

COMMISSION ÉLECTROTECHNIQUE INTERNATIONALE
NORME DE LA CEI

INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION
IEC STANDARD

Publication 68-2-17
Troisième édition — Third edition
1978

Essais fondamentaux climatiques et de robustesse mécanique

Deuxième partie Essais — Essai Q: Étanchéité

Basic environmental testing procedures

Part 2: Tests — Test Q: Sealing



Droits de reproduction réservés — Copyright - all rights reserved

Bureau Central de la Commission Electrotechnique Internationale
1, rue de Varembe
Genève, Suisse

Révision de la présente publication

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

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

- **Bulletin de la CEI**
- **Rapport d'activité de la CEI**
Publié annuellement
- **Catalogue des publications de la CEI**
Publié annuellement

Terminologie

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

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

Symboles graphiques et littéraux

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

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

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

Autres publications de la CEI établies par le même Comité d'Etudes

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

Revision of this publication

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

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

- **IEC Bulletin**
- **Report on IEC Activities**
Published yearly
- **Catalogue of IEC Publications**
Published yearly

Terminology

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

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

Graphical and letter symbols

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

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

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

Other IEC publications prepared by the same Technical Committee

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

COMMISSION ÉLECTROTECHNIQUE INTERNATIONALE

NORME DE LA CEI

INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION

IEC STANDARD

Publication 68-2-17

Troisième édition — Third edition

1978

Essais fondamentaux climatiques et de robustesse mécanique

Deuxième partie Essais — Essai Q. Étanchéité

Basic environmental testing procedures

Part 2: Tests — Test Q: Sealing

Descripteurs: électrotechnique, définitions, essais d'étanchéité, mesure, exigences, essais de perméabilité, inaccessibilité à l'air, imperméabilité au gaz

Descriptors: electrical engineering, definitions, tightness tests, leakage, porosity tests, measurement, requirements, tests for permeability, imperviousness to air gastightness



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

1, rue de Varembe

Genève, Suisse

SOMMAIRE

	Pages
PRÉAMBULE	4
PRÉFACE	4
Inventaire des essais d'étanchéité	8
Articles	
1 Définitions	14
2 Essai Qa: Etanchéité des canons, des axes et des joints	16
2.1 Objet	16
2.2 Domaine d'application	16
2.3 Description générale de l'essai	16
2.4 Mesures initiales	16
2.5 Epreuve	16
2.6 Mesures finales	16
2.7 Renseignements à donner dans la spécification particulière	16
3 Essai Qc: Etanchéité des boîtiers, fuite de gaz	20
3.1 Objet	20
3.2 Domaine d'application	20
3.3 Description générale de l'essai	20
3.4 Méthode d'essai 1	20
3.5 Méthode d'essai 2	22
3.6 Méthode d'essai 3	22
3.7 Renseignements à donner dans la spécification particulière	24
4 Essai Qd: Etanchéité des boîtiers, écoulement de liquide	26
4.1 Objet	26
4.2 Domaine d'application	26
4.3 Description générale de l'essai	26
4.4 Sévérités	26
4.5 Préconditionnement	26
4.6 Mesures initiales	26
4.7 Epreuve	26
4.8 Mesures finales	28
4.9 Renseignements à donner dans la spécification particulière	28
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
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 aux 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)	34
6.5 Méthode d'essai 2 (applicable aux spécimens remplis d'hélium en cours de fabrication)	38
6.6 Renseignements à donner dans la spécification particulière	40
7 Essai Ql: Essai à la bombe	44
7.1 Objet	44
7.2 Domaine d'application	44
7.3 Description générale de l'essai	44
7.4 Mesures initiales	44
7.5 Epreuve	44
7.6 Reprise	46
7.7 Mesures finales	46
7.8 Renseignements à donner dans la spécification particulière	46
ANNEXE A — Exemple de chambre d'essai pour l'essai Qa	48
ANNEXE B — Guide pour l'essai Qc	54
ANNEXE C — Guide pour l'essai Qd	58
ANNEXE D — Corrélations entre les paramètres de l'essai Qk	60
ANNEXE E — Guide pour l'essai Qk	66
ANNEXE F — Guide pour l'essai Ql	70

CONTENTS

	Page
FOREWORD	5
PREFACE	5
Survey of sealing tests	9
Clause	
1 Definitions	15
2 Test Qa: Sealing of bushes, spindles and gaskets	17
2.1 Object	17
2.2 Scope	17
2.3 General description of the test	17
2.4 Initial measurements	17
2.5 Conditioning	17
2.6 Final measurements	17
2.7 Information to be given in the relevant specification	17
3 Test Qc: Container sealing, gas leakage	21
3.1 Object	21
3.2 Scope	21
3.3 General description of the test	21
3.4 Test Method 1	21
3.5 Test Method 2	23
3.6 Test Method 3	23
3.7 Information to be given in the relevant specification	25
4 Test Qd: Container sealing, seepage of filling liquid	27
4.1 Object	27
4.2 Scope	27
4.3 General description of the test	27
4.4 Severities	27
4.5 Preconditioning	27
4.6 Initial measurements	27
4.7 Conditioning	27
4.8 Final measurements	29
4.9 Information to be given in the relevant specification	29
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
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)	35
6.5 Test Method 2 (for specimens filled with helium during manufacturing)	39
6.6 Information to be given in the relevant specification	41
7 Test Ql: Bomb pressure test	45
7.1 Object	45
7.2 Scope	45
7.3 General description of the test	45
7.4 Initial measurements	45
7.5 Conditioning	45
7.6 Recovery	47
7.7 Final measurements	47
7.8 Information to be given in the relevant specifications	47
APPENDIX A — Example of a test chamber for Test Qa	49
APPENDIX B — Guidance for Test Qc	55
APPENDIX C — Guidance for Test Qd	59
APPENDIX D — Interrelation of test parameters for Test Qk	61
APPENDIX E — Guidance for Test Qk	67
APPENDIX F — Guidance for Test Ql	71

