations électriques latentes (par exemple: courant de fuite externe).
- On peut toutefois utiliser cet essai sur des prélèvements pour des raisons économiques, à condition de bien tenir compte des risques mentionnés ci-dessus.
- La durée de reprise peut atteindre deux semaines, avec des contrôles périodiques entre-temps, de façon à s'assurer que ces risques sont réduits au minimum.

F.2 L'essai QI peut être utilisé sur des composants et des éléments hermétiques lorsque la sensibilité de la méthode 2 de l'essai Qc s'avère insuffisante; de plus, l'essai QI exige un personnel moins qualifié que l'essai Qc, méthode 2.

F.3 La durée de l'épreuve peut être réduite si l'on augmente la pression appliquée, mais à condition de prendre soin de ne pas excéder la pression maximale que peut supporter le spécimen. Une valeur de pression de 250 kPa/cm^2 (25 N/cm^2) suffit pour un grand nombre d'applications.

Un spécimen peut apparemment subir cet essai avec succès tout en étant endommagé par la pression appliquée, en particulier lorsqu'il présente des fuites trop petites pour être détectées par les essais électriques effectués immédiatement après la retombée de pression. Pour éviter des erreurs d'interprétation, il peut être utile de recourir à des mesures comparatives sur des spécimens de référence.

F.4 Le liquide d'essai doit pouvoir produire des variations décelables des caractéristiques électriques du spécimen. Des liquides d'essai tels que l'eau ou un mélange d'eau et d'alcool sont largement utilisés. Dans tous les cas, il convient de s'assurer que le liquide d'essai ne réagit pas chimiquement avec la surface du spécimen.

Annex F

(normative)

Guidance for test QI

F.1 This test is not recommended for use as a 100 % inspection for the following reasons:

- Ingress of the test liquid may not be detected at the time of test, but later may cause degradation or corrosion of the device (e.g. passivated semiconductor devices).
- When a specimen is subjected to test liquid under pressure, moisture penetration tends to occur in areas not normally experienced in actual applications; this action may cause latent electrical degradations (e.g. external leakage current).
- This test may, however, be used on a sample basis for economic reasons, but only with full knowledge of the aforementioned risks.
- The recovery period may be as long as two weeks, with periodic checks in the meantime, to make sure that these risks are kept to a minimum.

F.2 Test QI may be used with hermetically sealed components and parts when the Method 2 of Test Qc is not sensitive enough: moreover it can be carried out by less skilled personnel than Test Qc, Method 2.

F.3 The duration of the conditioning can be reduced when the pressure is raised, but care should be taken that the applied pressure does not exceed the maximum value the specimen can withstand. A pressure of 250 kPa/cm^2 (25 N/cm^2) is sufficient for a number of applications.

A specimen that apparently passes this test may have been damaged by the pressure applied, particularly where it exhibits leaks that are too small to be detected by the electrical tests performed immediately after pressure release. In order to avoid errors, comparison measurements with reference specimens may be helpful.

F.4 The test liquid shall be able to produce detectable changes in the electrical characteristics of the specimen. Test liquids such as water or a mixture of water and alcohol are widely used. In each case, it should be verified that the test liquid does not react chemically with the surface of the specimen.

Annexe G (normative)

Guide pour l'essai Qm

G.1 Influence du temps

Dans chacune des deux méthodes décrites pour l'essai Qm, les fuites sont détectées à l'extérieur du spécimen mis en surpression interne. Le gaz traceur ne pourra donc être perçu par la sonde qu'après avoir traversé la paroi du spécimen. La durée de ce cheminement varie avec la nature du gaz, la pression interne, les formes du parcours et, aussi, avec la propreté du spécimen, la température, etc. Il faut attendre la stabilisation de l'écoulement pour détecter les fuites fines et les mesurer avec précision. Une paroi épaisse ou une faible surpression interne allongent cette durée d'établissement, qui peut être très longue, en particulier si le parcours des fuites comprend plusieurs barrières successives, comme les joints multiples ou les doubles cordons de soudure.

