

**RAPPORT
TECHNIQUE
TECHNICAL
REPORT**

**CEI
IEC
79-15**

Première édition
First edition
1987

**Matériel électrique pour atmosphères
explosives gazeuses**

Quinzième partie:
Matériel électrique avec mode de protection «n»

**Electrical apparatus for explosive gas
atmospheres**

Part 15:
Electrical apparatus with type of protection "n"



Numéro de référence
Reference number
CEI/IEC 79-15: 1987

Numéros des publications

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

Publications consolidées

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

Validité de la présente publication

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

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

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

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

Terminologie, symboles graphiques et littéraux

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

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

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

Numbering

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

Consolidated publications

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

Validity of this publication

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

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

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

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

Terminology, graphical and letter symbols

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

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

* See web site address on title page.

**RAPPORT
TECHNIQUE
TECHNICAL
REPORT**

**CEI
IEC
79-15**

Première édition
First edition
1987

**Matériel électrique pour atmosphères
explosives gazeuses**

Quinzième partie:
Matériel électrique avec mode de protection «n»

**Electrical apparatus for explosive gas
atmospheres**

Part 15:
Electrical apparatus with type of protection "n"

© CEI 1987 Droits de reproduction réservés — Copyright — all rights reserved

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

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

Bureau Central de la Commission Electrotechnique Internationale 3, rue de Varembe Genève, Suisse



Commission Electrotechnique Internationale
International Electrotechnical Commission
Международная Электротехническая Комиссия

**CODE PRIX
PRICE CODE**

V

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

SOMMAIRE

| | Pages |
|---|-------|
| PRÉAMBULE | 4 |
| PRÉFACE | 4 |
| SECTION UN — GÉNÉRALITÉS | |
| Articles | |
| 1. Domaine d'application | 8 |
| 2. Objet | 8 |
| 3. Définitions | 8 |
| 4. Règles générales | 10 |
| SECTION DEUX — RÈGLES POUR TOUS LES MATÉRIELS ÉLECTRIQUES | |
| 5. Généralités | 14 |
| 6. Enveloppes | 14 |
| 7. Eléments de raccordement | 20 |
| 8. Rigidité diélectrique | 22 |
| 9. Distances dans l'air, distances de séparation et lignes de fuite | 22 |
| 10. Marquage | 24 |
| 11. Déclaration de conformité | 26 |
| SECTION TROIS — RÈGLES COMPLÉMENTAIRES POUR LES MATÉRIELS ÉLECTRIQUES NE PRODUISANT PAS D'ÉTINCELLES | |
| 12. Généralités | 28 |
| 13. Machines tournantes | 28 |
| 14. Fusibles et assemblages à fusibles | 30 |
| 15. Prises de courant | 30 |
| 16. Luminaires | 30 |
| 17. Matériels de régulation et de faible puissance | 34 |
| SECTION QUATRE — MATÉRIELS PRODUISANT, EN FONCTIONNEMENT, DES ARCS, ÉTINCELLES OU SURFACES CHAUDES | |
| 18. Généralités | 34 |
| 19. Dispositifs à coupure enfermée et composants non incendiaires | 34 |
| 20. Dispositifs hermétiquement scellés | 38 |
| 21. Dispositifs clos | 38 |
| 22. Matériels et circuits à énergie limitée | 40 |
| 23. Enveloppes à respiration limitée | 44 |
| ANNEXE A — Enveloppes à respiration limitée | 48 |
| FIGURES | 60 |

CONTENTS

| | Page |
|---|------|
| FOREWORD | 5 |
| PREFACE | 5 |
| SECTION ONE — GENERAL | |
| Clause | |
| 1. Scope | 9 |
| 2. Object | 9 |
| 3. Definitions | 9 |
| 4. General requirements | 11 |
| SECTION TWO — REQUIREMENTS FOR ALL ELECTRICAL APPARATUS | |
| 5. General | 15 |
| 6. Enclosures | 15 |
| 7. Connection facilities | 21 |
| 8. Electric strength | 23 |
| 9. Clearances, separations and creepage distances | 23 |
| 10. Marking | 25 |
| 11. Declaration of compliance | 27 |
| SECTION THREE — SUPPLEMENTARY REQUIREMENTS FOR NON-SPARKING ELECTRICAL APPARATUS | |
| 12. General | 29 |
| 13. Rotating machines | 29 |
| 14. Fuses and fuse assemblies | 31 |
| 15. Plugs and sockets | 31 |
| 16. Luminaires | 31 |
| 17. Instruments and low power apparatus | 35 |
| SECTION FOUR — APPARATUS PRODUCING OPERATIONAL ARCS, SPARKS OR HOT SURFACES | |
| 18. General | 35 |
| 19. Enclosed-break devices and non-incendive components | 35 |
| 20. Hermetically-sealed devices | 39 |
| 21. Sealed devices | 39 |
| 22. Energy limited apparatus and circuits | 41 |
| 23. Restricted breathing enclosures | 45 |
| APPENDIX A — Restricted breathing enclosures | 49 |
| FIGURES | 61 |

COMMISSION ÉLECTROTECHNIQUE INTERNATIONALE

MATÉRIEL ÉLECTRIQUE POUR ATMOSPHÈRES EXPLOSIVES GAZEUSES

Quinzième partie: Matériel électrique avec mode de protection «n»

PRÉAMBULE

- 1) Les décisions ou accords officiels de la CEI en ce qui concerne les questions techniques, préparés par des Comités d'Etudes où sont représentés tous les Comités nationaux s'intéressant à ces questions, expriment dans la plus grande mesure possible un accord international sur les sujets examinés.
- 2) Ces décisions constituent des recommandations internationales et sont agréées comme telles par les Comités nationaux.
- 3) Dans le but d'encourager l'unification internationale, la CEI exprime le vœu que tous les Comités nationaux adoptent dans leurs règles nationales le texte de la recommandation de la CEI, dans la mesure où les conditions nationales le permettent. Toute divergence entre la recommandation de la CEI et la règle nationale correspondante doit, dans la mesure du possible, être indiquée en termes clairs dans cette dernière.
- 4) La CEI n'a fixé aucune procédure concernant le marquage comme indication d'approbation et sa responsabilité n'est pas engagée quand il est déclaré qu'un matériel est conforme à l'une de ses recommandations.

PRÉFACE

Le présent rapport a été établi par le Comité d'Etudes n° 31 de la CEI: Matériel électrique pour atmosphères explosives.

Il constitue une partie d'une série de publications traitant du matériel électrique utilisé dans les atmosphères explosives gazeuses.

Les parties suivantes de la Publication 79 de la CEI dont le titre est modifié en: Matériel électrique pour atmosphères explosives gazeuses, sont déjà parues:

- Règles générales (Publication 79-0 (1983)).
- Construction, vérification et essais des enveloppes antidéflagrantes de matériel électrique (Publication 79-1 (1971)).
- Annexe D: Méthode d'essai pour la détermination de l'interstice expérimental maximal de sécurité (Publication 79-1A (1975)).
- Matériel électrique à mode de protection «p» (Publication 79-2 (1983)).
- Eclateur pour circuits de sécurité intrinsèque (Publication 79-3 (1972)).
- Méthode d'essai pour la détermination de la température d'inflammation (Publications 79-4 (1975) et 79-4A (1970)).
- Protection par remplissage pulvérulent (Publication 79-5 (1967) avec complément A (1969)).
- Matériel immergé dans l'huile (Publication 79-6 (1968)).
- Construction, vérification et essais du matériel électrique en protection «e» (Publication 79-7 (1969)).
- Classification des emplacements dangereux (Publication 79-10 (1986)).
- Construction et épreuves du matériel à sécurité intrinsèque et du matériel associé (Publication 79-11 (1984)).
- Classement des mélanges de gaz ou de vapeurs et d'air suivant leur interstice expérimental maximal de sécurité et leur courant minimal d'inflammation (Publication 79-12 (1978)).
- Construction et exploitation de salles ou bâtiments protégés par surpression interne (Publication 79-13 (1982)).
- Installations électriques en atmosphères explosives gazeuses (autres que les mines) (Publication 79-14 (1984)).

INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION

ELECTRICAL APPARATUS FOR EXPLOSIVE GAS ATMOSPHERES**Part 15: Electrical apparatus with type of protection "n"**

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.
- 4) The IEC has not laid down any procedure concerning marking as an indication of approval and has no responsibility when an item of equipment is declared to comply with one of its recommendations.

PREFACE

This report has been prepared by IEC Technical Committee No. 31: Electrical Apparatus for Explosive Atmospheres. It forms one of a series of publications dealing with electrical apparatus for use in explosive gas atmospheres.

The following parts of IEC Publication 79: Electrical Apparatus for Explosive Gas Atmospheres, have already been published:

- General Requirements (Publication 79-0 (1983)).
- Construction and Test of Flameproof Enclosures of Electrical Apparatus (Publication 79-1 (1971)).
- Appendix D: Method of Test for Ascertainment of Maximum Experimental Safe Gap (Publication 79-1A (1975)).
- Electrical Apparatus - type of protection "p" (Publication 79-2 (1983)).
- Spark Test Apparatus for Intrinsically-safe Circuits (Publication 79-3 (1972)).
- Method of Test for Ignition Temperature (Publications 79-4 (1975) and 79-4A (1970)).
- Sand-filled Apparatus (Publication 79-5 (1967) with Supplement A (1969)).
- Oil-immersed Apparatus (Publication 79-6 (1968)).
- Construction and Test of Electrical Apparatus, Type of Protection "e" (Publication 79-7 (1969)).
- Classification of Hazardous Areas (Publication 79-10 (1986)).
- Construction and Test of Intrinsically-safe and Associated Apparatus (Publication 79-11 (1984)).
- Classification of Mixtures of Gases or Vapours with Air According to Their Maximum Experimental Safe Gaps and Minimum Igniting Currents (Publication 79-12 (1978)).
- Construction and Use of Rooms or Buildings Protected by Pressurization (Publication 79-13 (1982)).
- Electrical Installations in explosive gas atmospheres (other than mines) (Publication 79-14 (1984)).

Le texte du présent rapport est issu des documents suivants:

| Règle des Six Mois | Rapport de vote |
|--------------------|-----------------|
| 31(BC)49 | 31(BC)53 |

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

Les publications suivantes de la CEI sont citées dans le présent rapport:

- Publications n^{os}
- 34: Machines électriques tournantes.
 - 34-5 (1981): Cinquième partie: Classification des degrés de protection procurés par les enveloppes des machines tournantes.
 - 61: Culots de lampes et douilles ainsi que calibres pour le contrôle de l'interchangeabilité et de la sécurité.
 - 144 (1963): Degrés de protection des enveloppes pour l'appareillage à basse tension.
 - 155 (1983): Interrupteurs d'amorçage (starters) pour lampes tubulaires à fluorescence.
 - 238 (1982): Douilles à vis Edison pour lampes.
 - 262 (1969): Ballasts pour lampes à vapeur de mercure à haute pression.
 - 400 (1982): Douilles pour lampes fluorescentes tubulaires et douilles pour starters.
 - 529 (1976): Classification des degrés de protection procurés par les enveloppes.
 - 598-1 (1979): Luminaires, Première partie: Règles générales et généralités sur les essais.

The text of this report is based upon the following documents.

| Six Months' Rule | Report on Voting |
|------------------|------------------|
| 31(CO)49 | 31(CO)53 |

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

The following IEC publications are quoted in this report:

- Publications Nos.
- 34: Rotating Electrical Machines.
 - 34-5 (1981): Part 5: Classification of Degrees of Protection provided by Enclosures for Rotating Machines.
 - 61: Lamp Caps and Holders together with Gauges for the Control of Interchangeability and Safety.
 - 144 (1963): Degrees of Protection of Enclosures for Low-voltage Switchgear and Controlgear.
 - 155 (1983): Starters for Tubular Fluorescent Lamps.
 - 238 (1982): Edison Screw Lampholders.
 - 262 (1969): Ballasts for High Pressure Mercury Vapour Lamps.
 - 400 (1982): Lampholders for Tubular Fluorescent Lamps and Starterholders.
 - 529 (1976): Classification of Degrees of Protection provided by Enclosures.
 - 598-1 (1979): Luminaires, Part 1: General Requirements and Tests.

MATÉRIEL ÉLECTRIQUE POUR ATMOSPHÈRES EXPLOSIVES GAZEUSES

Quinzième partie: Matériel électrique avec mode de protection «n»

SECTION UN — GÉNÉRALITÉS

1. Domaine d'application

Le présent rapport spécifie les règles de construction, d'évaluation et d'épreuves du matériel électrique avec mode de protection «n» qui, lorsqu'il fonctionne normalement à son service assigné, n'est pas susceptible d'enflammer une atmosphère explosive gazeuse environnante.

Le présent rapport spécifie les caractéristiques d'un matériel qui doit être considéré comme atteignant un niveau de sécurité satisfaisant pour être utilisé en zone 2.

Le présent rapport s'applique seulement au matériel électrique du Groupe II destiné à être utilisé dans des lieux en atmosphère explosive gazeuse autres que les mines grisouteuses.

Les règles de la Publication 79-0 de la CEI ne s'appliquent pas au matériel électrique avec mode de protection «n».

Notes 1. — Le présent rapport n'interdit pas l'utilisation d'un matériel électrique conforme aux prescriptions d'une norme reconnue pour du matériel électrique industriel qui, en service normal, n'engendre ni arcs, ni étincelles, ni surfaces chaudes susceptibles de provoquer une inflammation. (Voir la Publication 79-14 de la CEI.)

2. — Le présent rapport est rédigé sous forme obligatoire parce qu'il était prévu d'en faire une norme. Il appartient à chaque Comité national, lors de la rédaction d'un document similaire basé sur le présent rapport, de décider de la forme du texte à adopter dans sa norme ou son rapport national.

2. Objet

L'objet du présent rapport est de spécifier les caractéristiques essentielles de construction, les règles d'épreuves et les règles de marquage du matériel électrique avec mode de protection «n» qui peut être utilisé en zone 2 dans laquelle une atmosphère explosive gazeuse n'est pas susceptible de se former en service normal et où une telle formation, si elle se produit, ne peut subsister que pendant une courte période. Le risque de la présence simultanée d'une atmosphère explosive gazeuse et d'une source d'inflammation est considéré comme étant assez faible pour être acceptable.