COMMISSION ÉLECTROTECHNIQUE INTERNATIONALE

**ESSAIS FONDAMENTAUX CLIMATIQUES
ET DE ROBUSTESSE MÉCANIQUE**

Deuxième partie: Essais — Essai Q: Etanchéité

PRÉAMBULE

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

PRÉFACE

La présente norme a été établie par le Sous-Comité 50C: Essais mécaniques et climatiques divers, du Comité d'Etudes N° 50 de la C.E.I.: Essais climatiques et mécaniques

La présente édition annule et remplace la deuxième édition (1968) de l'essai Q: Etanchéité, de laquelle ont été retirés les essais Qb et Qc

Les essais Qa et Qf n'ont pas été techniquement modifiés. L'essai Qg: Pluie dirigée, ne fait pas partie du domaine d'application du Sous-Comité 50C. Conformément à une décision du Comité d'Etudes N° 50 prise au cours de la réunion de Baden-Baden en 1974, concernant la révision de la structure du Comité d'Etudes N° 50 et de ses sous-comités, les essais de pluie doivent être inclus dans le domaine d'application du Sous-Comité 50B en tant qu'essai R. Le Sous-Comité 50B a pris la décision, lors de sa réunion à Stockholm en 1975, de retirer l'essai Qg. La méthode du gaz de l'essai Q1, qui figurait dans la deuxième édition (1968) de l'essai Q, a été retirée, n'étant pas utilisée dans la pratique.

Les premiers projets des essais Qc, Qd, Qf, Qk, Ql ainsi que du chapitre Terminologie furent discutés au cours de la réunion tenue à La Haye en septembre 1975. A la suite de cette réunion, une série de deuxième projets, documents 50C(Bureau Central)2, 3, 4, 5 et 6, fut soumise à l'approbation des Comités nationaux suivant la Règle des Six Mois en mars 1976.

INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION

BASIC ENVIRONMENTAL TESTING PROCEDURES

Part 2: Tests — Test Q: Sealing

FOREWORD

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

PREFACE

This standard has been prepared by Sub-Committee 50C, Miscellaneous Environmental Tests, of IEC Technical Committee No. 50, Environmental Testing.

The present edition supersedes the second edition (1968) of Test Q Sealing, from which Tests Qb and Qe have been deleted.

Tests Qa and Qf remain technically unchanged. Test Qg, Driving Rain, does not belong to the scope of Sub-Committee 50C. Following a decision of Technical Committee No. 50 taken at its meeting in Baden-Baden in 1974, relative to the revision of the structure of Technical Committee No. 50 and its sub-committees, the rain tests should be included into the scope of Sub-Committee 50B as Test R. The Sub-Committee 50B decided at its meeting in Stockholm in 1975 that Test Qg be withdrawn. The test gas method of Test Ql which was included in the second edition (1968) of Test Q was withdrawn because it is not used in practice.

First drafts of Tests Qc, Qd, Qf, Qk, Ql and of the terminology chapter were discussed at the meeting held in The Hague in September 1975. As a result of this meeting a series of second drafts, documents 50C(Central Office)2, 3, 4, 5 and 6, was submitted to the National Committees for approval under the Six Months' Rule in March 1976.

Les pays suivants se sont prononcés explicitement en faveur de la publication:

	Qc	Qd	Qk	Ql	Terminologie
Allemagne	x	x	x	x	x
Autriche	x	x	x	x	x
Belgique	x	x	x	x	x
Danemark	x	x	x	x	x
Egypte	x	x	x	x	x
Espagne	x	x	x	x	x
Etats-Unis d'Amérique	x	x	x	x	x
Finlande	x	x	x	x	x
France	x	x	x	x	x
Hongrie	x	x	x	x	x
Italie	x	x	x	x	x
Norvège	x	x	x	x	x
Pays-Bas	x	x	x	x	x
Pologne	x	x	x	x	x
Portugal	x	x	x	x	x
Roumanie	x	x	x	x	x
Royaume-Uni	x	x	x	x	x
Suède	x	x	x	x	x
Suisse	x	x	x	x	x
Tchécoslovaquie	x	x	x	x	x
Turquie	x	x	x	x	x
Union des Républiques Socialistes Soviétiques	x	x	x	x	x

Autre publication de la CEI citée dans la présente norme:

Publication n° 529: Classification des degrés de protection procurés par les enveloppes

The following countries voted explicitly in favour of publication:

	Qc	Qd	Qk	Ql	Terminology
Austria	×	×	×	×	×
Belgium	×	×	×	×	×
Czechoslovakia	×	×	×	×	×
Denmark	×	×	×	×	×
Egypt	×	×	×	×	×
Finland	×	×	×	×	×
France	×		×		×
Germany	×	×	×	×	×
Hungary	×	×	×	×	×
Italy	×	×	×	×	×
Netherlands	×	×	×	×	×
Norway	×	×	×	×	×
Poland	×	×	×	×	×
Portugal	×	×	×	×	×
Romania	×	×	×	×	×
Spain	×	×	×	×	×
Sweden	×	×	×	×	×
Switzerland	×	×	×	×	×
Turkey	×	×	×	×	×
Union of Soviet Socialist Republics	×	×	×	×	×
United Kingdom	×	×	×	×	×
United States of America	×	×	×	×	×

Other IEC publication quoted in this standard:

Publication No 529: Classification of Degrees of Protection Provided by Enclosures

INVENTAIRE DES ESSAIS D'ÉTANCHÉITÉ

Généralités

Cet inventaire a pour but de montrer les corrélations entre les différents essais d'étanchéité de l'essai Q de la Publication 68 de la CEI. 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 Publication 529 de la CEI: Classification des degrés de protection procurés par les enveloppes.