G.2 Méthode 1: Essai par accumulation

G.2.1 Sensibilité

La sensibilité des mesurages de fuite varie avec la sensibilité du mesureur de fuite, la capacité du volume de mesurage et la durée qui sépare les deux mesurages de concentration.

Les taux de fuite mesurés par cette méthode ont une précision de l'ordre de ± 50 %.

Si le gaz traceur n'est que l'un des composants du mélange contenu par le spécimen, il faut multiplier le taux de fuite mesuré par un facteur de correction qui peut généralement être pris égal au rapport de la pression totale interne à la pression partielle du gaz traceur.

Si la pression d'essai est différente de la pression de service, le taux de fuite peut généralement être extrapolé linéairement avec la pression absolue, à condition que le taux de fuite soit d'un ordre inférieur ou égal à 10^{-6} Pa · m³/s (10^{-5} bar · cm³/s) et que le changement de pression ne modifie pas la forme du parcours de fuite.

Si le gaz d'essai n'est pas le gaz de service, la loi de conversion peut être déterminée par des essais ou calculée. En général, le rapport des taux de fuites fines est inversement proportionnel à la racine carrée des (pseudo) masses moléculaires (la «pseudo» masse moléculaire de l'air est 29).

G.2.2 Avantages et inconvénients spécifiques

a) Avantages

- possibilité d'utiliser le fluide d'utilisation finale comme gaz traceur;
- possibilité d'effectuer l'essai à la pression de service du spécimen;
- possibilité d'attendre la stabilisation du taux de fuite avant de le mesurer (utilisation de temps «masqué» tel que la nuit);
- possibilité de contrôles quantitatifs.

Annex G (normative)

Guidance for Test Qm

G.1 Influence of time

In both the methods described for Test Qm, leakage is detected from outside the pressurized specimen. The probe can detect the tracer gas only after it has passed through the wall of the specimen. The time this takes varies according to the nature of the gas, the internal pressure, the form of the leakage path and also the cleanliness of the specimen, the temperature, etc. For fine leaks it is necessary to wait for the stabilization of the leak rate in order to detect and measure them reliably. A thick wall or low internal overpressure increases this time, which may be very long, particularly when the leakage path includes several barriers in series, such as multiple gaskets or double seam welds.

G.2 Test Method 1: Cumulative test

G.2.1 Sensitivity

The sensitivity of a leakage measurement changes with the sensitivity of the leakage meter, with the capacity of the volume of measurement and with the time interval between the two concentration measurements.

The leak rates measured by this method have an accuracy of the order of $\pm 50\%$.

When the tracer gas is only one component of the gas mixture in the specimen, the measured leak rate must be multiplied by a correction factor which can generally be taken as the ratio of the total internal pressure to the partial pressure of the tracer gas.

If the test pressure is different from the service pressure, the leak rate can generally be extrapolated linearly with the absolute pressure, assuming that the leak rate is of an order equal to, or less than, $10^{-6} \text{ Pa} \cdot \text{m}^3/\text{s}$ ($10^{-5} \text{ bar} \cdot \text{cm}^3/\text{s}$) and that the pressure change does not modify the shape of the leakage path.

If the test gas is different from the service gas, the conversion law can be determined by tests or calculated. Generally, the ratio of fine leaks is inversely proportional to the square root of the ratio of the apparent molecular masses (the apparent molecular mass for air is 29).

G.2.2 Specific advantages and drawbacks

a) Advantages

- possibility to use the ultimate service gas as the tracer gas;
- possibility to perform the test at the service pressure of the specimen;
- possibility to wait for the stabilization of leak rate before measuring it (using "dead" time such as the night);
- possibility of quantitative controls.

b) Inconvénients

- méthode lente nécessitant l'immobilisation de certains outillages, par exemple tampons, bouchons;
- méthode ne permettant pas de localiser directement les éventuels défauts d'étanchéité.