Les règles qui s'appliquent au matériel électrique ne produisant pas d'étincelles sont spécifiées dans les sections un à trois du présent rapport. La section quatre spécifie des mesures qui peuvent s'appliquer aux parties de matériels électriques ou de circuits qui, en fonctionnement normal, produisent des arcs ou étincelles ou comportent des surfaces chaudes capables d'enflammer une atmosphère inflammable environnante et qui doivent, par conséquent, être convenablement protégées pour réduire à un niveau acceptable le risque d'inflammation d'une atmosphère explosive gazeuse extérieure.

3. Définitions

Dans le cadre du présent rapport, les définitions suivantes sont applicables:

3.1 Mode de protection «n»

Mode de protection appliqué à un matériel électrique de manière qu'en fonctionnement normal il ne puisse ni enflammer une atmosphère explosive gazeuse environnante ni présenter, de façon vraisemblable, un défaut capable de provoquer une inflammation.

ELECTRICAL APPARATUS FOR EXPLOSIVE GAS ATMOSPHERES

Part 15: Electrical apparatus with type of protection "n"

SECTION ONE — GENERAL

1. Scope

This report specifies requirements for the construction, assessment and testing of electrical apparatus with type of protection "n" which, when operating normally within its rated duty, is unlikely to be capable of igniting a surrounding explosive gas atmosphere.

This report specifies the features of apparatus which shall be assessed to achieve a satisfactory level of safety for electrical apparatus for use in Zone 2.

This report applies only to Group II electrical apparatus intended for use in locations with explosive gas atmospheres other than in mines subject to firedamp.

The requirements of IEC Publication 79-0 do not apply to electrical apparatus with type of protection "n".

Notes 1. – This report does not prohibit the use of electrical apparatus complying with the requirements of a recognized standard for industrial electrical apparatus which does not in normal service produce arcs or sparks or ignition-capable hot surfaces. (See IEC Publication 79-14.)

2. – This report is worded in the mandatory form because it was intended to be a "Standard". It is up to each National Committee, when drafting a similar document based on this report, to decide which form of wording to use in their national standard or report.

2. Object

The object of this report is to specify the essential constructional features, test requirements and marking requirements for electrical apparatus, type of protection "n", which may be used in Zone 2 in which an explosive gas atmosphere is not likely to occur in normal operation and if it does occur it will exist for a short period only. The risk of the simultaneous presence of an explosive gas atmosphere and a source of ignition is considered to be acceptably low.

The requirements which apply to non-sparking electrical apparatus are specified in Sections One to Three of this report. Measures are specified in Section Four which may be applied to those parts of electrical apparatus or circuits which in normal operation arc or spark or generate hot surfaces capable of igniting a surrounding flammable atmosphere, and which must, therefore, be suitably protected so that the risk of ignition of an external explosive gas atmosphere is reduced to an acceptable level.

3. Definitions

For the purpose of this report, the following definitions apply:

3.1 Type of protection "n"

A type of protection applied to electrical apparatus such that, in normal operation, it is not capable of igniting a surrounding explosive gas atmosphere and a fault capable of causing ignition is not likely to occur.

3.2 *Fonctionnement normal*

Un matériel électrique avec mode de protection «n» est en fonctionnement normal quand il est conforme électriquement et mécaniquement à ses spécifications de conception et qu'il est utilisé dans les limites spécifiées par le constructeur.

3.3 *Enveloppe*

Ensemble des parois qui entourent les parties actives du matériel électrique, y compris les portes, les couvercles, les entrées de câble, les tiges, axes et arbres.

3.4 *Enveloppe à respiration limitée*

Enveloppe conçue pour restreindre la pénétration de gaz et vapeurs.

3.5 *Dispositif à coupure enfermée*

Dispositif qui comporte des contacts électriques à fermeture et ouverture et qui résiste à une explosion interne du gaz ou de la vapeur inflammable pour lequel il est conçu, sans être endommagé et sans communiquer l'explosion interne au gaz ou à la vapeur inflammable correspondant placé à l'extérieur.

3.6 *Composant non incendiaire*

Composant, autre qu'un dispositif à coupure enfermée, comportant des contacts pour établir ou couper un circuit potentiellement incendiaire dans lequel, soit les contacts, soit le mécanisme de contact, soit l'enveloppe dans laquelle les contacts sont enfermés, sont construits de telle manière que, dans les conditions de fonctionnement spécifiées, le composant empêche l'allumage du gaz ou de la vapeur inflammable prescrit.

3.7 *Dispositif hermétiquement scellé*

Dispositif construit de telle manière que l'atmosphère extérieure ne puisse pénétrer à l'intérieur et dans lequel toutes les étanchéités sont obtenues par fusion, par exemple soudure à l'étain, brasage, soudage ou fusion de verre sur métal.

3.8 *Dispositif clos*

Dispositif construit de telle manière qu'il ne puisse pas être ouvert en service normal et qui est clos de manière à empêcher l'entrée d'une atmosphère extérieure.

3.9 *Matériels et circuits à énergie limitée*

Matériels électriques et circuits dans lesquels tout arc, étincelle ou échauffement produits dans les conditions d'essais prescrites dans le présent rapport est incapable de provoquer une inflammation.

3.10 *Distance de séparation*

Distance la plus courte entre deux pièces conductrices à travers un matériau isolant solide.

4. *Règles générales*

4.1 *Sources potentielles d'inflammation*

Le matériel ne doit pas, en fonctionnement normal:

- a) produire d'arc ni d'étincelle, à moins que l'arc ou l'étincelle de fonctionnement ne puisse pas provoquer l'inflammation d'une atmosphère explosive extérieure grâce à l'une des méthodes décrites à la section quatre;
- b) présenter une température maximale de surface supérieure à la valeur maximale correspondant à la classe de température du matériel (voir tableau I), à moins que la température de la surface ou du point chaud ne puisse pas provoquer l'inflammation d'une atmosphère explosive extérieure grâce à l'une des méthodes convenables décrites à la section quatre, ou à moins qu'il n'ait été démontré, d'une autre manière, que le matériel est sûr comme spécifié au paragraphe 4.3.3.

3.2 *Normal operation*

Electrical apparatus with type of protection “n” is in normal operation when it conforms electrically and mechanically with its design specification and is used within the limits specified by the manufacturer.

3.3 *Enclosure*

All the walls which surround the live parts of electrical apparatus including doors, covers, cable entries, rods, spindles and shafts.

3.4 *Restricted breathing enclosure*

An enclosure which is designed to restrict the entry of gases and vapours.

3.5 *Enclosed break device*

A device which incorporates electrical contacts that are made and broken, and which will withstand an internal explosion of the flammable gas or vapour for which it is designed without suffering damage and without communicating the internal explosion to the corresponding external flammable gas or vapour.

3.6 *Non-incendive component*

A component, other than an enclosed break device, with contacts for making and breaking a potentially incendive circuit where either the contacts, or the contacting mechanism or the enclosure in which the contacts are housed are so constructed that the component prevents ignition of the prescribed flammable gas or vapour under specified operating conditions.

3.7 *Hermetically sealed device*

A device which is so constructed that the external atmosphere cannot gain access to the interior and in which any seal is made by fusion, e.g. soldering, brazing, welding or the fusion of glass to metal.

3.8 *Sealed device*

A device which is so constructed that it cannot be opened during normal service and is sealed against entry of an external atmosphere.

3.9 *Energy limited apparatus and circuits*

Electrical apparatus and circuits in which no arc, spark or thermal effect produced in the test conditions prescribed in this report is capable of causing ignition.

3.10 *Separation*

The shortest distance through solid insulating material between two conductive parts.

4. *General requirements*

4.1 *Potential ignition sources*

The apparatus shall not in normal operation:

- a) produce an arc or spark unless the operational arc or spark is prevented from causing ignition of an external explosive atmosphere by one of the methods described in Section Four;
- b) develop a maximum surface temperature in excess of the maximum value appropriate to the temperature classification of the apparatus, see Table I, unless the surface temperature or hot spot is prevented from causing ignition of an external explosive atmosphere by one of the methods described in Section Four as appropriate, or is otherwise shown to be safe as specified in Sub-clause 4.3.3.

Note. — Des contacts disposés pour pouvoir glisser sont considérés comme produisant des étincelles en fonctionnement normal, à moins que des précautions ne soient prises pour éviter la production d'étincelles, par exemple en prévoyant la possibilité de bloquer le contact après réglage.

4.2 Groupe de matériel

Le matériel électrique avec mode de protection «n» doit être du Groupe II.

Il doit être des Groupes IIA, IIB ou IIC si cela est prescrit dans le présent rapport (voir paragraphes 19.4 et 22.2), conformément aux principes énoncés dans la Publication 79-12 de la CEI.

Le matériel électrique peut être conçu pour être utilisé seulement dans une atmosphère explosive gazeuse particulière. Il doit alors être marqué en conséquence (voir point *d*) du paragraphe 10.1).

4.3 Classification de température

4.3.1 Le matériel électrique doit normalement être conçu pour fonctionner dans une plage de température ambiante de $-20\text{ }^{\circ}\text{C}$ à $+40\text{ }^{\circ}\text{C}$. Lorsque le matériel électrique est prévu pour une plage de température différente de celle-ci, il doit comporter le marquage de cette plage de température. La classification de température, classe T indiquée dans le tableau I, doit être basée sur la température maximale de la plage de température ambiante pour laquelle le matériel est conçu.

4.3.2 Excepté pour les cas spéciaux mentionnés au paragraphe 4.3.3, la température maximale de toute surface externe ou interne à laquelle l'atmosphère environnante a accès ne doit pas dépasser la température limite de la classe spécifiée, indiquée dans le tableau I, mesurée avec les variations reconnues de la tension d'alimentation. Cette règle ne s'applique pas aux parties intérieures des dispositifs à coupure enfermée, des enveloppes à respiration limitée, des dispositifs hermétiquement scellés ou des dispositifs clos.

TABLEAU I

Classification des températures maximales de surface

| Classe de température | T1 | T2 | T3 | T4 | T5 | T6 |
|--|------------|------------|------------|------------|------------|-----------|
| Température maximale de surface ($^{\circ}\text{C}$) | ≤ 450 | ≤ 300 | ≤ 200 | ≤ 135 | ≤ 100 | ≤ 85 |

4.3.3 La température maximale de surface du matériel électrique doit être inférieure à la température la plus basse d'inflammation des atmosphères explosives gazeuses pour lesquelles le matériel électrique est conçu. Cependant, pour les composants dont la surface totale ne dépasse pas 10 cm^2 (par exemple transistors ou résistances utilisés dans les circuits de faible puissance à énergie limitée), la température maximale de surface peut, s'il n'y a pas de risque direct ou indirect d'inflammation provenant de ces composants, dépasser celle de la classe de température marquée avec une marge de sécurité d'au moins:

50 K pour T1, T2 et T3

25 K pour T4, T5 et T6

Cette marge de sécurité doit être assurée soit grâce à l'expérience acquise sur des composants similaires, soit par des épreuves effectuées sur le matériel électrique lui-même dans des mélanges explosifs ayant des caractéristiques thermiques d'inflammation appropriées.

Note. — Durant les épreuves, la marge de sécurité peut être vérifiée en augmentant la température ambiante.

Des températures maximales de surface supérieures à celle qui est indiquée pour la classe de température marquée sont admissibles à condition qu'il soit prouvé par des épreuves que la température maximale de surface est inférieure d'au moins 50 K à la température la plus basse à laquelle l'inflammation de la ou des atmosphères explosives gazeuses spécifiées se produit

Note. – Contacts with provision for sliding are considered as sparking in normal operation unless specific precautions are taken to avoid sparking, for example by making provision for clamping the contact after adjustment.

4.2 Apparatus group

Electrical apparatus with type of protection “n” shall be Group II.

It shall be Group IIA, IIB or IIC where required by this report (see Sub-clauses 19.4 and 22.2) in accordance with the principles given in IEC Publication 79-12.

Electrical apparatus may be designed for use only in a particular explosive gas atmosphere. It shall then be marked accordingly (see Item *d*) of Sub-clause 10.1).

4.3 Temperature classification

4.3.1 Electrical apparatus shall normally be designed for operation in an ambient temperature range from $-20\text{ }^{\circ}\text{C}$ to $+40\text{ }^{\circ}\text{C}$. Where the electrical apparatus is suitable for a temperature range which differs from this, it shall be marked with the temperature range. The temperature classification, T class given in Table I, shall be based on the maximum temperature of the ambient temperature range for which the apparatus is designed.

4.3.2 Except for the special cases in Sub-clause 4.3.3 the maximum temperature of any external or internal surface to which the surrounding atmosphere has access shall not exceed the limiting temperature of the specified class given in Table I, measured with recognized voltage supply variations. This requirement does not apply to the internal parts of enclosed-break devices, restricted-breathing enclosures, hermetically-sealed devices or sealed devices.

TABLE I
Classification of maximum surface temperatures

| Temperature class | T1 | T2 | T3 | T4 | T5 | T6 |
|--|------------|------------|------------|------------|------------|-----------|
| Maximum surface temperature ($^{\circ}\text{C}$) | ≤ 450 | ≤ 300 | ≤ 200 | ≤ 135 | ≤ 100 | ≤ 85 |

4.3.3 The maximum surface temperature of the electrical apparatus shall be below the lowest ignition temperature of the explosive gas atmospheres for which the electrical apparatus is designed. However for components having a total surface area of not more than 10 cm^2 (for example as for transistors or resistors used in energy limited low power circuits), the maximum surface temperature may exceed that for the marked temperature class if there is no direct or indirect risk of ignition from these components, with a safety margin of at least:

50 K for T1, T2 and T3

25 K for T4, T5 and T6

This safety margin shall be established by experience with similar components or by testing the electrical apparatus itself in explosive test mixtures having the appropriate thermal ignition characteristics.

Note. – During the test, the safety margin may be verified by increasing the ambient temperature.

Maximum surface temperatures higher than that indicated by the marked temperature class are permissible provided it is shown by test that the maximum surface temperature is at least 50 K below the lowest temperature at which ignition of the specified explosive gas atmosphere or atmospheres will occur under the intended conditions of use. This is only valid for the

dans les conditions d'utilisation prévues. Cela n'est valable que pour les gaz et vapeurs spécifiés dans la documentation jointe (voir articles 10 et 11), et le matériel doit comporter le marquage de la restriction d'utilisation.