Essais de la Publication 68-2-17 de la CEI

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.

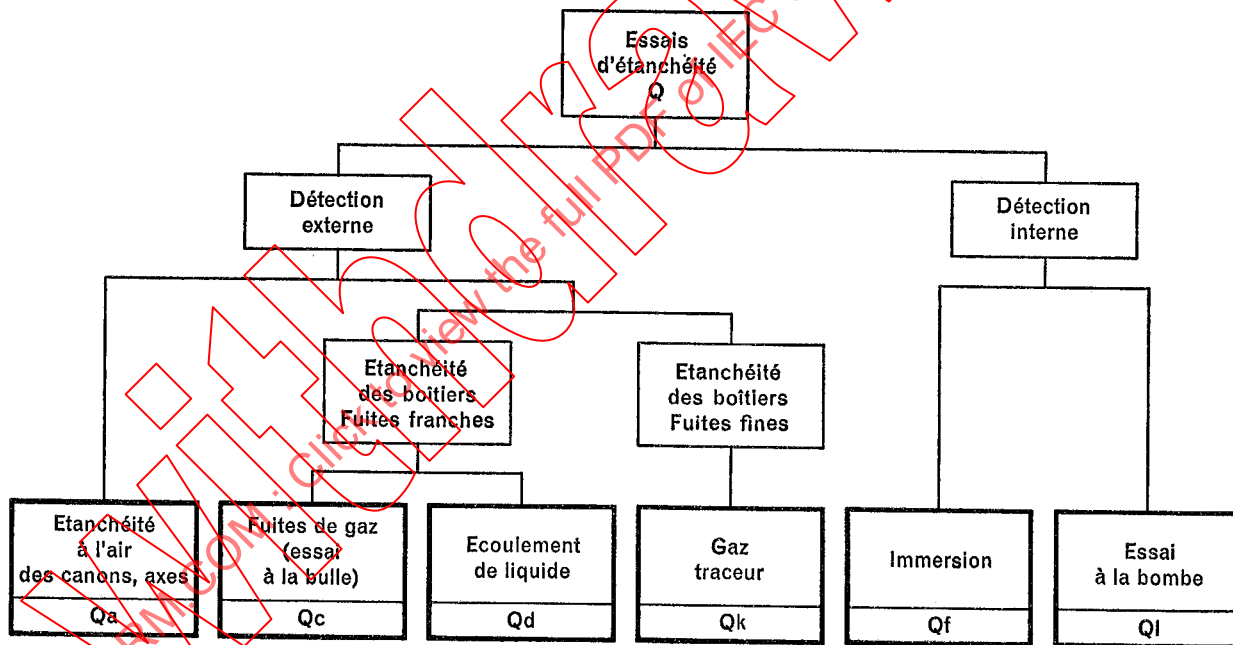


FIGURE 1

384/78

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 Ql présentent beaucoup de similitude. Ils se révèlent très efficaces pour certains composants, par exemple les condensateurs à film plastique, ils ne sont

SURVEY OF SEALING TESTS

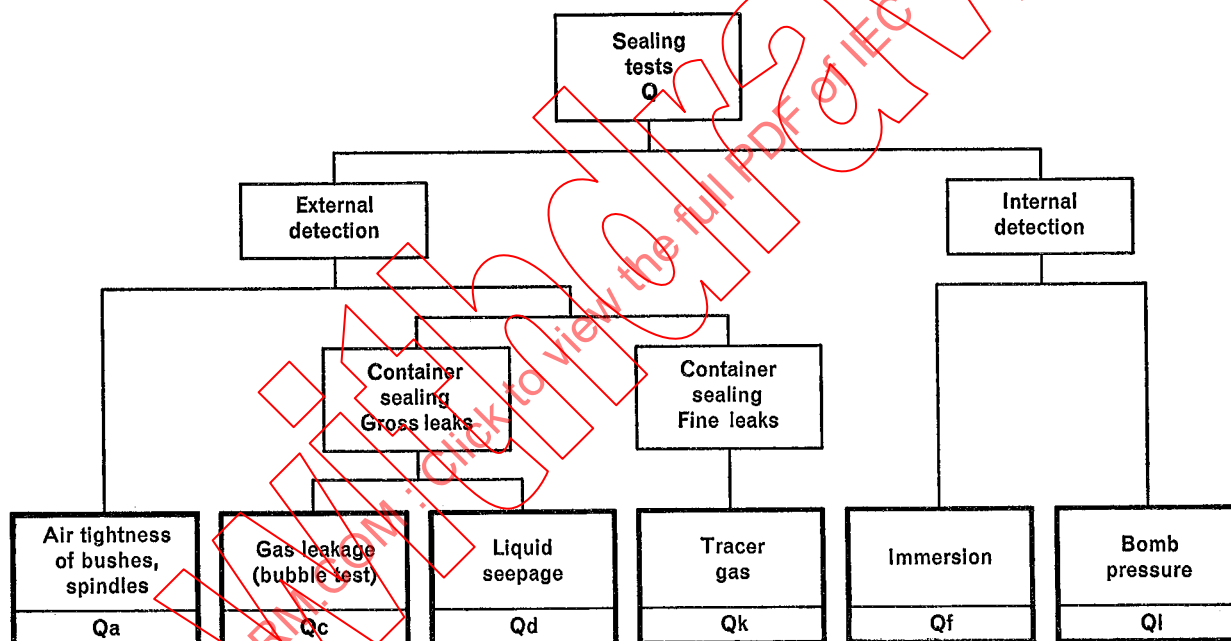
General

This survey indicates the interrelation between the various tests for sealing in Test Q of IEC Publication 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 Publication 529: Classification of Degrees of Protection Provided by Enclosures.