G.2.3 *Procès-verbal d'essai*

Il convient que le procès-verbal d'essai comprenne, au moins, les informations suivantes:

- a) la méthode adoptée;
- b) la description du spécimen, y compris son volume intérieur, ainsi que la nature et la pression du gaz de remplissage;
- c) la température d'essai;
- d) la durée de stabilisation du taux de fuite entre la mise sous pression et le début des mesurages (voir 8.5.2.1 b));
- e) la capacité du volume de mesurage;
- f) les valeurs de mesures relevées;
- g) l'indication de l'étalonnage du mesureur;
- h) quand cela est applicable, les facteurs permettant de convertir les résultats obtenus en essai en résultats équivalents dans les conditions de service assignées.

G.3 Méthode 2: Essai par reniflage

G.3.1 *Sensibilité*

La sensibilité d'un essai par reniflage dépend non seulement du seuil de fonctionnement du détecteur mais aussi du degré de pollution ambiant et du mouvement de l'air environnant. Il convient que ces facteurs, ainsi que ceux qui sont donnés dans la note de 8.3.3, soient contrôlés au mieux pour que soit atteinte la sensibilité d'environ $3 \cdot 10^{-8} \text{ Pa} \cdot \text{m}^3/\text{s}$ ($3 \cdot 10^{-7} \text{ bar} \cdot \text{cm}^3/\text{s}$).

La sensibilité de l'essai peut dépendre aussi de la vitesse de déplacement de la sonde et de la distance entre son extrémité et la surface du spécimen. Il convient que cette vitesse ne soit pas supérieure à 10 mm/s et que la distance ne soit pas supérieure à 5 mm.

Certains détecteurs de fuite sont munis d'un système dit de «zéro automatique» ajustant la sensibilité de l'appareil à la concentration moyenne ambiante. Il est alors impossible d'estimer un taux de fuite.

G.3.2 *Avantages et inconvénients spécifiques*

a) Avantages

- utile pour compléter un essai par accumulation et permettant une localisation rapide et précise des défauts d'étanchéité;
- peut parfois suffire pour le contrôle de spécimens dont la probabilité de taux de fuite inférieur à $10^{-6} \text{ Pa} \cdot \text{m}^3/\text{s}$ ($10^{-5} \text{ bar} \cdot \text{cm}^3/\text{s}$) est très faible.

b) Drawbacks

- method is slow, requiring testing aids to be kept in position, for example plugs, stoppers;
- method does not allow for direct localization of sealing defects that may arise.

G.2.3 Test report

The test report should include at least the following information:

- a) the method adopted;
- b) a description of the specimen, including its internal volume, and the nature and pressure of the filling gas;
- c) the test temperature;
- d) the time allowed for stabilization of the leak rate, from the time of pressurization to the beginning of measurements (see 8.5.2.1 b));
- e) capacity of the volume of measurement;
- f) recorded measurements;
- g) leakage meter calibration;
- h) when applicable, the factors for converting test measurements into equivalent results under rated service conditions.

G.3 Test Method 2: Probing test

G.3.1 Sensitivity

The sensitivity of a probing test depends not only on the threshold level of the detector but also on the amount of ambient pollution and on the movement of the surrounding air. These factors, together with those given in the note to 8.3.3, should be controlled as far as possible to allow sensitivity of about $3 \cdot 10^{-8} \text{ Pa} \cdot \text{m}^3/\text{s}$ ($3 \cdot 10^{-7} \text{ bar} \cdot \text{cm}^3/\text{s}$) to be achieved.

The sensitivity of the test can depend also on the speed with which the probe is moved and the distance at which the end of the probe is to be moved over the surface of the specimen. This speed should not be greater than 10 mm/s at a distance not greater than 5 mm.

Some leak detectors are provided with a device called "automatic zero", adjusting the sensitivity of the detector to the mean ambient concentration. It is then impossible to estimate a leak rate.

G.3.2 Specific advantages and drawbacks

a) Advantages

- useful to complete a cumulative test, allowing a fast and accurate localization of sealing defects;
- may be sufficient for testing a specimen when the probability of leak rates smaller than $10^{-6} \text{ Pa} \cdot \text{m}^3/\text{s}$ ($10^{-5} \text{ bar} \cdot \text{cm}^3/\text{s}$) is low.

b) Inconvénients

- généralement pas quantitative;
- sensible aux conditions d'environnement;
- ne peut détecter que les fuites devant lesquelles la sonde est passée.