- 4.3.4 Quand un matériel électrique est conçu pour une utilisation particulière ou est conçu pour une température maximale de surface supérieure à 450 °C, la température maximale de surface doit être marquée sur le matériel conformément aux règles de l'article 10.
- 4.3.5 Les composants auxiliaires des luminaires doivent être classés en tenant compte des conditions entraînées par des lampes défaillantes, par exemple en fin de vie, si cela produit des températures de surfaces plus élevées non contrôlées.
- Note.* – «Non contrôlées» signifie que cette température de surface plus élevée peut persister pendant un temps non négligeable (par exemple plus de 1 h).
- 4.3.6 Les luminaires doivent comporter le marquage des caractéristiques assignées et du type de lampes correspondant à la classe de température.

SECTION DEUX — RÈGLES POUR TOUS LES MATÉRIELS ÉLECTRIQUES

5. Généralités

Le matériel électrique avec mode de protection «n» doit être approprié à un usage industriel normal. Le constructeur doit vérifier la conformité aux règles pour un usage industriel normal.

Le matériel électrique doit également satisfaire aux règles du présent rapport. Des règles d'épreuves spécifiques peuvent ne pas être appliquées s'il est estimé qu'elles ne sont pas nécessaires à la sécurité et si une justification écrite en est donnée.

Note. – Si le matériel électrique doit supporter des contraintes particulières en service (par exemple contraintes mécaniques, électriques, thermiques ou chimiques), il convient que celles-ci soient spécifiées par l'utilisateur et que les mesures appropriées fassent l'objet d'un accord entre constructeur et utilisateur.

6. Enveloppes

6.1 Degré de protection

Le matériel électrique doit être prévu avec une enveloppe convenable.

Si elles sont destinées uniquement à une utilisation à l'intérieur, les enveloppes des parties actives nues et les enveloppes pour des pièces isolées doivent présenter des degrés de protection au moins égaux respectivement à IP4X¹⁾ et à IP2X¹⁾. Pour une utilisation à l'extérieur, des degrés de protection supérieurs seront en général nécessaires. Par exemple, les enveloppes d'un matériel électrique ayant des parties actives nues nécessiteront normalement un degré de protection au moins égal à IP54¹⁾ et les enveloppes uniquement pour pièces isolées nécessiteront normalement un degré de protection au moins égal à IP44¹⁾.

Toutefois, les matériels électriques destinés à être installés dans des endroits qui apportent une protection convenable contre la pénétration de corps solides étrangers et de liquides, par exemple dans une seconde enveloppe, dans une salle de conduite, dans une salle ou dans un site protégé, ou lorsque la sécurité ne se trouve pas diminuée par le contact avec des liquides ou avec des corps solides étrangers, par exemple des jauges de contrainte, des thermocouples et des thermomètres à résistance, n'ont pas besoin d'être conformes aux règles ci-dessus. On devra le mentionner d'une manière appropriée dans la documentation du matériel électrique.

¹⁾ Comme spécifié dans les Publications 144, 34-5 ou 529 de la CEI selon les cas.

flammable gases and vapours specified in the accompanying documentation (see Clauses 10 and 11), and the apparatus shall be marked with the restriction of application.

4.3.4 Where electrical apparatus is designed for a particular application or is designed for a maximum surface temperature greater than 450 °C, the maximum surface temperature shall be marked on the apparatus in accordance with the requirements of Clause 10.

4.3.5 Auxiliary components of luminaires shall be classified under failed lamp conditions, for example end of life, if this produces uncontrolled higher surface temperatures.

Note. – “Uncontrolled” means the higher surface temperature may persist for a significant time, for example longer than 1 h.

4.3.6 Luminaires shall be marked with the lamp rating and type appropriate to the temperature class.

SECTION TWO — REQUIREMENTS FOR ALL ELECTRICAL APPARATUS

5. General

Electrical apparatus with type of protection “n” shall be suitable for normal industrial use. The manufacturer shall verify compliance with the requirements for normal industrial use.

The electrical apparatus shall also comply with the requirements of this report. Specific test requirements may be omitted if they are judged to be unnecessary for safety and if written justification is given.

Note. – If the electrical apparatus is to withstand particular adverse service conditions (for example mechanical, electrical, thermal and chemical effects) these should be specified by the user and the appropriate measures agreed between user and manufacturer.

6. Enclosures

6.1 Degree of protection

Electrical apparatus shall be provided with an adequate enclosure.

Enclosures of bare live parts and enclosures for insulated parts only intended for use indoors shall provide degrees of protection not less than IP 4X¹⁾ and IP2X¹⁾ respectively. For outdoor use higher degrees of protection will usually be necessary. For example, enclosures of electrical apparatus having bare live parts will normally require a degree of protection not less than IP54¹⁾, and enclosures for insulated parts only will normally require a degree of protection not less than IP44¹⁾.

However electrical apparatus intended to be installed in locations which provide adequate protection against the entry of solid foreign bodies and liquids, for example in a second enclosure, in a control room, in a room or in a protected site, or where safety would not be impaired by contact with liquids or solid foreign bodies, for example strain gauges, thermocouples and resistance thermometers, need not comply with the above requirements. Appropriate reference shall be made in the documentation for the electrical apparatus.

¹⁾ As specified in IEC Publication 144, 34-5 or 529 as appropriate.

Un degré de protection plus élevé doit être appliqué à des types spécifiques de matériels lorsque cela est indiqué dans le présent rapport.

Note. — Une enveloppe peut être constituée par une enveloppe d'usage général, par une enveloppe hermétiquement scellée, par une enveloppe à respiration limitée ou par une combinaison quelconque de celles-ci.

6.2 Epreuve de tenue aux chocs

Les enveloppes doivent respecter les règles des épreuves de choc spécifiées dans la norme relative au matériel électrique industriel normal. S'il n'existe pas de norme pour le matériel électrique particulier ou si les règles pour l'épreuve de choc n'y sont pas spécifiées, les règles ci-après doivent être appliquées.

Des épreuves de tenue aux chocs sont effectuées à des niveaux d'énergie de choc qui varient en fonction du type de matériel ou des parties de matériel, conformément au tableau II.

TABLEAU II
Epreuves de tenue aux chocs

| Risque de dommage mécanique | Energie de choc E (J) | |
|---|----------------------------|--------|
| | Normal | Faible |
| 1. Parties translucides avec dispositif de protection (épreuves à effectuer sans le dispositif de protection) | 1 | 0,5 |
| 2. Parties translucides sans dispositif de protection | 2 | 1 |
| 3. Autres enveloppes ou parties d'enveloppes (y compris les dispositifs de protection et les capots de protection des ventilateurs) | 3,5 | 2 |

Note. — Lorsqu'un matériel électrique est soumis aux épreuves qui correspondent au risque de dommage mécanique faible, il doit être marqué «X» conformément au point i) de l'article 10.

Le matériel électrique est soumis à l'effet de la chute verticale d'une masse de M kg tombant d'une hauteur h , les valeurs de M et de h dépendant du niveau d'énergie prescrit comme indiqué dans le tableau III. La masse d'épreuve doit être munie d'une pièce de frappe en acier trempé de forme hémisphérique de 25 mm de diamètre.

TABLEAU III
Niveaux d'épreuves aux chocs

| Energie de choc E (J) | Masse M (kg) | Hauteur h (m) |
|----------------------------|-------------------|--------------------|
| 0,5 | 0,25 | 0,2 |
| 1 | | 0,4 |
| 2 | | 0,8 |
| 3,5 | 1,0 | 0,35 |

Note. — $h = E/Mg$ avec $g \approx 10 \text{ m/s}^2$ h en mètres
 E en joules
 M en kilogrammes

A higher degree of protection shall apply to specific types of electrical apparatus where indicated in this report.

Note. – An enclosure may comprise a general purpose enclosure, a hermetically-sealed enclosure, a restricted-breathing enclosure or any combination of these.

6.2 Test for resistance to impact

Enclosures shall be capable of meeting the impact test requirements specified in the standard for normal industrial electrical apparatus. Where no standard for the particular electrical apparatus exists, or where impact test requirements are not specified, the following requirements shall apply.

Tests for resistance to impact are applied at impact energy levels which vary according to the type of electrical apparatus, or parts of electrical apparatus, as shown in Table II.

TABLE II
Tests for resistance to impact

| Risk of mechanical damage | Impact energy E (J) | |
|---|-----------------------|-----|
| | Normal | Low |
| 1. Light transmitting parts with guard (to be tested without guard) | 1 | 0.5 |
| 2. Light transmitting parts without guards | 2 | 1 |
| 3. Other enclosures or parts of enclosures (including guards and fan hoods) | 3.5 | 2 |

Note. – Where electrical apparatus is submitted to tests corresponding to low risk mechanical damage it shall be marked "X" in accordance with Item i) of Clause 10.

The electrical apparatus is submitted to the effect of a test mass of M kg falling vertically from a height h , the values of M and h being dependent on the impact energy required as listed in Table III. The test mass shall be fitted with an impact head of hardened steel in the form of a hemisphere of 25 mm in diameter.

TABLE III
Impact test levels

| Impact energy E (J) | Mass M (kg) | Height h (m) |
|-----------------------|---------------|----------------|
| 0.5 | 0.25 | 0.2 |
| 1 | | 0.4 |
| 2 | | 0.8 |
| 3.5 | 1.0 | 0.35 |

Note. – $h = E/Mg$ where $g \approx 10 \text{ m/s}^2$ h in metres
 E in joules
 M in kilogrammes

Un exemple d'appareil d'essai suivant la méthode de chute libre pour matériels fixes est donné dans la figure 1, page 60. Si les conditions sont telles que cette méthode ne puisse pas être utilisée, la méthode du pendule peut être utilisée à la place. Dans ce cas, la pièce de frappe, y compris le système de liaison, doit avoir une masse conforme au tableau III et cette masse doit être répartie de telle manière que le point d'impact soit dans la trajectoire du centre de gravité du système mobile.

La surface de la pièce de frappe hémisphérique en acier trempé doit être vérifiée avant chaque essai afin de s'assurer qu'elle est en bon état et dépourvue de tout défaut susceptible d'affecter l'épreuve.

Normalement, l'épreuve doit être réalisée sur le matériel électrique entièrement monté et prêt à l'emploi; néanmoins, pour les parties translucides, si cela n'est pas possible, l'épreuve doit être effectuée sur les parties démontées mais fixées dans leur cadre ou dans un cadre équivalent. Si du ciment ou un collage sont utilisés, les mêmes matériaux doivent être utilisés pour fixer les parties transparentes dans le cadre équivalent.

Pour les parties translucides en verre, l'épreuve doit être effectuée sur trois échantillons essayés chacun une fois. Dans tous les autres cas, l'épreuve doit être effectuée sur un seul échantillon essayé deux fois. Les points d'impact doivent être choisis aux endroits qui paraissent être les plus faibles.

Les matériels électriques fixes doivent être disposés sur un socle en acier (voir figure 1) de telle sorte que la direction du choc soit perpendiculaire à la surface éprouvée si elle est plane, ou au plan tangent au point d'impact si elle ne l'est pas. Le socle doit avoir une masse d'au moins 20 kg, à moins qu'il ne soit rigidement fixé ou inséré dans le sol (scellement dans du béton).

Pour les matériels électriques suspendus, la direction du choc doit être perpendiculaire à une surface plane ou perpendiculaire au plan tangent au point d'impact si la surface n'est pas plane.

L'épreuve doit être effectuée à une température ambiante de 25 ± 10 °C, sauf dans le cas où le matériel électrique comporte des enveloppes ou parties d'enveloppes en matière plastique; dans ce cas, elle doit être effectuée à une température supérieure d'au moins 10 K à la température de service du matériel électrique, mais au moins égale à 50 °C et, si nécessaire, sur un autre échantillon, à une basse température de -25 ± 3 °C.

Pour du matériel électrique destiné à n'être utilisé qu'à l'intérieur de bâtiments, l'épreuve à basse température peut être faite à une température de -5 ± 3 °C. Le matériel doit être marqué en conséquence et les détails donnés dans la documentation (voir articles 10 et 11).

Les matériels électriques qui doivent être éprouvés à une température autre que la température ambiante doivent être placés dans une enceinte climatique à une température supérieure d'au plus 10 K à la valeur prescrite si elle est supérieure à la température ambiante, et inférieure d'au plus 5 K à la valeur prescrite si elle est inférieure à la température ambiante. Après stabilisation de la température de l'échantillon, celui-ci est retiré de l'enceinte, puis placé sur le socle et soumis à l'épreuve au moment où sa température atteint la température prescrite.

Lorsqu'elle est examinée après l'épreuve, l'enveloppe ne doit présenter aucun dommage significatif. Aucune des déformations causées par les épreuves ne doit empêcher le fonctionnement en toute sécurité du matériel électrique et ne doit diminuer ni les distances dans l'air et lignes de fuite spécifiées, ni le degré de protection de l'enveloppe.

Les détériorations superficielles, enlèvements de peinture, bris de nervures de refroidissement ou autres éléments analogues du matériel électrique, et enfoncements de faibles dimensions, ne doivent pas être pris en considération.

An example of the standard free fall test apparatus for fixed apparatus is shown in Figure 1, page 61. When the conditions are such that this method cannot be used a pendulum method may be used instead. In this case the striking elements including the support rods or cords shall have a mass as specified in Table III and this mass shall be distributed so that the impact point is on the trajectory of the centre of gravity of the moving system.

The surface of the hemispherical hardened steel impact head shall be checked before each test to ensure that it is in good condition and substantially free from damage.

Normally the test shall be carried out on the electrical apparatus completely assembled and ready for use. Where this is not possible for light transmitting parts the test shall be made with the parts removed but fixed in their mounting frame or on an equivalent frame. Where cement or bonding is used the same materials shall be used to fix the transparent parts to the equivalent frame.

For light transmitting parts made of glass the test shall be made once on each of three samples. In all other cases two tests shall be made on one sample. The points of impact shall be places considered to be the weakest.

Fixed electrical apparatus shall be mounted on a steel base (see Figure 1) so that the direction of the impact is normal to the surface being tested if it is flat, or normal to the tangent to the surface at the point of impact if it is not flat. The base shall have a mass of at least 20 kg or be rigidly fixed or inserted in the floor (secured in concrete).

For suspended electrical apparatus the direction of impact shall be normal to a flat surface or normal to the tangent at the point of impact if the surface is not flat.

The test shall be carried out at an ambient temperature of $25 \pm 10^\circ\text{C}$ except where the electrical apparatus has enclosures or parts of enclosures made of plastics material; in this case it shall be made at a temperature of at least 10 K above the service temperature of the electrical apparatus with a minimum of 50°C and, if necessary on another sample, at a low temperature of $-25 \pm 3^\circ\text{C}$.