Tests in IEC Publication 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.



384/78

FIGURE 1

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 examples, plastic foil capacitors, they are not recommended, however, for most semiconductor

toutefois pas recommandés pour la plupart des composants à semi-conducteurs, car sur ceux-ci les variations électriques peuvent n'apparaître effectivement qu'après un temps assez long (par exemple après la fin de l'essai), cela étant dû à la passivation de la surface du semi-conducteur

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, axes et joints. Les autres essais, Qc, Qd et Qk, sont utilisés pour déterminer les fuites dans les conteneurs (boîtiers métalliques, enveloppes, etc.), l'essai Qc est également un essai à la bulle qui comporte à son tour trois méthodes de sensibilités différentes (fuites supérieures à $1 \text{ Pa cm}^3/\text{s}$ ($10^{-5} \text{ bar cm}^3/\text{s}$)). L'essai Qk est le plus sensible de cette série; il utilise de l'hélium et un spectromètre de masse. Sa gamme de sensibilité s'étend de $1 \text{ Pa cm}^3/\text{s}$ ($10^{-5} \text{ bar cm}^3/\text{s}$) à environ $10^{-6} \text{ Pa cm}^3/\text{s}$ ($10^{-11} \text{ bar cm}^3/\text{s}$). L'essai Qd est un essai à l'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 Publication 529 de la CEI

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

TABLEAU I

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.

components because electrical changes may become effective only after a long time (for instance, after the test is terminated) owing to the passivation of the surface of the semiconductor

The tests for external detection are further subdivided according to their application. Test Qa is a bubble test which is used to determine the airtightness of bushings, spindles and gaskets. The other tests, Qc, Qd and Qk, 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 $1 \text{ Pa cm}^3/\text{s}$ ($10^{-5} \text{ bar cm}^3/\text{s}$)). Test Qk is the most sensitive of this series, it uses helium and a mass spectrometer. Its sensitivity ranges from $1 \text{ Pa cm}^3/\text{s}$ ($10^{-5} \text{ bar cm}^3/\text{s}$) to about $10^{-6} \text{ Pa cm}^3/\text{s}$ ($10^{-11} \text{ bar cm}^3/\text{s}$). 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 Publication 529

In IEC Publication 529, Classification of Degrees of Protection Provided by Enclosures, degrees of protection are established by tests and identified by numerals as follows:

TABLE I
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 II

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 <i>Note:</i> 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 II

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 <i>Note:</i> 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

Deuxième partie: 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 $1 \text{ Pa} \cdot \text{cm}^3/\text{s}$ ($10^{-5} \text{ bar} \cdot \text{cm}^3/\text{s}$)

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 absorbé, adsorbé ou occlus

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 a 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 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

2 Essai Qa: Étanchéité 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/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

2.2 Domaine d'application

Cet essai peut être utilisé pour la détection des fuites franches

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 :

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/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

2.2 Scope

This test can be used for the detection of gross leaks

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 Appendix 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 Appendix 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:

	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

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 60068-2-17:1978

	Sub-clause
<i>a)</i> Requirements for pressure	2 5 1
<i>b)</i> Direction of application of pressure difference	2 5 1
<i>c)</i> Mechanical operation during conditioning	2 5 2
<i>d)</i> Requirements for leakage rate	2 6

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 60068-2-17:1978

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)

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 paragraphe 3.3.3), sans subir de déformation ou de détérioration physique permanente (voir annexe B, articles B1, B2 et B3).

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 B5).

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 B10).

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 B8) 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

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 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 Sub-clause 3.3.3) without suffering distortion or permanent physical damage (see Appendix B, Clauses B1, B2 and B3).

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 Appendix B, Clause B5).

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 Appendix B, Clause B10).

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 Appendix B, Clause B8) 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

de 1 kPa (10 mbar) ou à toute autre valeur prescrite dans la spécification particulière. Si aucun défaut n'a été observé (voir paragraphe 3.4.4), maintenir cette pression pendant encore 1 min ou toute autre durée prescrite dans la spécification particulière (voir annexe B, article B9).

3.4.3 Les spécimens munis de scellements sur plusieurs faces sont essayés conformément aux prescriptions du paragraphe 3.4.2, chacune des faces munies de scellements étant tour à tour placée à la partie supérieure (voir annexe B, article B4).

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 B6 et B7).

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 B11) pendant une durée minimale de 10 min, ou suivant les prescriptions de la spécification particulière (voir annexe B, article B3).

3.5.4 Les spécimens ayant des scellements sur plus d'une face sont essayés conformément aux prescriptions du paragraphe 3.5.3, chacune des faces portant des scellements étant tour à tour placée à la partie supérieure (voir annexe B, article B4).

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 B6 et B7).

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 B12 et B13) est introduit dans la chambre à vide jusqu'à recouvrement complet des spécimens.

Mettre alors les spécimens sous pression dans les conditions suivantes :

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

prescribed in the relevant specification. If no failure has been observed (Sub-clause 3.4.4) maintain this pressure for a further minute or another duration prescribed in the relevant specification (see Appendix B, Clause B9).

3.4.3 Specimens possessing seals on more than one surface shall be tested in accordance with Sub-clause 3.4.2 with each surface in the uppermost position (see Appendix B, Clause B4).

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 Appendix B, Clauses B6 and B7).