G.3.3 *Procès-verbal d'essai*

Il convient que le procès-verbal d'essai comprenne, au moins, les informations suivantes:

- a) la méthode adoptée;
- b) la description du spécimen, y compris son volume intérieur, ainsi que la nature et la pression du gaz de remplissage;
- c) la température d'essai;
- d) la durée de stabilisation du taux de fuite entre la mise sous pression et le début du reniflage (voir 8.5.3.1 b));
- e) le relevé des emplacements des fuites détectées;
- f) quand cela est applicable, les facteurs permettant de convertir les résultats obtenus en essai en résultats équivalents dans les conditions de service assignées.

b) Drawbacks

- generally not quantitative;
- susceptible to surrounding conditions;
- can detect only the leaks over which the probe is passed.

G.3.3 Test report

The test report should include at least the following information:

- a) the method adopted;
- b) the description of the specimen, including its internal volume, and the nature and pressure of the test gas contained;
- c) the test temperature;
- d) the duration for stabilization of leak rate, from the time of pressurization to the beginning of probing (see 8.5.3.1 b));
- e) the recorded locations of detected leaks;
- f) when applicable, the factors for converting test measurements into equivalent results under rated service conditions.

Annexe H (normative)

Guide pour l'essai Qy

H.1 Conditions à respecter

H.1.1 Volume de mesurage

Afin de garantir une sensibilité et une précision suffisantes, le volume de mesurage V_m – autrement dit le volume soumis au vide pendant l'opération doit être aussi petit que possible. Cette condition est remplie en choisissant une chambre d'essai appropriée et, si nécessaire, en installant un adaptateur de volume dans lequel le spécimen est introduit. En règle générale, le volume de mesurage (V_m) doit être inférieur ou égal au volume de la cavité intérieure du spécimen à contrôler.

H.1.2 Durée de l'essai

Il convient que la durée de l'essai ne soit pas plus longue que l'intervalle de temps nécessaire pour que la courbe de montée de pression s'écarte de plus de 10 % de la valeur qui serait obtenue par extrapolation linéaire (voir figure 3). En supposant que cette courbe soit exponentielle, avec une constante de temps τ , il est recommandé que la durée d'essai Δt choisie ne soit pas supérieure à environ $0,2 \tau$; $\Delta t \leq \sim 0,2 \tau$.

Il convient que le temps de pompage nécessaire à l'obtention de la basse pression ne dépasse pas environ 5 % de la valeur de la constante de temps mentionnée ci-dessus. En pratique, un temps de pompage compris entre 0,02 s et 0,5 s et un temps de mesurage compris entre 1 s et 10 s sont considérés comme acceptables.

Pour déterminer la durée d'évacuation nécessaire, il convient d'employer un spécimen calibré. Il doit s'agir soit d'un spécimen factice fabriqué spécialement, identique à l'original tant en ce qui concerne ses dimensions et sa forme que pour les matériaux de surface utilisés, soit d'un spécimen étanche aux gaz dont le comportement correspond à la figure 4a.

La figure 4 indique les cas limites de la courbe de pression dans la chambre d'essai.

H.1.3 Effet des gaz adsorbés

En pratique, le taux de fuite calculé représente plutôt le cas extrême le plus défavorable. En effet, dans la réalité, la montée de la pression est plus importante en raison de l'évaporation du gaz adsorbé auparavant sur les surfaces délimitant le volume de mesurage.

H.2 Détermination du volume de mesurage

H.2.1 Le volume de mesurage correspond à la totalité du volume à évacuer. N'importe quelle méthode de mesure physique appropriée peut être utilisée pour sa détermination.

H.2.2 Comme mentionné en H.2.1, toute méthode de mesure physique appropriée peut être utilisée pour la détermination du volume de mesurage.

Annex H (normative)

Guidance for test Qy

H.1 Details to be observed

H.1.1 Volume of measurement

In order to achieve sufficient sensitivity and adequate accuracy, the volume of measurement V_m , i.e. the volume of the space to be evacuated during the process, shall be kept as small as possible by choosing a suitable test chamber and, if necessary, by equipping the test chamber with a volume adapter into which the test specimen is fitted. As a rule, the volume of measurement (V_m) shall be lower than or equal to the volume of the inner cavity of the specimen.