For electrical apparatus intended for use inside buildings, the low temperature test may be made at a temperature of $-5 \pm 3^\circ\text{C}$. The apparatus shall be marked accordingly and the details given in the documentation (see Clauses 10 and 11).

Apparatus to be tested at a temperature different from ambient temperature shall be placed in a climatic cupboard at a temperature not more than 10 K higher than the prescribed value when this is above the ambient temperature and not more than 5 K lower than the prescribed value when this is below the ambient temperature. After the temperature of the sample has stabilized it is removed from the cupboard, placed on the base and submitted to the test at the moment when the temperature reaches the prescribed temperature.

When examined after test, the enclosure shall show no significant damage. Any deformation caused by the tests shall not prevent the safe operation of the electrical apparatus nor reduce the specified clearances and creepage distances nor reduce the degree of protection of the enclosure.

Superficial damage, chipping of paintwork, breakage of cooling fins or other similar parts of the electrical apparatus and small dents shall be ignored.

Les capots et déflecteurs des ventilateurs extérieurs peuvent être déformés, mais sans déplacement ou déformation entraînant le frottement des pièces mobiles.

Les enveloppes à respiration limitée doivent être encore capables de satisfaire à l'épreuve de type spécifiée à l'article 23.

7. Eléments de raccordement

Les règles ci-après s'appliquent lorsque la sécurité en dépend.

Ces règles ne s'appliquent pas si des règles pour les éléments de raccordement existent dans une norme reconnue pour le matériel électrique industriel (pour les prises de courant, voir article 15).

7.1 Raccordements à des conducteurs extérieurs

- 7.1.1 Le matériel électrique devant être raccordé à des circuits extérieurs doit comporter des éléments de raccordement, sauf pour le matériel électrique qui est fabriqué avec un câble qui lui est solidaire en permanence. Les éléments de raccordement doivent être conçus de manière que les conducteurs puissent être raccordés aisément aux bornes et être fixés sans diminution de leur section, le tout de façon qu'ils soient tenus et fixés pour ne pouvoir ni se dégager ni se tordre, et pour que la pression de contact soit maintenue de façon sûre. Cette règle n'est pas destinée à exclure l'emploi de bornes dans lesquelles seules les forces de frottement assurent la bonne tenue.

En variante, les bornes peuvent convenir pour des cosses de câble à condition que les cosses ne puissent pas prendre de jeu et que le système soit tel que la pression de contact soit maintenue. Lorsqu'on utilise ce type de borne, il faut prévoir des dispositifs qui empêchent une diminution accidentelle des distances dans l'air. Cela peut se faire en utilisant des écrans isolants au moins aussi hauts que les bornes.

- 7.1.2 Les éléments de raccordement doivent être conçus pour pouvoir recevoir au moins un conducteur d'une section correspondant au courant assigné du matériel.

Note. — Les conditions de l'installation (chute de tension, niveau de défaut, etc.) peuvent rendre nécessaires des bornes pour conducteurs plus gros que ce qui est nécessaire en fonction de considérations thermiques.

- 7.1.3 Les entrées de câbles et les entrées de conduits doivent être construites et montées de telle sorte qu'elles n'altèrent pas les propriétés spécifiques de la protection du matériel électrique sur lequel elles sont montées. Cela doit être vrai pour toute la gamme des diamètres de câbles définie par le constructeur des entrées de câbles comme étant utilisable dans ces entrées.

Les entrées de câbles doivent assurer:

- a) le passage sans détérioration du câble au travers d'une paroi d'enveloppe, et
- b) si nécessaire, l'amarrage du câble et le contact avec les armures, gaines ou écrans métalliques du câble.

Les entrées de câbles souples doivent être sans arête coupante susceptible d'endommager le câble, lorsque celui-ci est plié suivant un angle de 90° et dans toutes les directions par rapport à l'axe de l'entrée. Le point d'entrée doit être arrondi de telle sorte que le rayon de courbure du câble ne soit pas inférieur au quart du diamètre du câble maximal admissible dans l'entrée.

- 7.1.4 Une entrée de conduit peut être réalisée par vissage dans des trous filetés ou par blocage dans des trous lisses, pratiqués:

- a) dans les parois de l'enveloppe, ou
- b) dans des plaques d'adaptation prévues pour être montées dans ou sur les parois de l'enveloppe, ou
- c) dans un dispositif coupe-feu approprié, faisant partie de l'enveloppe ou bien fixé sur les parois de l'enveloppe.

External fanhoods and screens may be deformed but displacement or deformation shall not cause rubbing by the moving parts.

Restricted-breathing enclosures shall still be capable of passing the type test specified in Clause 23.

7. Connection facilities

The following requirements shall apply where safety is dependent upon them.

These requirements do not apply if connection facility requirements are included in a recognized standard for industrial electrical apparatus. (For plugs and sockets, see Clause 15.)

7.1 Connections for external conductors

- 7.1.1 Electrical apparatus which is intended for connection to external circuits shall include connection facilities except for electrical apparatus which is manufactured with a cable permanently connected to it. The connection facilities shall be so designed that the conductors can be connected readily to the terminals and can be clamped without reducing their cross-sectional area, in such a manner that they are gripped and secured against loosening and twisting, and that the contact pressure will be reliably maintained. This requirement is not intended to exclude the use of terminals which rely on friction alone for their integrity against loosening.

Alternatively, the terminals may be suitable for cable lugs provided that the lugs can be secured against loosening and that the arrangement is such that the contact pressure will be maintained. Where this type of termination is used, means shall be provided to guard against accidental reduction of clearances. This may be achieved by the use of insulating barriers at least as high as the terminals.

- 7.1.2 Connection facilities shall accommodate at least the size of conductor appropriate to the rated current of the equipment.

Note. — System conditions (voltage drop, fault level, etc.) may make it necessary to provide terminals suitable for larger conductors than are required by thermal considerations.

- 7.1.3 Cable and conduit entries shall be constructed and mounted so that they do not degrade the specific characteristics of the protection of the electrical apparatus on which they are mounted. This shall apply to the whole range of cable diameters specified by the manufacturer of the cable entries as suitable for use with those entries.

The cable entries shall provide for:

- a) passage of the cable through the enclosure wall without damage to the cable; and
- b) if necessary, clamping of the cable and bonding of the metal armouring, sheath or screen.

Entries for flexible cables shall have no sharp edges capable of damaging the cable when it is moved through an angle of 90° in any direction with respect to the axis of the entry. The entry point shall be rounded so that the radius of curvature of the cable cannot be less than a quarter of the diameter of the maximum size cable allowed for the entry.

- 7.1.4 Entry by conduit may be by screwing into threaded holes or locking in plain holes:

- a) in the wall of the enclosure, or
- b) in an adaptor plate designed to be fitted in or on the walls of the enclosure, or
- c) into a suitable stopping box, integral with or attached to the wall of the enclosure.

- 7.1.5 Dans des cas exceptionnels, lorsque, dans les limites des caractéristiques assignées, la température dépasse soit 70 °C au point d'entrée de câble ou de conduit, soit 80 °C à l'épanouissement des conducteurs, un marquage devra être apposé à l'extérieur du matériel électrique afin de servir d'indication pour le choix par l'utilisateur des câbles ou des conducteurs des conduits.

Dans les cas de sources multiples de chaleur, on peut appliquer un coefficient de foisonnement qui doit être mentionné dans la documentation.

7.2 Raccordements et câblage internes

- 7.2.1 Les raccordements internes ne doivent pas subir de contraintes mécaniques anormales. Ils doivent être conçus de manière que la pression de contact soit convenablement maintenue. Des exemples de procédés convenables sont:

- a) Raccordements vissés ou boulonnés.
- b) Raccordements sertis.
- c) Soudure tendre (à l'étain).
- d) Soudure dure (brasage).
- e) Soudure autogène.
- f) Vis de serrage à condition qu'elles n'endommagent pas les conducteurs.
- g) Connexions par enroulement.
- h) Connecteurs du type «à pression».

- 7.2.2 Le câblage interne qui peut entrer en contact avec une pièce métallique tranchante doit être soit protégé mécaniquement, soit fixé pour éviter toute usure par frottement.

8. Rigidité diélectrique

Les épreuves de rigidité diélectrique doivent être effectuées conformément à la norme correspondante de l'industrie pour le matériel électrique concerné. S'il n'existe pas de telle norme pour le matériel électrique particulier ou si les règles de rigidité diélectrique n'y sont pas spécifiées, le matériel, y compris son câblage interne, doit supporter sans claquage une tension d'épreuve de $1000 \text{ V} + 2 \times U_n$ (valeur efficace), avec un minimum de 1500 V, appliquée pendant au moins 1 min.

Pour des matériels destinés à être utilisés à des tensions dont la valeur de crête ne dépasse pas 90 V, la tension d'épreuve peut être diminuée sans descendre au-dessous d'une valeur efficace de 500 V.

Note. — Dans des cas exceptionnels, les règles des épreuves de rigidité diélectrique peuvent être atténuées, à condition que justification en soit donnée dans la documentation.

9. Distances dans l'air, distances de séparation et lignes de fuite

- 9.1 S'il y a risque de défaut électrique potentiellement incendiaire et si aucune règle n'est spécifiée dans les normes du matériel électrique industriel concerné, les distances dans l'air et de séparation et les lignes de fuite entre pièces conductrices doivent être conformes aux règles données au tableau IV, à moins que le matériel ne soit soumis à des épreuves individuelles de rigidité diélectrique à une tension de valeur efficace $1500 \text{ V} + 2 U_n$ sans claquage.
- 9.2 Les distances dans l'air et lignes de fuite doivent être mesurées avec toutes les pièces mobiles disposées pour donner les valeurs les plus basses possible.
- 9.3 Des valeurs inférieures à celles qui sont spécifiées au tableau IV peuvent être utilisées si le matériel est examiné et/ou éprouvé avec les défauts créés, par exemple avec les pièces connectées entre elles là où elles ne sont pas conformes au tableau IV, auquel cas on devra tenir compte des effets pouvant en résulter.

- 7.1.5 In exceptional cases when the temperature under rated conditions exceeds 70 °C at the cable or conduit entry point, or 80 °C at the branching point of the conductors, a label shall be provided on the outside of the electrical apparatus as a guide for selection by the user of the cable, or of the wiring in the conduit.

In the case of multiple sources of heat, a diversity factor may be applied and shall be stated in the documents.

7.2 *Internal connections and wiring*

- 7.2.1 Internal connections shall not be subject to undue mechanical stress. They shall be such that contact pressure is adequately maintained. Examples of suitable methods are:

- a) Screwed or bolted connections.
- b) Crimped connections.
- c) Soldering.
- d) Brazing.
- e) Welding.
- f) Pinching screws, provided that the pinching screws do not damage the conductors.
- g) Wire-wrapped joints.
- h) Pressure-type wire connectors.

- 7.2.2 Internal wiring which might come in contact with a sharp metallic part shall be either mechanically protected or clamped to avoid chafing.

8. **Electric strength**

Tests for electric strength shall be carried out in accordance with the relevant industrial standard for the electrical apparatus concerned. Where no such standard for the particular electrical apparatus exists or where electric strength requirements are not specified, apparatus, including internal wiring, shall withstand without breakdown an r.m.s. test voltage of $1\,000\text{ V} + 2 \times U_n$ or $1\,500\text{ V}$, whichever is greater, applied for at least 1 min.

For apparatus intended for use at circuit voltages not exceeding 90 V peak, the test voltage may be reduced to a value not less than 500 V r.m.s.

Note. – In exceptional circumstances the electric strength test requirements may be relaxed provided justification is given in the documentation.

9. **Clearances, separations and creepage distances**

- 9.1 Where electrical breakdown would be potentially incendive, and where no requirements are specified in the standards for the industrial electrical apparatus concerned, clearances, separations and creepage distances for the separation of conductive parts shall comply with the requirements stated in Table IV, unless the apparatus is subjected to routine electric strength tests of $1\,500\text{ V} + 2 U_n$ (r.m.s.) without breakdown.
- 9.2 Clearances and creepage distances shall be measured with any moveable parts adjusted to give the lowest figures possible.
- 9.3 Lower values than those specified in Table IV may be used if the electrical apparatus is assessed and/or tested with the appropriate faults applied, for example with parts connected together where they do not comply with Table IV, in which case consequential effects shall be taken into account.

TABLEAU IV

Distances dans l'air, distances de séparation et lignes de fuite minimales

| Tension U_n nominale d'alimentation, ou valeur nominale de la tension entre pièces conductrices (V) | | Distances minimales dans l'air et de séparation (mm) | | | Lignes de fuite minimales (mm) | | | |
|---|--------------------|--|--------|------------|--|-------|------|------|
| | | | | | Indice minimal de résistance au cheminement | | | |
| Courant alternatif | Courant continu | Enrobé | Revêtu | Dans l'air | 500 | 250 | 175 | 125 |
| 12 | 13 | 0,13 | 0,3 | 0,4 | 1 | 1 | 1 | 1 |
| 30 | 36 | 0,26 | 0,3 | 0,8 | 1 | 1 | 1 | 1 |
| 60 | 75 | 0,43 | 0,43 | 1,3 | 1 | 1,3 | 1,3 | 1,3 |
| 130 | 160 | 0,66 | 1,0 | 2 | 1,4 | 1,7 | 2,0 | 2,5 |
| 250 | 300 | 0,66 | 1,7 | 2 | 2,3 | 2,8 | 3,4 | 4,0 |
| 380 | 500 | 0,73 | 2,6 | 2,8 | 3,7 | 4,3 | 5,1 | 6,2 |
| 500 | 600 | 0,9 | 3,0 | 3,4 | 4,4 | 5,1 | 6,0 | 7,1 |
| 660 | 900 | 1,1 | 4,4 | 5,0 | 6,5 | 7,5 | 9,0 | 11,0 |
| 1000 | 1200 | 1,7 | 5,8 | 6,8 | 8,6 | 10,0 | 12,0 | 14,0 |
| 3000 | — | — | — | 23,0 | 28,0 | 35,0 | 42,0 | 60,0 |
| 6000 | — | — | — | 45,0 | 55,0 | 70,0 | 85,0 | — |
| 10000 | — | — | — | 75,0 | 80,0 | 100,0 | — | — |

La tension assignée du matériel électrique peut dépasser de 10% les valeurs données dans le tableau IV.