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 Appendix B, Clause B11) for a period of at least 10 min, or as prescribed in the relevant specification (see Appendix B, Clause B3).

3.5.4 Specimens possessing seals on more than one surface shall be tested in accordance with Sub-clause 3.5.3 with each surface in the uppermost position (see Appendix B, Clause B4).

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 Appendix B, Clauses B6 and B7).

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 Appendix B, Clauses B12 and B13) shall be drawn into the vessel until the specimens are covered by it.

The specimens shall then be pressurized under the following conditions:

Internal cavity volume	Minimum pressure (absolute)	Minimum duration
≤ 0.1 cm ³ > 0.1 cm ³	600 kPa (6 bar) 300 kPa (3 bar)	1 h 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 B14 et B15)

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)	B8, B11, 3 6 1
c) Méthode d'essai 1: pression et durée, si elles diffèrent du paragraphe 3 4 2	3 4 2
d) Méthode d'essai 2: température du liquide, si elle diffère du paragraphe 3 5 2	3 5 2
e) Méthode d'essai 2: durée d'immersion, si elle diffère du paragraphe 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

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 Appendix B, Clauses B14 and B15).

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)	B8, B11, 3.6.1
c) Test Method 1: pressure and time, if different from Sub-clause 3.4.2	3.4.2
d) Test Method 2: liquid temperature, if different from Sub-clause 3.5.2	3.5.2
e) Test Method 2: immersion duration, if different from Sub-clause 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 Essai Qd: Etanchéité 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

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 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 Scope

This test can be used for the detection of leak rates corresponding to an air leak rate greater than about $1 \text{ Pa cm}^3/\text{s}$ ($10^{-5} \text{ bar cm}^3/\text{s}$). 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 Les spécimens ayant des scellements sur plus d'une face sont essayés dans les conditions prescrites aux paragraphes 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

La spécification particulière doit préciser la méthode de détection à utiliser (voir annexe C, article C2)

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

4 7 3 Specimens having seals on more than one face shall be tested in accordance with Sub-clauses 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

The relevant specification shall specify the method of detection (see Appendix C, Clause C2)

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 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

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 III, comme prescrit dans la spécification particulière

TABLEAU III

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

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.

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

TABLE III

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.

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

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 La température de l'eau ne doit pas dépasser 35 °C et celle des spécimens ne doit être ni inférieure à celle de l'eau ni supérieure de plus de 10 °C à cette dernière

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
c) Position pendant l'épreuve	5 5 1
d) Hauteur d'eau ou surpression	5 5 2
e) Durée de l'épreuve	5 5 3
f) Vérifications électriques et mécaniques après reprise	5 7

When a high-pressure water chamber is used, the water pressure shall be adjusted to the pressure difference of Table III

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 temperature of the specimen under test shall be not less than the temperature of the water, and not more than 10 °C above the temperature of the water, the latter not exceeding 35 °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 during conditioning	5.5.1
d) Head-of-water or pressure difference	5.5.2
e) Duration of conditioning	5.5.3
f) Electrical and mechanical checks after recovery	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 (hélium) et d'un spectromètre de masse

6.2 Domaine d'application

Cet essai peut être utilisé pour la détection des taux de fuite inférieurs à environ $1 \text{ Pa} \cdot \text{cm}^3/\text{s}$ ($10^{-5} \text{ bar} \cdot \text{cm}^3/\text{s}$), toutefois, pour les taux de fuite inférieurs à environ $10^{-3} \text{ Pa} \cdot \text{cm}^3/\text{s}$ ($10^{-8} \text{ bar} \cdot \text{cm}^3/\text{s}$), il conviendra d'être prudent dans l'interprétation des résultats

La *méthode d'essai 1* n'est applicable que lorsque les spécimens ne possèdent pas les surfaces 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, d'un mélange contenant une proportion élevée d'hélium

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 D1), ces rapports étant les constantes de temps des spécimens étudiés.

6.3.2 La *méthode d'essai 2* est analogue à la méthode d'essai 1, à l'exception de la phase d'imprégnation qui est omise. Il s'agit d'un essai qui est réalisé en cours de fabrication et qui doit être normalement terminé dans les 30 min qui suivent la fermeture hermétique de l'enveloppe. 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.

6.4 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 IV. Dans les cas où il

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 (helium) and a mass spectrometer

6.2 Scope

This test can be used for the detection of leak rates smaller than about $1 \text{ Pa cm}^3/\text{s}$ ($10^{-5} \text{ bar cm}^3/\text{s}$), but for leak rates below about $10^{-3} \text{ Pa cm}^3/\text{s}$ ($10^{-8} \text{ bar cm}^3/\text{s}$) caution should be exercised in interpreting the results

Test Method 1 is applicable only when the specimens do not have surfaces 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, with a mixture containing a large proportion of helium

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 $\theta = \frac{P_0 V}{L}$ (see Appendix D, Clause D1) which are the time constants of the specimens concerned

6.3.2 *Test Method 2* is similar to *Test Method 1* with the exception of the impregnation phase which is omitted. This is a test which is performed during the production phase and shall normally be completed within 30 min after package sealing. 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

6.4 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 IV. In cases where it is necessary

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 preconditionnement (voir annexe E, article E6).

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 IV, 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 bar) (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 mbar),
- soit balayer l'enceinte à l'hélium (voir annexe E, article E3)

Si la pression d'immersion prescrite par la spécification particulière est supérieure à 200 kPa (2 bar), 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 IV. Cette pression ne doit pas excéder la pression maximale spécifiée dans la spécification particulière pour ce type de dispositif (voir annexe E, paragraphe E8.4).