H.1.2 Test time

The test time should be no longer than the time needed to allow a maximum of 10 % deviation from the linear extrapolation of the pressure increase curve (see figure 3). Assuming this curve has an exponential behaviour with a time constant τ , the test time Δt chosen should not be greater than approximately $0,2 \tau$; $\Delta t \leq \sim 0,2 \tau$.

The evacuation time necessary to reach low pressure should not be longer than approximately 5 % of the time constant mentioned above. In practice, an evacuation time of 0,02 s to 0,5 s and a test time of 1 s to 10 s may be adequate.

To determine the evacuation time needed, a calibrated specimen should be used. This shall be either a specially made dummy with size, form and surface materials equal to the test piece, or a completely gas-tight specimen showing the behaviour illustrated in figure 4a.

Figure 4 shows limiting cases of the behaviour of the pressure in the test chamber.

H.1.3 Effect of adsorbed gases

In practice, the calculated leak rate represents an eventual worst case because in reality the pressure rise is somewhat increased by the evaporation of gas formerly adsorbed on the surfaces forming the volume of measurement.

H.2 Evaluation of the volume of measurement

H.2.1 The volume of measurement is the total space which has to be evacuated. For its evaluation, any suitable physical measuring method may be used.

H.2.2 As mentioned in H.2.1, any suitable physical method may be used for the evaluation of the volume of measurement.

Une méthode consiste à relier l'extrémité d'un tuyau en U avec la vanne d'entrée d'air et à laisser l'autre extrémité libre dans l'atmosphère environnante. Le tuyau est ensuite rempli avec un liquide ayant une faible pression de vapeur, par exemple de l'huile. Les déplacements de la colonne de liquide doivent être calibrés en unités de volume et de pression. Après le calibrage, la valve d'entrée d'air étant ouverte, le spécimen de calibrage est introduit dans la chambre d'essai à la pression atmosphérique. La vanne d'entrée d'air est alors fermée et le vide est réalisé dans la chambre d'essai jusqu'à l'obtention de la basse pression d'essai. La vanne de pompage est alors fermée et la vanne d'entrée d'air ouverte. Le volume de la colonne correspondant au déplacement du liquide permet de déterminer le volume de mesurage V_m , avec des corrections du premier ordre à l'aide de la formule suivante:

$$V_m = \Delta V_f + \Delta V_f \frac{p}{p_o} + V_d \frac{p_d}{p_o}$$

où:

V_m est le volume de mesurage;

ΔV_f est le volume de la colonne correspondant au déplacement du liquide;

V_d est le volume d'air entre la vanne d'entrée d'air et le liquide à la pression ambiante p_o ;

p_o est la pression ambiante;

p est la pression d'essai dans la chambre après obtention de la basse pression requise;

p_d est la pression exercée par le déplacement de la colonne de liquide.

A possible procedure consists in connecting one end of a U-tube to the inlet valve leaving the other one open to the ambient atmosphere. The tube is filled with a liquid of low vapour pressure such as oil. Displacements of the fluid column shall be calibrated in volume and pressure units. After the calibration, with the air inlet open, the specimen is placed and locked into the test chamber at ambient pressure. The inlet valve is then closed and the test chamber evacuated to the low test pressure. The pump valve is then closed and the inlet valve opened. From the volume of the incurred displacement of the fluid, the volume of measurement V_m can be determined up to first order corrections according to the following formula:

$$V_m = \Delta V_f + \Delta V_f \frac{p}{p_o} + V_d \frac{p_d}{p_o}$$

where:

- V_m is the volume of measurement;
- ΔV_f is the volume of the displacement of the fluid column;
- V_d is the air volume between inlet valve and fluid at ambient pressure p_o ;
- p_o is the ambient pressure;
- p is the pressure in the test chamber after the required low test pressure has been reached;
- p_d is the pressure exerted by the displacement of the fluid column.

ICS 19.040