9.4 Les valeurs de distances dans l'air figurant dans la colonne «Enrobé» s'appliquent aux parties qui sont entièrement noyées dans une résine thermodurcissable d'une profondeur d'au moins 0,4 mm.

9.5 Les valeurs de distances dans l'air figurant dans la colonne «Revêtu» s'appliquent aux parties qui sont protégées par un agent de revêtement souple ou par au moins deux couches d'une matière de revêtement qui peut être une laque ou un vernis.

Note. — Il convient de laisser chaque couche de vernis ou de laque sécher avant d'appliquer la couche suivante. S'il n'y a qu'une petite surface du matériel qui a besoin d'une telle protection pour être conforme au tableau IV, cela peut être fait localement, par exemple par application au pinceau.

10. Marquage

10.1 Le matériel doit comporter un marquage avec les mentions suivantes:

a) Identification du constructeur.

b) Désignation du type donnée par le constructeur.

c) Le symbole:

Ex nA — pour les matériels ne produisant pas d'étincelles (voir section trois)

Ex nC — pour les matériels produisant des étincelles dont les contacts sont convenablement protégés par un procédé autre que par enveloppe à respiration limitée (voir section quatre)

Ex nR — pour les enveloppes à respiration limitée (voir article 23).

(Le symbole Ex indique que le matériel est conforme aux règles du présent rapport.)

d) Le symbole de Groupe II ou, lorsque cela est prescrit par le présent rapport, IIA, IIB ou IIC. Un matériel destiné à une vapeur ou à un gaz particulier doit être marqué du symbole II suivi du nom ou de la formule chimique du gaz ou de la vapeur.

TABLE IV

Minimum clearances, separations and creepage distances

| Nominal supply voltage U_n or nominal value of voltage between conductive parts (V) | | Minimum clearances and separations (mm) | | | Minimum creepage distances (mm) | | | |
|---|------|---|--------|--------|------------------------------------|-------|------|------|
| | | | | | Minimum comparative tracking index | | | |
| A.C. | D.C. | Encapsulated | Sealed | In air | 500 | 250 | 175 | 125 |
| 12 | 15 | 0.13 | 0.3 | 0.4 | 1 | 1 | 1 | 1 |
| 30 | 36 | 0.26 | 0.3 | 0.8 | 1 | 1 | 1 | 1 |
| 60 | 75 | 0.43 | 0.43 | 1.3 | 1 | 1.3 | 1.3 | 1.3 |
| 130 | 160 | 0.66 | 1.0 | 2 | 1.4 | 1.7 | 2.0 | 2.5 |
| 250 | 300 | 0.66 | 1.7 | 2 | 2.3 | 2.8 | 3.4 | 4.0 |
| 380 | 500 | 0.73 | 2.6 | 2.8 | 3.7 | 4.3 | 5.1 | 6.2 |
| 500 | 600 | 0.9 | 3.0 | 3.4 | 4.4 | 5.1 | 6.0 | 7.1 |
| 660 | 900 | 1.1 | 4.4 | 5.0 | 6.5 | 7.5 | 9.0 | 11.0 |
| 1000 | 1200 | 1.7 | 5.8 | 6.8 | 8.6 | 10.0 | 12.0 | 14.0 |
| 3000 | — | — | — | 23.0 | 28.0 | 35.0 | 42.0 | 60.0 |
| 6000 | — | — | — | 45.0 | 55.0 | 70.0 | 85.0 | — |
| 10000 | — | — | — | 75.0 | 80.0 | 100.0 | — | — |

The rated voltage of the electrical apparatus may exceed the value given in Table IV by 10%.

- 9.4 The values for clearances in the column headed "Encapsulated" apply to parts which are completely immersed in thermo-setting resin to a minimum depth of 0.4 mm.

- 9.5 The values for clearances in the column headed "Sealed" apply to parts which are protected by a soft setting medium, or by at least two coats of sealing medium which may be lacquer or varnish.

Note. — Each coat of lacquer or varnish should be allowed to dry before the next coat is applied. Where only a small area of the apparatus requires sealing to comply with Table IV, this may be treated locally, for example by brush coating.

10. Marking

- 10.1. The apparatus shall be marked with the following particulars:

- Identification of the manufacturer.
- Manufacturer's type identification.
- The symbol:

Ex nA — for non-sparking apparatus (see Section Three)

Ex nC — for sparking apparatus in which the contacts are suitably protected other than by restricted breathing enclosure (see Section Four)

Ex nR — for restricted breathing enclosures (see Clause 23).

(The symbol Ex indicates that the apparatus complies with the requirements of this report.)

- The Group symbol II or, where required by this report, IIA, IIB or IIC. Apparatus intended for a particular gas or vapour shall be marked with the symbol II followed by the name or chemical formula of the gas or vapour.

- e) Le symbole indiquant la classe de température, ou la température maximale de surface en degrés Celsius, ou les deux. Lorsque le marquage comporte les deux, la classe de température doit figurer en dernier et entre parenthèses.

Exemple: T1 ou 350 °C ou 350 °C (T1).

Le matériel électrique présentant une température maximale de surface supérieure à 450 °C doit porter uniquement l'inscription de la température.

- f) La plage de température ambiante, si elle est différente de -20 °C à +40 °C.
- g) Un numéro de fabrication, si exigé, sauf pour:
- 1) les accessoires de raccordement (entrées de câbles, entrées de conduits, plaques d'obturation, plaques intermédiaires, prises de courant et traversées);
 - 2) le très petit matériel électrique sur lequel la place est limitée.
- h) Si le matériel a été certifié conforme aux règles du présent rapport, le nom ou le symbole de l'autorité de certification et le numéro du certificat.
- i) Le symbole X, s'il y a des conditions spéciales d'installation et d'utilisation concernant la sécurité présentée par le matériel. Ces conditions doivent être spécifiées dans les documents du matériel.
- j) Tout autre marquage prescrit par le présent rapport ou toute autre norme de la CEI concernée.

Les marquages c), d) et e) doivent être placés dans le même ordre que ci-dessus, par exemple:

Ex nA II T4 ou Ex nA II T4 X (si le marquage suivant le point i) est à inclure)

- 10.2 Sur le très petit matériel électrique où la place est limitée, le marquage peut être réduit mais devra comporter au moins:

- a) Le symbole Ex n, avec A, C ou R.
- b) Si le matériel a été certifié conforme aux règles du présent rapport, le nom ou le symbole de l'autorité de certification et le numéro du certificat.
- c) Le symbole X, si nécessaire.
- d) Le nom ou la marque commerciale déposée du constructeur.

11. Déclaration de conformité

Lorsque cela est exigé, la conformité au présent rapport d'un matériel non certifié par une autorité de certification doit être attestée par une déclaration de conformité qui doit être établie par le constructeur et qui doit être fournie sur demande. La déclaration doit comprendre:

- a) Identification du constructeur.
- b) Désignation du type donnée par le constructeur.
- c) Description du matériel.
- d) Marquage et toutes autres informations normalement prescrites pour des matériels électriques conformes au présent rapport et à toutes autres normes de la CEI concernées.
- e) Assurance donnée par le constructeur que le matériel est conforme au présent rapport.
- f) Conditions complémentaires, s'il y a lieu, pour l'installation et l'utilisation sûres du matériel.

- e) The symbol indicating the temperature class, or the maximum surface temperature in degrees Celsius, or both. When the marking includes both, the temperature class shall be given last in brackets.

Example: T1 or 350 °C or 350 °C (T1).

Electrical apparatus having a maximum surface temperature greater than 450 °C shall be marked with the temperature only.

- f) The ambient temperature range, if this differs from –20 °C to + 40 °C.
- g) A serial number, if required, but not for:
 - 1) connection accessories (cable and conduit entries, blanking plates, adaptor plates, plugs and sockets and bushings);
 - 2) very small electrical apparatus on which there is limited space.
- h) If the apparatus has been certified as complying with the requirements of this report, the name or symbol of the certifying authority and the number of the certificate.
- i) The symbol X, if there are any special conditions of installation and use relevant to the safety of the apparatus. These shall be specified in the documents for the apparatus.
- j) Any other marking required by this report and other relevant IEC standards.

Items c), d) and e) shall be marked in the same sequence as given above, e.g:

Ex nA II T4 or Ex nA II T4 X (where marking according to item i) is to be included)

- 10.2 On very small electrical apparatus where there is limited space, the marking may be reduced but will require at least:

- a) The symbol Ex n, together with A, C or R.
- b) If the apparatus has been certified as complying with the requirements of this report, the name or symbol of the certifying authority and the number of the certificate.
- c) The symbol X, if appropriate.
- d) The name or registered trade mark of the manufacturer.

11. Declaration of compliance

When required, conformity with this report for apparatus not certified by a certifying authority shall be attested by a Declaration of Compliance which shall be prepared by the manufacturer and which shall be supplied on demand. The declaration shall include:

- a) Identification of the manufacturer.
- b) Manufacturer's type identification.
- c) Apparatus description.
- d) Markings and any other information normally required for electrical apparatus complying with this report and any other relevant IEC standards.
- e) Assurance by the manufacturer that the apparatus complies with this report.
- f) Additional conditions, if any, for the safe installation and use of the apparatus.

SECTION TROIS — RÈGLES COMPLÉMENTAIRES POUR LES MATÉRIELS ÉLECTRIQUES NE PRODUISANT PAS D'ÉTINCELLES

12. Généralités

En plus des règles données dans les sections un et deux, les règles particulières ci-après doivent être prises en compte pour les matériels qui ne produisent pas d'étincelles en fonctionnement normal.

13. Machines tournantes

Les règles ci-après s'appliquent aux machines tournantes qui font partie du domaine d'application de la Publication 34 de la CEI. Pour les autres dispositifs tournants, par exemple moteurs d'horloges et servomoteurs, les règles appropriées du présent rapport doivent être appliquées.

- 13.1 La classification en température des machines doit être basée sur les conditions de fonctionnement à l'exclusion des conditions de démarrage, à moins que la machine ne soit conçue pour fonctionner selon un cycle défini tel que la température limite fixée par la classe de température du moteur ne soit pas dépassée pendant la totalité du cycle y compris le démarrage si celui-ci fait partie du cycle.

Note. — Les calculs ou les essais du constructeur peuvent servir de preuve de conformité.

- 13.2 Les barres des rotors à cage doivent être étroitement ajustées dans les encoches afin de diminuer le risque d'étincelle au démarrage et en marche.

Note. — Cela peut être obtenu, par exemple, soit avec de l'aluminium coulé sous pression, soit en mettant une garniture supplémentaire dans les encoches contenant des barres séparées, soit en calant les barres, soit en les fixant par des cales.

Lorsque le type de fabrication utilise un vernis d'imprégnation pour obtenir la rigidité nécessaire, le constructeur doit employer une qualité de vernis compatible avec la température et les conditions de fonctionnement prévues et doit employer une méthode assurant la complète pénétration du vernis.

- 13.3 Les ventilateurs, les capots de protection des ventilateurs, les pièces de revêtement des orifices de ventilation, etc., doivent être solidement construits et être fixés de façon à empêcher les déformations et les déplacements pouvant entraîner des chocs ou des frottements des pièces tournantes contre les pièces fixes.

En fonctionnement normal, la distance entre le ventilateur et son capot de protection, les pièces de revêtement des orifices de ventilation et leurs éléments de fixation doit être au minimum de $\frac{1}{100}$ du diamètre le plus grand du ventilateur, sans être inférieure à 1 mm. Il n'est pas nécessaire que cette distance dépasse 5 mm et elle peut être réduite à 1 mm si les parties en regard sont usinées.

- 13.4 Lorsque cela est exigé, une borne de terre doit être prévue. Elle doit permettre le raccordement efficace d'au moins un conducteur d'une section équivalente à celle des conducteurs actifs jusqu'à 35 mm², et à la moitié de ceux-ci avec un minimum de 35 mm² pour les conducteurs plus gros; elle doit être identifiée clairement et d'une manière indélébile avec le symbole \perp . Si une boîte à bornes est prévue, la borne de terre peut se trouver soit à l'intérieur, soit à l'extérieur de la boîte. Cette borne de terre n'a pas besoin d'être fournie si le moteur est un composant faisant partie d'un matériel et est mis à la terre du fait du système de montage utilisé.

- 13.5 Lorsqu'elles sont prévues, les boîtes à bornes doivent être conçues pour assurer un degré de protection au moins égal à IP54. Elles peuvent être en communication avec l'intérieur de la machine, à condition que le degré de protection de la machine soit au moins IP44.

SECTION THREE — SUPPLEMENTARY REQUIREMENTS FOR NON-SPARKING ELECTRICAL APPARATUS

12. General

In addition to the requirements given in Sections One and Two, the following particular requirements shall be taken into account for apparatus which is non-sparking in normal operation.

13. Rotating machines

The following requirements apply to rotating machines within the scope of IEC Publication 34. For other rotating devices, for example clock motors, and servo motors, the appropriate requirements of this report shall apply.

- 13.1 The temperature classification of machines shall be based upon the operating conditions excluding starting conditions unless a machine is designed to operate under duty cycle conditions when the limiting temperature determined by the temperature class of the motor shall not be exceeded for the whole of the duty cycle period, including starting if this is part of the duty cycle.

Note. — The manufacturer's calculations or tests may be considered as evidence of compliance.

- 13.2 The bars of cage rotors shall fit tightly in the slots to reduce the risk of sparking during starting and running.

Note. — This may be achieved, for example, by pressure die-casting aluminium, by supplementary lining in slots containing single bars, by wedging the bars or by keying.

Where the type of construction employs impregnating varnish to provide the necessary degree of tightness, the manufacturer should use a grade of varnish suitable for the design temperature and operating conditions and employ a method achieving full penetration of the varnish.

- 13.3 Fans, fanhoods, ventilation screens, etc., shall be strongly constructed and fixed so as to prevent distortion and displacement which could cause impact or friction of rotating parts against the fixed parts.

In normal operation, the clearance between the fan and the hood and screen and their fasteners shall be at least $\frac{1}{100}$ of the maximum diameter of the fan and shall be not less than 1 mm. This clearance need not, however, exceed 5 mm and may be reduced to 1 mm if the opposing parts are machined.

- 13.4 Where required, an earth terminal shall be provided. It shall be suitable for the effective connection of at least one conductor with a section equivalent to that of the live conductors up to 35 mm², and above that equivalent to half the section with a minimum of 35 mm², and it shall be clearly and indelibly identified with the symbol \perp . If a terminal box is provided, the earth terminal may be inside or outside the box. This earth terminal need not be supplied if the motor is a component part of an apparatus and is earthed by the mounting arrangement used.