Note — Le temps d'immersion t_1 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 IV). Un abaque permettant le calcul rapide de ces paramètres interdépendants est donné à la figure 4, page 64, 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 au paragraphe 6 4 7 (voir annexe E, articles E5 et E6).

Note - Il est admis de souffler un gaz sec pour accélérer la reprise.

to prescribe a different severity, the relevant specification shall state all relevant test parameters (see Appendix 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 stored dry in order to eliminate traces of solvents, capillary condensations, etc., that may conceal existing leaks. The test shall be conducted on 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 Appendix E, Clause E6)

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 IV, 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 Appendix E, Clause E3)

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 IV. The pressure shall not be greater than the maximum pressure stated by the relevant specification for this type of device (see Appendix E, Sub-clause E8.4).

Note — Immersion time t_1 and measured leak rate R are interrelated with immersion pressure P , severity θ and equivalent standard leak rate L (see Table IV). A nomogram for quick computation of these interrelated parameters is given in Figure 4, page 65, and explanations in Appendix 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 Sub-clause 6 4 7 (see Appendix E, Clauses E5 and E6).

Note — Dry gas blowing is permissible for accelerating recovery.

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 IV pour la sévérité θ fixée par la spécification particulière

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 désorption

Note — L'effet d'un temps d'aération plus long peut être estimé sur la base des informations données à l'annexe D, article D1

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 E4)

6 5 Méthode d'essai 2 (applicable aux spécimens remplis d'hélium en cours de fabrication)

6 5 1 Préconditionnement

Le spécimen doit avoir été scellé de telle sorte que le boîtier contienne un mélange gazeux dont la concentration en hélium soit égale ou supérieure à 25% (exprimée en termes de pression). On doit vérifier périodiquement que le mélange gazeux utilisé a bien la concentration en hélium requise

6 5 2 Mesures initiales

Néant

6 5 3 Mesures finales

Après scellement du boîtier, le spécimen est transféré dans une chambre reliée à un détecteur de fuite du type spectromètre de masse, qui est alors mis 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. Cette mesure doit être terminée dans les 30 min qui suivent le scellement du boîtier

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

$$\theta = 2,7 \frac{nVP_o}{R} \quad (P_o = 1 \text{ bar})$$

où:

V = volume interne du système en cm^3

n = concentration effective en hélium du mélange gazeux utilisé

P_o = pression atmosphérique (10^5 Pa ou 1 bar)

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

θ = constante de temps requise (en secondes)

La spécification particulière doit fixer la constante de temps minimale requise. Valeurs suggérées: $2 \cdot 10^5$ s et $2 \cdot 10^4$ s

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 IV for the severity θ required by the relevant specification

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 desorption effects

Note — The effect of a longer ventilation time can be estimated using the information given in Appendix D, Clause D1

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 Appendix E, Clause E4)

6 5 Test Method 2 (for specimens filled with helium during manufacturing)

6 5 1 Preconditioning

The specimen shall have been sealed in such a fashion as to ensure that the package ambient contains a gaseous mixture where the helium concentration is equal to or greater than 25% in terms of pressure. Periodical checks shall be made to guarantee that the gas mixture used actually contains the required concentration of helium

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 must be completed within 30 min after package sealing

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

$$\theta = 2.7 \frac{nVP_o}{R} \quad (P_o = 1 \text{ bar})$$

where:

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

The relevant specification shall state the minimum time constant required. Suggested values are $2 \cdot 10^5$ s and $2 \cdot 10^4$ 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 annexe E, article E4)

6 6 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

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 Appendix E, Clause E4)

6 6 Information to be given in the relevant specification

	Sub-clause
a) Test method	6 2 and 6 3

Test Method 1

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

Test Method 2

g) Time constant	6 5 3
h) Gross leaks: detection method to be used	6 5 4

TABLEAU IV
Sévérités et conditions d'essai
(et valeurs correspondantes des taux de fuites normalisées équivalents)

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

TABLE IV

[illegible]

7 Essai Q1: 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 F1 et F2)

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 F4).

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 F3).

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 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 $1 \text{ Pa cm}^3/\text{s}$ ($10^{-5} \text{ bar cm}^3/\text{s}$). It is applicable only to specimens that are able to withstand external overpressure (see Appendix F, Clauses F1 and F2)

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 $1 \text{ Pa cm}^3/\text{s}$ ($10^{-5} \text{ bar cm}^3/\text{s}$). 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 Appendix F, Clause F4).

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/cm²) (see Appendix F, Clause F3).

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 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:

	Paragraphe
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

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

ANNEXE A

EXEMPLE DE CHAMBRE D'ESSAI POUR L'ESSAI Qa

A1 Principe de fonctionnement

Le composant est monté sur le couvercle d'une petite chambre étanche qui, de plus, est équipée d'un ajutage sur lequel se fixe un tuyau d'arrivée d'air et une valve (figure 2, page 50)

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 3, page 52. 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.

A2 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 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.

APPENDIX A

EXAMPLE OF A TEST CHAMBER FOR TEST Qa

A1 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 2, page 51)

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 3, page 53. 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.

A2 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.

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.