- 13.5 Where provided, terminal boxes shall be designed to give a degree of protection not less than IP54. They may be open to the interior of the machine provided the degree of protection of the machine is at least IP44.

14. Fusibles et assemblages à fusibles

14.1 Les fusibles sont considérés comme des dispositifs ne produisant pas d'étincelles s'ils satisfont à l'un des cas suivants:

- a) Fusibles du type cartouche sans indicateur de fusion, non rechargeables, remplis de sable, ayant un pouvoir de coupure d'au moins 4000 A.
- b) Fusibles à cartouche simple de calibre inférieur ou égal à 6 A et 250 V, par rapport à la terre, et placés dans des porte-fusibles assurant un degré de protection IP64.
- c) Fusibles non rechargeables de calibre inférieur ou égal à 6 A et 250 V, d'un pouvoir de coupure d'au moins 4000 A à la tension du réseau et montés dans des matériels tels que des instruments de mesure ou de régulation ou des relais.

14.2 La classe de température d'un matériel doit tenir compte de la température de chacun des fusibles montés dans ce matériel à son courant assigné.

14.3 Les enveloppes contenant des fusibles doivent être verrouillées de façon que la mise en place ou l'enlèvement des éléments de remplacement ne puisse être effectué qu'après avoir coupé l'alimentation et que la mise sous tension des fusibles soit impossible tant que l'enveloppe n'est pas correctement fermée, ou comporter une plaque d'avertissement «NE PAS OUVRIR SOUS TENSION».

Des dispositions devront être prises pour que le type et la valeur exacts des fusibles de remplacement soient indiqués à côté des porte-fusibles à moins que les fusibles ne soient d'un type non interchangeable.

15. Prises de courant

15.1 Les prises de courant ainsi que les connecteurs similaires pour raccordements internes doivent être considérés comme ne produisant pas normalement d'étincelles s'ils sont disposés de manière à ne pas pouvoir prendre de jeu ni se déconnecter par vibration, ou de manière à nécessiter une force de séparation d'au moins 15 N.

15.2 Les connecteurs pour connexions internes doivent être disposés ou identifiés de manière qu'on ne puisse pas faire de connexion incorrecte.

15.3 Les prises de courant et les connecteurs similaires pour raccordements extérieurs, c'est-à-dire ceux qui sont placés à l'extérieur de l'enveloppe, doivent être maintenus mécaniquement pour empêcher toute séparation accidentelle.

15.4 Les socles de prises de courant à usage général pour utilisation non spécifiée et les prises de courant pour matériels portatifs ou mobiles doivent être considérés comme produisant normalement des étincelles à moins qu'ils ne soient conformes au paragraphe 15.3, et qu'ils ne soient munis d'un verrouillage ou d'un avertissement indiquant «NE PAS CONNECTER NI DÉCONNECTER SOUS TENSION».

16. Luminaires

Le présent rapport couvre seulement les luminaires fixes.

Note. – Il n'existe actuellement pas de règle pour les luminaires portatifs.

16.1 Les lampes à incandescence, les lampes tubulaires fluorescentes ou autres lampes à décharge sont autorisées dans les luminaires. Les lampes à vapeur de sodium à basse pression ne sont pas autorisées.

16.2 Les luminaires doivent porter la mention de la puissance nominale de la lampe et toute autre information relative à la classe de température.

14. Fuses and fuse assemblies

14.1 Fuses shall be considered non-sparking devices if they comply with any of the following:

- a) Non-rewirable sand-filled non-indicating cartridge type fuses capable of interrupting a prospective current of at least 4000 A.
- b) Single cartridge fuses rated at not more than 6 A and 250 V to earth and installed in fuse holders which provide degree of protection IP64.
- c) Non-rewirable fuses rated at not more than 6 A and 250 V capable of interrupting a prospective current of at least 4000 A at mains voltage and installed in apparatus such as meters, instruments and relays.

14.2 The temperature classification of the apparatus shall take into account the temperature of each fuse mounted in the apparatus, based on its rated current.

14.3 Enclosures containing fuses shall be interlocked so that insertion or removal of replacement elements can be carried out only with the supply disconnected so that the fuse cannot be energized until the enclosure is correctly closed, or carry a warning label "DO NOT OPEN WHEN ENERGIZED".

Provision shall be made for the correct type and value for replacement fuses to be shown adjacent to the fuse holders, unless the fuses are of a non-interchangeable type.

15. Plugs and sockets

15.1 Plugs and sockets and similar connectors for internal connections shall be considered to be not normally sparking if they are arranged so that they cannot become loose nor become separated due to vibration, or so that they require a separating force of at least 15 N.

15.2 Connectors for internal connections shall be arranged or identified in such a manner that incorrect connection is unlikely.

15.3 Plugs and sockets and similar connectors for external connections, that is those located outside the enclosure, shall be secured mechanically to prevent accidental separation.

15.4 General purpose socket outlets for unspecified use and plugs and sockets for portable and transportable apparatus shall be considered to be normally sparking unless they comply with Sub-clause 15.3 and are provided with an interlock or are fitted with a warning label to indicate "DO NOT CONNECT OR DISCONNECT WHEN ENERGIZED".

16. Luminaires

This report covers fixed luminaires only.

Note. — There are no requirements for portable luminaires at present.

16.1 Filament, tubular fluorescent or other discharge lamps in luminaires are permitted. Low pressure sodium lamps are not permitted.

16.2 Luminaires shall be marked with the lamp rating and other information relevant to the temperature class.

- 16.3 La ou les lampes et leurs dispositifs de montage doivent être sous enveloppe.
- 16.4 Les douilles de lampe ne doivent pas produire d'étincelles en fonctionnement normal et doivent être raccordées de façon à minimiser le risque d'apparition d'un arc, d'une étincelle ou d'un point chaud en utilisation normale. L'utilisation normale n'inclut pas le retrait ou la mise en place des lampes pendant que leur circuit est sous tension. La construction et la fixation de la douille doivent être telles que l'on ne puisse endommager ni les fils de liaison, ni leur isolation en montant ou retirant la douille ou en mettant ou retirant la lampe.
- 16.4.1 Les douilles à baïonnette doivent comporter des contacts à ressort conçus de manière que ce ne soit pas uniquement les ressorts qui transmettent le courant.
- 16.4.2 Les douilles de lampe à vis doivent être conformes aux règles de sécurité et d'interchangeabilité de la Publication 238 de la CEI quand elles sont montées dans le luminaire. Elle doivent également être conçues de manière que la lampe ne puisse se desserrer dans la douille, par exemple à la suite de changements de température ou de vibrations, et qu'elles soient capables de satisfaire aux exigences de l'essai suivant:
- Un culot d'essai conforme aux dimensions spécifiées dans la Publication 238 de la CEI doit être complètement vissé dans le modèle de la douille à éprouver avec le couple suivant:
- E14: $1,0 \pm 0,1$ N.m
E27: $1,5 \pm 0,1$ N.m
E40: $3,0 \pm 0,1$ N.m
- Le culot d'essai doit ensuite être desserré partiellement d'un angle de 15° et le couple minimal alors nécessaire pour retirer le culot ne doit pas être inférieur aux valeurs suivantes:
- E14: 0,3 N.m
E27: 0,5 N.m
E40: 1,0 N.m
- Des essais de serrage et de desserrage n'ont pas à être effectués sur les douilles E10.
- Note.* – Il convient qu'un montage spécial soit prévu pour le luminaire lorsqu'il y a de fortes vibrations.
- 16.4.3 Les douilles à double ergot doivent être conformes aux règles de sécurité et d'interchangeabilité de la Publication 400 de la CEI quand elles sont montées dans le luminaire. La douille doit être telle qu'elle soutienne les ergots de la lampe pour empêcher leur torsion lorsqu'ils sont soumis à une pression latérale de la part des contacts.
- 16.5 Les douilles de lampe doivent être conformes aux Publications 61, 238 ou 400 de la CEI selon le cas.
- 16.6 L'appareillage auxiliaire doit satisfaire aux Publications 262 ou 598-1 de la CEI. Dans le cas où aucune publication correspondante de la CEI n'existe, l'appareillage auxiliaire doit satisfaire au tableau XII de la Publication 598-1 de la CEI.
- 16.7 Les starters à contacts doivent être d'un type dans lequel les contacts sont enfermés dans une enveloppe hermétiquement scellée, par exemple une ampoule en verre placée dans un boîtier métallique ou en matière plastique, et doivent satisfaire aux règles de la Publication 155 de la CEI, ou présenter une protection équivalente. Le boîtier de protection n'a pas besoin d'être hermétiquement scellé.
- 16.8 Les socles de starter doivent être conformes aux règles de sécurité et d'interchangeabilité de la Publication 400 de la CEI lorsqu'ils sont montés dans le luminaire.
- Le starter, ainsi que son socle, doivent être montés dans l'enveloppe de manière que le tout soit convenablement maintenu afin d'empêcher tout mouvement qui pourrait amener la création d'étincelles en cas de vibrations.
- En particulier, les contacts doivent être élastiques et fournir une pression de contact convenable.

- 16.3 The lamp or lamps and the mounting arrangements shall have an enclosure.
- 16.4 Lampholders shall be non-sparking in normal operation, and shall be so connected that the risk of the occurrence of an arc, spark or hot spot during normal use is minimized. Normal use does not include the removal and insertion of lamps with their circuits energized. The construction and fixing of the lampholder shall be such that the connecting wires and their insulation shall not be damaged when fitting or removing the lampholder or when the lamp is inserted or removed.
- 16.4.1 Bayonet lampholders shall incorporate spring contacts so designed that the springs are not the only means of carrying the current.
- 16.4.2 Screw lampholders shall conform to the safety and interchangeability requirements of IEC Publication 238 when mounted in the luminaire. They shall also be designed to prevent the lamp becoming loose in the lampholder, for example under conditions of temperature change or vibration, and shall be capable of complying with the requirements of the following test:
- A test cap conforming to the dimensions specified in IEC Publication 238 shall be fully inserted into a sample lampholder with the following torque:
- E14: 1.0 ± 0.1 N.m
E27: 1.5 ± 0.1 N.m
E40: 3.0 ± 0.1 N.m
- The test cap shall then be partly withdrawn by rotating it through 15° and the minimum torque then required to remove the cap shall be not less than the following:
- E14: 0.3 N.m
E27: 0.5 N.m
E40: 1.0 N.m
- Insertion and withdrawal tests need not be carried out with E10 caps.
- Note.* – Special mounting should be provided for the luminaire where vibration is severe.
- 16.4.3 Bi-pin lampholders shall conform to the safety and interchangeability requirements of IEC Publication 400 when mounted in the luminaire. The lampholder shall be designed to support the pins of the lamp to prevent distortion when they are subject to contact side pressure.
- 16.5 Lampholders shall comply with IEC Publications 61, 238 or 400, as appropriate for the lampholder concerned.
- 16.6 Auxiliary gear shall comply with IEC Publications 262 or 598-1. Where no relevant IEC publication exists, auxiliary gear shall comply with Table XII of IEC Publication 598-1.
- 16.7 Starters with contacts shall be of a type in which the contacts are enclosed in a hermetically-sealed envelope, for example a glass bottle inside a metal or plastics canister and shall comply with the requirements of IEC Publication 155, or be of equivalent protection. The canister does not have to be hermetically sealed.
- 16.8 Starter holders shall conform to the safety and interchangeability requirements of IEC Publication 400 when mounted in the luminaire.
- Both starter and holder shall be mounted within the enclosure in such a way that the assembly is adequately supported to prevent movement which could give rise to sparking under conditions of vibration.
- In particular, contacts shall be resilient and shall provide adequate contact pressure.

17. Matériels de régulation et de faible puissance

Le matériel électronique et autre matériel connexe de faible puissance employés, par exemple, pour des mesures de la régulation ou de la télétransmission sont dispensés des obligations du tableau IV à condition que:

- a) l'enveloppe du matériel assure un degré de protection au moins égal à IP54 ou que le matériel présente par lui-même un degré équivalent de protection conformément au paragraphe 6.1, et que
- b) la tension assignée du matériel ou de la partie considérée du matériel ne dépasse pas 60 V en courant alternatif ou 75 V en courant continu.

Note. – Pour les composants de matériel qui, en fonctionnement normal, produisent des arcs ou des étincelles ou présentent des températures de surface dépassant les températures limites spécifiées au paragraphe 4.3, voir la section quatre.

SECTION QUATRE — MATÉRIELS PRODUISANT, EN FONCTIONNEMENT, DES ARCS, ÉTINCELLES OU SURFACES CHAUDES

18. Généralités

Les composants de matériel qui, en fonctionnement normal, produisent des arcs, des étincelles ou des températures de surface supérieures à la température maximale de surface spécifiée au paragraphe 4.3 doivent être protégés par une ou plusieurs des méthodes suivantes:

- a) dispositif à coupure enfermée (voir article 19);
- b) composant non incendiaire (voir article 19);
- c) dispositif hermétiquement scellé (voir article 20);
- d) dispositif clos (voir article 21);
- e) matériels et circuits à énergie limitée (voir article 22);
- f) enveloppe à respiration limitée (voir article 23).

Sauf pour la méthode du point e) la classe de température doit tenir compte de la température maximale atteinte par la surface extérieure de l'enveloppe protectrice uniquement. Les températures de surface à l'intérieur de telles enveloppes ou dispositifs n'ont pas d'influence sur la classe de température (voir, cependant, le paragraphe 23.1.3 pour ce qui concerne les enveloppes à respiration limitée).

Les règles détaillées concernant ces méthodes de protection sont spécifiées ci-dessous et doivent être appliquées lorsque le fait de ne pas s'y conformer apporterait une insécurité.

Note. – Les modes de protection convenant à la zone 0 ou à la zone 1 peuvent aussi être utilisés en zone 2, sous réserve de prendre en considération le groupe du matériel et la classe de température (voir Publication 79-14 de la CEI).

19. Dispositifs à coupure enfermée et composants non incendiaires

19.1 Caractéristiques assignées

19.1.1 Les dispositifs à coupure enfermée doivent être limités à des caractéristiques assignées maximales de 660 V et 15 A.

19.1.2 Les composants non incendiaires doivent être limités à des caractéristiques assignées maximales de 250 V et 15 A.

Note. – Un composant non incendiaire est limité à un emploi sur des circuits de danger identique ou inférieur (par exemple en tant que tension, courant et réactance) à celui du circuit pour lequel il a pu être démontré qu'il n'y avait pas de possibilité de provoquer une inflammation.

17. Instruments and low power apparatus

Electronic and allied low power apparatus used, for example, for measurement, control or communication purposes is exempted from the requirements of Table IV provided that:

- a) the enclosure for the apparatus provides a degree of protection not less than IP54 or the apparatus is afforded an equivalent degree of protection according to Sub-clause 6.1; and
- b) the rated voltage of the apparatus or the part of the apparatus being considered does not exceed 60 V a.c. or 75 V d.c.

Note. — For component parts of apparatus which in normal operation arc or spark or produce surface temperatures greater than the limiting temperature specified in Sub-clause 4.3, see Section Four.

SECTION FOUR — APPARATUS PRODUCING OPERATIONAL ARCS, SPARKS OR HOT SURFACES

18. General

Component parts of apparatus which in normal operation arc, spark or produce surface temperatures greater than the maximum surface temperature specified in Sub-clause 4.3 shall be protected by one or more of the following:

- a) enclosed-break device (see Clause 19);
- b) non-incendive component (see Clause 19);
- c) hermetically-sealed device (see Clause 20);
- d) sealed device (see Clause 21);
- e) energy limited apparatus and circuits (see Clause 22);
- f) restricted-breathing enclosure (see Clause 23).

Except for the method of Item *e*) the temperature classification shall take account of the maximum temperature attained by the outer surface of the protective enclosure only. Surface temperatures within such enclosures or devices will not affect the temperature classification (see however Sub-clause 23.1.3 for restricted breathing enclosures).

The detailed requirements for these methods of protection are specified below, and shall be applied where failure to comply would result in an unsafe condition.

Note. — Types of protection suitable for Zone 0 or Zone 1 may also be used in Zone 2, subject to consideration of the apparatus group and the temperature class (see IEC Publication 79-14).

19. Enclosed-break devices and non-incendive components**19.1 Ratings**

19.1.1 Enclosed-break devices shall be limited to a maximum rating of 660 V and 15 A.

19.1.2 Non-incendive components shall be limited to a maximum rating of 250 V and 15 A.

Note. — A non-incendive component is limited in use to circuits of the same, or lesser, hazard (for example in terms of voltage, current and reactance) than the circuit in which it has been shown not to be capable of causing ignition.

19.2 Construction

- 19.2.1 Le volume libre interne des dispositifs à coupure enfermée et des composants non incendiaires ne doit pas dépasser 20 cm³.
- 19.2.2 Les joints étanches élastiques doivent être disposés de telle manière qu'ils ne soient pas soumis à des dommages mécaniques en conditions normales de fonctionnement et ils doivent conserver leurs propriétés d'étanchéité pendant la durée de vie normale du dispositif ou du composant.
- 19.2.3 Les joints coulés et les matériaux d'encapsulation doivent avoir un point de ramollissement ou de fusion supérieur d'au moins 20 K à la température maximale prévue en fonctionnement pour le dispositif ou le composant.
- 19.2.4 Les enveloppes doivent pouvoir résister à des opérations normales de manutention et d'assemblage sans dommage pour les joints étanches, à moins que le dommage pouvant en résulter ne puisse demeurer inaperçu.

19.3 Préparation de l'échantillon avant l'épreuve de type

Tout matériau élastomère ou thermoplastique utilisé pour rendre étanche un couvercle prévu pour être ouvert en service, ou qui n'est pas protégé contre un dommage mécanique ou résultant de l'environnement, doit être enlevé entièrement ou partiellement avant que le dispositif ou le composant ne soit soumis à l'épreuve de type spécifiée ci-dessous, si un tel retrait augmente la sévérité de l'épreuve.

Les joints ou scellements doivent convenir à l'usage auquel ils sont destinés. Par exemple, on peut démontrer que les joints ou scellements en caoutchouc ou en un matériau similaire conviennent pour des usages normaux en les exposant à une atmosphère d'oxygène pur, à une température de 70 ± 2 °C et sous une pression de 2100 kPa \pm 5% pendant 96 h sans subir de détérioration. On peut démontrer que des joints ou scellements en un matériau thermoplastique conviennent pour des usages normaux en les exposant pendant 7 jours dans une étuve à air à une température de 80 ± 2 °C et sous la pression atmosphérique sans subir de détérioration.

19.4 Epreuve de type

- 19.4.1 Le dispositif ou le composant, qui doit être disposé en tenant compte des dimensions les plus défavorables permises par les plans, doit être rempli et entouré d'un mélange gazeux d'épreuve à la pression atmosphérique qui, suivant le groupe prévu pour le matériel, doit être le suivant:

Groupe IIA — $6,5 \pm 0,5\%$ éthylène/air

Groupe IIB — $28 \pm 2\%$ hydrogène/air

Groupe IIC — $34 \pm 1,0\%$ hydrogène, $17 \pm 1,0\%$ oxygène et le complément en azote.

- 19.4.2 Pour les dispositifs à coupure enfermée, le mélange gazeux mis dans le dispositif doit être enflammé par le fonctionnement des contacts qui y sont enfermés en les raccordant à la source maximale d'énergie, puissance et charge en tant que tension, courant, fréquence et facteur de puissance. L'épreuve de fermeture et ouverture sera répétée trois fois en renouvelant le mélange gazeux chaque fois.

- 19.4.3 Pour les composants non incendiaires, les contacts doivent être préconditionnés par 6000 manœuvres à un rythme d'environ 6 par minute avec la charge électrique spécifiée. Les contacts doivent ensuite être actionnés 50 fois à 100% de la charge normale avec le composant rempli et entouré du mélange inflammable spécifié au paragraphe 19.4.1. Cette épreuve de fermeture et ouverture sera répétée trois fois en renouvelant le mélange gazeux chaque fois.

Note. — «Charge électrique spécifiée» signifie courant et tension aux conditions normales de fonctionnement du circuit dans lequel le composant est utilisé ou pour lequel la sécurité doit être vérifiée.

19.2 Construction

19.2.1 The free internal volume of enclosed-break devices and non-incendive components shall not exceed 20 cm³.

19.2.2 Resilient gasket seals shall be arranged so that they are not subject to mechanical damage under normal operating conditions and shall retain their sealing properties over the expected life of the device or component.

19.2.3 Poured seals and encapsulating materials shall have a softening or melting point at least 20 K higher than the maximum expected operating temperature of the device or component.

19.2.4 Enclosures shall be capable of withstanding normal handling and assembling operations without damage to seals unless such damage is obvious.

19.3 Preparation of sample prior to type test

Any elastomeric or thermoplastic material which is used for the purpose of sealing a cover which is intended to be opened in service, or which is unprotected against mechanical or environmental damage, shall be removed wholly or partially before the device or component is subjected to the type test specified below when such removal will result in a more onerous test.

Gaskets or seals shall be suitable for their intended use. For example gaskets or seals of rubber or rubber-like material may be shown to be suitable for normal applications by being exposed to a pure oxygen atmosphere at a temperature of 70 ± 2 °C and a pressure of 2100 kPa \pm 5% for 96 h without deterioration. Gaskets or seals of thermoplastic material may be shown to be suitable for normal applications by being subjected to 7 days in an air oven at a temperature of 80 ± 2 °C and at atmospheric pressure without deterioration.

19.4 Type test

19.4.1 The device or component, which shall be arranged to have the most adverse dimensions permitted by the drawings, shall be filled with and surrounded by a test gas mixture at atmospheric pressure according to the stated group of the apparatus, as follows:

Group IIA — $6.5 \pm 0.5\%$ ethylene/air

Group IIB — $28 \pm 2\%$ hydrogen/air

Group IIC — $34 \pm 1.0\%$ hydrogen, $17 \pm 1.0\%$ oxygen and balance nitrogen.

19.4.2 For enclosed-break devices, the gas mixture within the device shall be ignited by the operation of the enclosed contacts when connected to the maximum rated source of energy, power and load in terms of voltage, current, frequency and power factor. A make and break test shall be repeated three times with a fresh gas mixture for each test.

19.4.3 For non-incendive components, the contacts shall be pre-conditioned by 6000 operations at a rate of approximately 6 times per minute carrying the specified electrical load. The contacts shall then be operated 50 times at 100% of the normal load when the component is filled with and surrounded by the flammable mixture specified in Sub-clause 19.4.1. This make and break test shall be repeated three times with a fresh gas mixture for each test.

Note. — “Specified electrical load” means the current and voltage under normal operating conditions of the circuit in which the component is used or for which safety is to be verified.

19.4.4 Le résultat de l'épreuve doit être considéré comme satisfaisant si le dispositif ou le composant reste intact, si aucune inflammation externe ne s'est produite et si aucun échec à couper l'arc à l'ouverture des contacts n'est constaté.

20. Dispositifs hermétiquement scellés

Les dispositifs hermétiquement scellés doivent être scellés par fusion, c'est-à-dire par application de chaleur entre, par exemple, des métaux ou entre verre et métal pour obtenir un scellement. L'enveloppe doit être suffisamment solide pour résister à des opérations de manutention et d'assemblage normales sans que le scellement soit endommagé, à moins que le dommage en résultant ne puisse demeurer inaperçu.

21. Dispositifs clos

- 21.1 Les dispositifs clos doivent être construits de manière à ne pas pouvoir être ouverts en fonctionnement normal, avoir un volume libre intérieur ne dépassant pas 100 cm³ et être pourvus de raccordements extérieurs, par exemple conducteurs volants ou bornes extérieures.
- 21.2 Les joints étanches élastiques doivent être exécutés de manière à n'être pas susceptibles d'être endommagés dans les conditions normales de service et doivent conserver leurs propriétés d'étanchéité pendant toute la durée de vie prévue pour le dispositif.
- 21.3 Les joints coulés et les «compounds empotés» doivent avoir un point de ramollissement ou de fusion supérieur d'au moins 20 K à la température maximale prévue en fonctionnement pour le dispositif.
- 21.4 L'enveloppe doit être suffisamment solide pour résister, sans dommage à son caractère clos, à des opérations normales de manutention et d'assemblage, à moins que le dommage pouvant en résulter ne puisse demeurer inaperçu.
- 21.5 Les épreuves suivantes doivent être pratiquées sur cinq échantillons de chaque type de dispositif clos, choisis au hasard, dans l'ordre ci-après.
- 21.5.1 Si les dispositifs comportent un joint ou une étanchéité en caoutchouc ou en un matériau analogue (par exemple néoprène), le joint ou le matériau d'étanchéité doivent être exposés à une atmosphère d'oxygène pur à une température de 70 ± 2 °C et sous une pression de $2100 \text{ kPa} \pm 5\%$ pendant 96 h.
- ou
- Si les dispositifs comportent un joint ou une étanchéité en un matériau thermoplastique, ce matériau doit subir un séjour de 7 jours dans une étuve à air à une température de 80 ± 2 °C.
- 21.5.2 Les échantillons doivent ensuite satisfaire à l'une des épreuves de fuite ci-après:
- Les échantillons, étant à la température initiale de 25 ± 2 °C, doivent être soudainement plongés dans une eau à la température de 50 ± 2 °C et à une profondeur d'au moins 25 ± 1 mm pendant 1 min. Les dispositifs sont considérés comme satisfaisants si aucune bulle ne sort des échantillons pendant cette épreuve.
- ou
- Les échantillons doivent être immergés à une profondeur d'au moins 75 ± 3 mm d'eau contenue dans une enceinte qui peut être mise en dépression. La pression absolue de l'air de l'enceinte est alors réduite à $16 \text{ kPa} \pm 5\%$. Les dispositifs sont considérés comme satisfaisants si aucune bulle ne sort des échantillons pendant cette épreuve.
- ou
- Une épreuve doit être effectuée pour prouver que les dispositifs ne fuient pas à un taux supérieur à 10^{-5} ml d'air par seconde sous une pression différentielle de 100 kPa.

19.4.4 The result of the test shall be considered satisfactory if the device or component remains undamaged, if no external ignition has occurred and if there is no failure to clear the arc when the switch contacts are opened.

20. Hermetically-sealed devices

Hermetically-sealed devices shall be sealed by fusion, that is the application of heat between, for example, metals or between glass and metal to effect a seal. The enclosure shall be sufficiently rugged to withstand normal handling and assembly operations without damage to the seal unless such damage is obvious.

21. Sealed devices

21.1 Sealed devices shall be so constructed that they cannot be opened in normal service, have a free internal volume not exceeding 100 cm³ and are provided with external connections, for example flying leads or external terminals.

21.2 Resilient gasket seals shall be arranged so that they are not subject to mechanical damage under normal operating conditions and shall retain their sealing properties over the expected life of the device.

21.3 Poured seals and potting compounds shall have a softening or melting point at least 20 K higher than the maximum specified operating temperature of the device.

21.4 The enclosure shall be sufficiently rugged to withstand normal handling and assembly operations without damage to the seal unless such damage is obvious.

21.5 The following tests are to be performed on five samples of each sealed device, selected at random, in the following order:

21.5.1 If the devices contain a gasket or seal of rubber or rubber-like material (for example neoprene), the gasket or seal material shall be exposed to a pure oxygen atmosphere at a temperature of $70 \pm 2^\circ\text{C}$ and at a pressure of $2100 \text{ kPa} \pm 5\%$ for 96 h.

or

If the devices contain a gasket or seal of thermoplastic material, the material shall be subjected to 7 days in an air oven at a temperature of $80 \pm 2^\circ\text{C}$.

21.5.2 The test samples shall then pass one of the following leakage tests:

With the test samples at an initial temperature of $25 \pm 2^\circ\text{C}$, they shall be immersed suddenly in water at a temperature of $50 \pm 2^\circ\text{C}$ to a depth of not less than $25 \pm 1 \text{ mm}$ for 1 min. The devices are considered to be satisfactory if no bubbles emerge from the samples during this test.

or

The test samples shall be immersed to a depth of not less than $75 \pm 3 \text{ mm}$ in water contained in an enclosure which can be partially evacuated. The air pressure within the enclosure shall be reduced to $16 \text{ kPa} \pm 5\%$ absolute. The devices are considered to be satisfactory if no bubbles emerge from the samples during this test.

or

A test shall be made to show that the devices do not leak at a rate greater than 10^{-5} ml of air per second at a pressure differential of 100 kPa.