A3 Etalonnage et précision

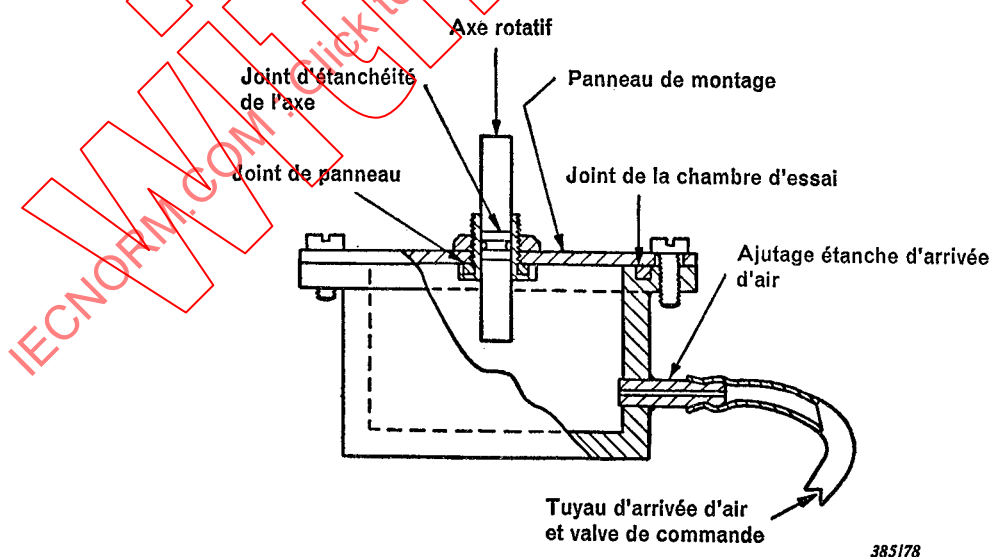
Le collecteur peut être étalonné en faisant pénétrer dans le tube une certaine quantité de liquide et en le bouchant. On utilise ensuite une seringue hypodermique servant de pompe à air, et des volumes d'air connus sont injectés, par étapes, à travers le liquide dans l'ouverture de l'entonnoir. A chaque 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.



385/78

FIG 2 — (Essai Qa) Chambre d'essai pour l'étanchéité des passages

A3 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 overall 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.

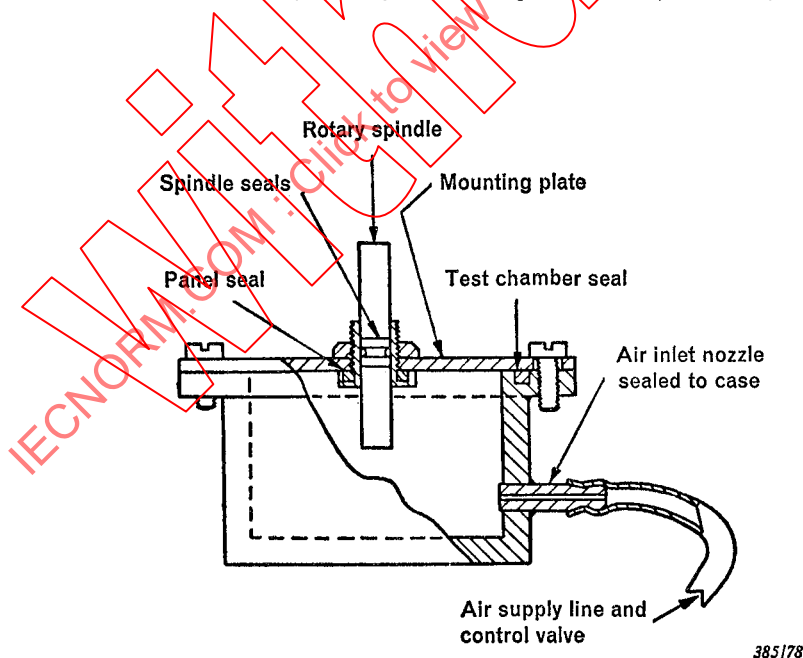
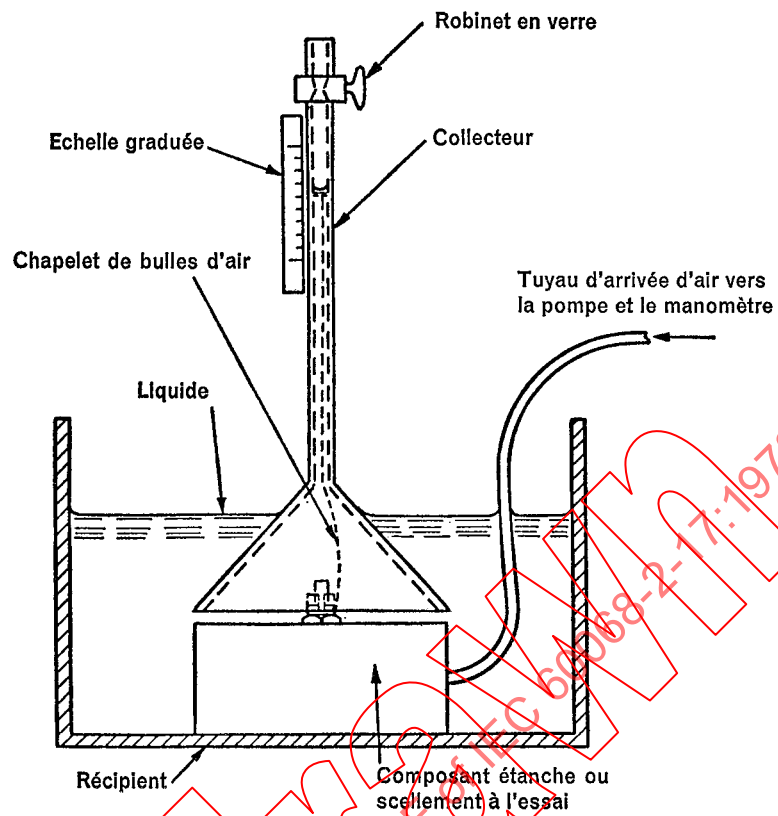
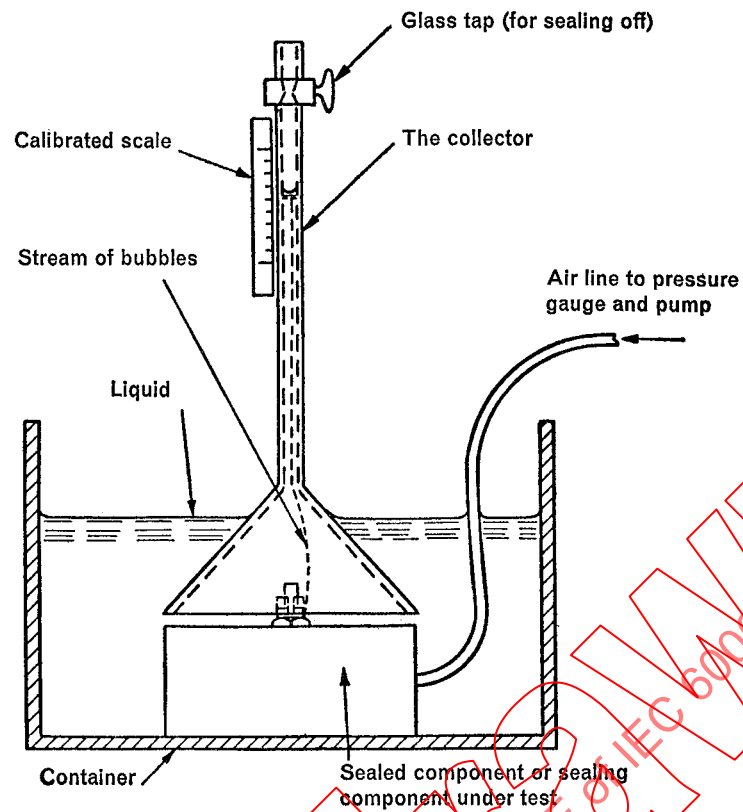


FIG 2 — (Test Qa) Chamber for sealing test



386/78

FIG 3 — (Essai Qa) Dispositif pour l'essai d'étanchéité des passages



386/78

FIG 3 — (Test Qa) Apparatus for sealing test

ANNEXE B

GUIDE POUR L'ESSAI Qc

Généralités

- B1 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
- B2 Dans les meilleures conditions, la méthode d'essai 1 permet d'atteindre une sensibilité de $10 \text{ Pa cm}^3/\text{s}$ ($10^{-4} \text{ bar cm}^3/\text{s}$), la méthode d'essai 2: $100 \text{ Pa cm}^3/\text{s}$ ($10^{-3} \text{ bar cm}^3/\text{s}$) et la méthode d'essai 3: $1 \text{ Pa cm}^3/\text{s}$ ($10^{-5} \text{ bar cm}^3/\text{s}$) 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
- B3 La méthode d'essai 1 permet d'obtenir des différences de pression de 100 kPa ($1\,000 \text{ mbar}$) alors que la méthode d'essai 2 conduit à des différences de pression de l'ordre de 12 kPa (120 mbar) (55 °C) à $36,5 \text{ kPa}$ (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
- B4 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
- B5 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 $3\times$ ou d'un microscope binoculaire à focale variable disposé pour l'observation des bulles en provenance des spécimens immergés dans le liquide
- B6 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
- B7 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

Méthode d'essai 1

- B8 Pour la méthode d'essai 1, le liquide d'essai doit avoir les caractéristiques suivantes:

viscosité cinématique à 20 °C : $25 \text{ } 10^{-6} \text{ m}^2/\text{s}$ (25 cSt);

viscosité cinématique à 50 °C : $9 \text{ } 10^{-6} \text{ m}^2/\text{s}$ (9 cSt);

tension de vapeur à l'ambiante: $< 10 \text{ Pa}$ (10^{-4} bar)

APPENDIX B

GUIDANCE FOR TEST Qc

General

- B1 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
- B2 When using the optimum test conditions, Test Method 1 can achieve a sensitivity of $10 \text{ Pa cm}^3/\text{s}$ ($10^{-4} \text{ bar cm}^3/\text{s}$), Test Method 2: $100 \text{ Pa cm}^3/\text{s}$ ($10^{-3} \text{ bar cm}^3/\text{s}$) and Test Method 3: $1 \text{ Pa cm}^3/\text{s}$ ($10^{-5} \text{ bar cm}^3/\text{s}$). 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.
- B3 With Test Method 1 a pressure differential of 100 kPa ($1\,000 \text{ mbar}$) 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.
- B4 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.
- B5 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 $3\times$ magnifier or stereo-zoom microscope arranged for the observation of bubbles emanating from the specimens immersed in the liquid.
- B6 With certain types of specimens, engineering judgement 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.
- B7 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

Test Method 1

- B8 For Test Method 1, the test liquid shall have the following characteristics:

kinematic viscosity at 20°C : $25 \text{ } 10^{-6} \text{ m}^2/\text{s}$ (25 cSt),

kinematic viscosity at 50°C : $9 \text{ } 10^{-6} \text{ m}^2/\text{s}$ (9 cSt),

ambient vapour pressure: $< 10 \text{ Pa}$ (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.

- B9 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

- B10 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.

- B11 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 fluorocarbones, par exemple du perfluorotributylamine ou du perfluoro (1-méthyl-décaline) qui sont commercialisés sous diverses appellations.

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

Méthode d'essai 3

- B12 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.

- B13 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.

- B14 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.

- B15 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.

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.

- B9 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

- B10 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.

- B11 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-methyldecane) 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

- B12 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.

- B13 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.

- B14 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.

- B15 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

GUIDE POUR L'ESSAI Qd

- C1 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
- C2 La manière la plus simple de déceler un suintement est l'examen visuel à l'œil 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
-