22. Matériels et circuits à énergie limitée

Les matériels et circuits à énergie limitée doivent être évalués comme spécifié au paragraphe 22.1 et, si nécessaire, éprouvés comme spécifié au paragraphe 22.2. Les particularités de construction sont données au paragraphe 22.3.

Les matériels et circuits seront évalués et, si nécessaire, éprouvés dans les conditions de fonctionnement spécifiées dans le présent rapport, habituellement les conditions de fonctionnement normal, voir article 17. Lorsque des dispositifs écrêteurs, par exemple des diodes Zener, sont installés sur le site aux bornes de connexion d'un matériel en zone dangereuse, la limitation d'énergie doit être évaluée à la tension de référence déterminée par le dispositif écrêteur.

22.1 *Evaluation des matériels et circuits à énergie limitée*

22.1.1 Les matériels et circuits dont aussi bien les paramètres de la construction que ceux du circuit sont bien définis peuvent être analysés afin de déterminer si le matériel et les circuits sont limités en énergie, par comparaison avec les données d'inflammation de référence (voir annexe A de la Publication 79-11 de la CEI).

Pour l'utilisation de ces données, il faut suivre les indications données dans l'annexe A de la Publication 79-11 de la CEI, sauf qu'il n'y a pas à prendre en compte les coefficients de sécurité ou les considérations sur les défauts, à moins que cela ne soit exigé par le présent rapport.

Les matériels et circuits qui satisfont au paragraphe 22.1.2 ou au paragraphe 22.1.3 doivent être classés comme limités en énergie. Les circuits qui ne répondent pas aux règles du paragraphe 22.1.2 ou du paragraphe 22.1.3 devront être éprouvés comme spécifié au paragraphe 22.2.

22.1.2 Si le matériel ou le circuit ne contient aucun élément produisant normalement des étincelles et n'est pas confiné dans une enveloppe, le matériel ou le circuit est considéré comme limité en énergie si la tension ou le courant est inférieur à la valeur déterminée à partir de la courbe de référence pour le groupe de matériel spécifié et les paramètres connus du circuit.

Note. — Si ces conditions sont remplies, les paramètres du câble pour le raccordement sur le site n'ont pas à être pris en considération du fait que les raccordements sont considérés comme non sujets à défaut en service normal.

22.1.3 Si le matériel ou le circuit contient des éléments produisant normalement des étincelles, le matériel ou le circuit est considéré comme limité en énergie sans épreuve si la tension ou le courant est inférieur à la valeur déterminée à partir de la courbe de référence pour le groupe de matériel spécifié et les paramètres connus du circuit.

22.1.4 Les matériels ou circuits comportant des composants réglables doivent être évalués avec des composants dans les conditions qui créent les étincelles les plus incendiaires.

22.2 *Epreuves des matériels et circuits à énergie limitée*

22.2.1 Lorsqu'il est nécessaire de déterminer par une épreuve si un arc ou une étincelle de fonctionnement possède une énergie suffisante pour provoquer une inflammation, le matériel ou le circuit doit subir une épreuve de type en utilisant l'éclateur défini dans la Publication 79-3 de la CEI.

L'éclateur doit être utilisé avec un disque-électrode en cadmium. On peut utiliser dans l'éclateur un disque-électrode en étain si la présence de cadmium, zinc ou magnésium peut être spécifiquement exclue du matériel ou du circuit essayé.

22. Energy limited apparatus and circuits

Energy limited apparatus and circuits shall be assessed as specified in Sub-clause 22.1 and, where necessary, tested as specified in Sub-clause 22.2. Constructional features are given in Sub-clause 22.3.

Apparatus and circuits shall be assessed, and where necessary tested, under the operating conditions specified in this report, usually the normal operating conditions, see Clause 17. Where surge suppression devices, for example zener diodes, are installed at the field connection terminals of hazardous area apparatus, the energy limitation shall be assessed at the voltage reference determined by the suppression device.

22.1 Assessment of energy limited apparatus and circuits

22.1.1 Apparatus and circuits in which both the construction and the circuit parameters are well defined may be analysed to determine if the apparatus and circuits are energy limited by comparison with reference ignition data (see Appendix A to IEC Publication 79-11).

Using these data the guidance given in Appendix A to IEC Publication 79-11 is applicable except that no safety factors or fault considerations are taken into account unless required by this report.

Apparatus and circuits complying with Sub-clause 22.1.2 or Sub-clause 22.1.3 shall be classified as energy limited. Circuits not meeting the requirements of Sub-clause 22.1.2 or Sub-clause 22.1.3 shall be tested as specified in Sub-clause 22.2.

22.1.2 If the apparatus or circuit contains no normally sparking parts and extends beyond an enclosure the apparatus or circuit is energy limited if the voltage or current is less than that determined from the reference curve for the specified apparatus group and the known circuit parameters.

Note. – If these conditions are fulfilled, cable parameters for field wiring need not be taken into account since such wiring is not considered to be subject to fault in normal service.

22.1.3 If the apparatus or circuit contains normally sparking parts, the apparatus or circuit is considered to be energy limited without test if the voltage or current is less than that determined from the reference curve for the specified apparatus group and the known circuit parameters.

22.1.4 Apparatus or circuits having variable components shall be assessed with the components in conditions which create the most incendiary sparking.

22.2 Testing of energy limited apparatus and circuits

22.2.1 Where it is necessary to determine by test that the operational arc or spark has insufficient energy to cause ignition, the apparatus or circuit shall be type tested using break-flash apparatus as defined in IEC Publication 79-3.

The break-flash apparatus shall be used with a cadmium disk electrode. A tin disk electrode may be used in the break-flash apparatus if the presence of cadmium, zinc or magnesium can be specifically excluded from the apparatus or circuit being tested.

22.2.2 Les gaz d'épreuve ci-après doivent être utilisés à la pression atmosphérique selon le groupe de matériel considéré:

Groupe IIA: $5,25 \pm 0,25\%$ propane/air

Groupe IIB: $7,8 \pm 0,5\%$ éthylène/air

Groupe IIC: $21 \pm 2\%$ hydrogène/air

Dans des cas spéciaux, le matériel qui doit être marqué pour utilisation dans un gaz ou une vapeur particulière doit être éprouvé avec la concentration la plus facilement inflammable de ce gaz ou de cette vapeur dans l'air.

Note. — La pureté des gaz et vapeurs disponibles dans le commerce est normalement correcte pour ces essais, mais il convient de ne pas utiliser ceux dont la pureté est inférieure à 95%. L'effet des variations normales de pression et de température en laboratoire, ainsi que l'effet de l'humidité de l'air dans le mélange gazeux, est également en principe faible. Tout effet significatif de ces variables deviendra apparent au cours de l'étalonnage de routine de l'éclateur.

22.2.3 La sensibilité de l'éclateur doit être vérifiée avant et après chaque série d'épreuves effectuées conformément au paragraphe 22.2.4. A cette fin, l'éclateur doit être étalonné avec l'un des deux circuits suivants: soit un circuit alimenté par une tension continue de 24 V et comprenant une inductance à air de 0,095 H, soit un circuit résistif (inductance $< 10 \mu\text{H}$) alimenté sous une tension continue de 24 V. Les courants de ces circuits seront réglés en fonction du groupe prévu, à la valeur indiquée dans le tableau V.

TABLEAU V
Courant dans le circuit d'étalonnage

| Groupe | Circuit inductif | | Circuit résistif | |
|--------|----------------------|-------------------|----------------------|-------------------|
| | Electrode en cadmium | Autres électrodes | Electrode en cadmium | Autres électrodes |
| IIA | 100 mA | 125 mA | 1,0 A | 2,75 A |
| IIB | 65 mA | 100 mA | 0,7 A | 2,0 A |
| IIC | 30 mA | 52 mA | 0,3 A | 1,65 A |

On choisira le circuit d'étalonnage en tenant compte au mieux du matériel soumis à l'épreuve de type.

L'éclateur doit fonctionner durant 400 tours du porte-fils de tungstène, ce dernier étant relié au pôle positif de la source, et doit être considéré comme satisfaisant seulement s'il se produit au moins une inflammation du gaz d'épreuve.

22.2.4 Pour l'épreuve de type du matériel ou du circuit, l'éclateur doit être inséré dans le matériel ou le circuit soumis à l'épreuve en tout point où l'on estime qu'une interruption peut se produire en fonctionnement normal, compte tenu des règles du présent rapport.

Les séries d'épreuves en chaque point doivent se poursuivre durant au moins 200 tours du porte-fils de tungstène, pour chaque polarité, dans le cas d'un circuit à courant continu, ou durant 1 000 tours dans le cas d'un circuit à courant alternatif.

22.2.5 Les matériels ou circuits comportant des composants réglables doivent être éprouvés avec les composants qui créent l'étincelle la plus incendiaire.

22.3 Construction

22.3.1 Sauf si leur défaillance a un effet apparent sur le fonctionnement du matériel ou du circuit, les shunts de sécurité, tels que les diodes et les résistances de limitation de tension montées aux bornes des composants inductifs, doivent être connectés près du composant protégé de telle façon qu'ils ne puissent se déconnecter accidentellement.

22.3.2 Lorsqu'un circuit ou un matériel à énergie limitée contient un composant non incendiaire ou un contact produisant normalement des étincelles et que la mise hors circuit d'un shunt

22.2.2 The following test gases shall be used at atmospheric pressure, according to the stated group of the apparatus:

Group IIA: $5.25 \pm 0.25\%$ propane/air

Group IIB: $7.8 \pm 0.5\%$ ethylene/air

Group IIC: $21 \pm 2\%$ hydrogen/air

In special cases, apparatus which is to be marked for use in a particular gas or vapour shall be tested in the most easily ignited concentration of that gas or vapour in air.

Note. — The purity of commercially available gases and vapours is normally adequate for these tests, but those of purity less than 95% should not be used. The effect of normal variations in laboratory temperature and pressure, and of the humidity of the air in the gas mixture is also likely to be small. Any significant effects of these variables will become apparent during the routine calibration of the spark test apparatus.

22.2.3 The sensitivity of the break-flash apparatus shall be checked before and after each test series carried out in accordance with Sub-clause 22.2.4. For this purpose, the test apparatus shall be operated in one of two calibration circuits, a 24 V d.c. circuit containing a 0.095 H air-cored coil or a 24 V d.c. resistive circuit (inductance $< 10 \mu\text{H}$). The currents in these circuits shall be set at the value given in Table V for the appropriate group.

TABLE V
Current in calibration circuit

| Group | Inductive circuit | | Resistive circuit | |
|-------|-------------------|------------------|-------------------|------------------|
| | Cadmium electrode | Other electrodes | Cadmium electrode | Other electrodes |
| IIA | 100 mA | 125 mA | 1.0 A | 2.75 A |
| IIB | 65 mA | 100 mA | 0.7 A | 2.0 A |
| IIC | 30 mA | 52 mA | 0.3 A | 1.65 A |

The calibration circuit chosen shall be that which is most appropriate to the apparatus which is being type-tested.

The spark test apparatus shall be run for 400 revolutions of the tungsten wire-holder, with the holder of positive polarity, and shall be considered to be satisfactory only if at least one ignition of the test gas occurs.

22.2.4 For the type test of the apparatus or circuit, the break-flash apparatus shall be inserted in the apparatus or circuit under test at each point where it is considered that an interruption may occur in normal operation taking into account the requirements of this report.

The test series at each test point shall continue for not less than 200 revolutions of the tungsten wire-holder, with each polarity for a d.c. circuit, or 1000 revolutions for an a.c. circuit.

22.2.5 Apparatus or circuits having variable components shall be tested with the components which create the most incensive sparking.

22.3 Construction

22.3.1 Unless their failure is apparent in the operation of the apparatus or circuit, shunt safety components such as diodes and voltage limiting resistors fitted to inductive components shall be connected close to the protected component in such a manner that they are not likely to become disconnected.

22.3.2 Where an energy limited circuit or apparatus contains a non-incensive component or a normally sparking contact and the opening of a shunt protective element would result in the

protecteur rendrait le circuit capable de s'enflammer, ce shunt sera doublé si sa défaillance n'affecte pas le fonctionnement du circuit ou du matériel.

23. Enveloppes à respiration limitée

La respiration limitée est une méthode de construction d'enveloppes qui permet d'amener à un faible niveau la possibilité de pénétration d'une atmosphère explosive gazeuse environnante. Pour de plus amples explications sur cette technique, voir l'annexe A.

23.1 Règles de construction

- 23.1.1 Les étanchéités en élastomère ou en matière plastique doivent être conçues de manière qu'elles ne soient pas exposées à des dommages mécaniques en fonctionnement normal et de manière qu'elles conservent leurs propriétés d'étanchéité pendant toute la durée de vie de l'enveloppe. Les étanchéités et les matériaux de jointoiement doivent avoir un point de ramollissement ou de fusion qui soit au moins supérieur de 20 K à la température maximale de service de l'enveloppe.

Note. – Des épreuves types pour des joints et des étanchéités exposés à des environnements normaux sont données au paragraphe 19.3.

- 23.1.2 Les enveloppes doivent être suffisamment solides pour résister à des opérations de manutention et de montage normales sans endommager les étanchéités. Les enveloppes doivent aussi satisfaire aux règles du paragraphe 6.2 avec une épreuve au choc du niveau normal d'énergie donné au tableau II.

- 23.1.3 Le matériel installé dans des enveloppes à respiration limitée doit avoir une dissipation de chaleur assez faible pour que, si tout le matériel situé à l'intérieur de l'enveloppe n'est plus alimenté, la température de l'air dans celle-ci ne s'abaisse pas de plus de 10 K. Cette exigence n'est pas imposée aux luminaires à respiration limitée.

Note. – Les relais, les appareillages, etc., installés dans des enveloppes à respiration limitée, répondent normalement à cette règle, à moins qu'un grand nombre de ces matériels ne soient montés serrés dans une petite enveloppe.

- 23.1.4 On munira les enveloppes d'un raccordement d'essai pour vérifier si leurs propriétés de respiration limitée sont conservées en service.

23.2 Épreuves de type

Les enveloppes à respiration limitée doivent pouvoir satisfaire à l'une des épreuves de type suivantes:

23.2.1 Épreuve de demi-diffusion

On introduit du dioxyde de carbone (CO_2) dans l'enceinte qui est maintenue aux conditions normales de service, jusqu'à ce que l'atmosphère dans l'enceinte contienne environ 25% de CO_2 à la pression ambiante. La concentration de CO_2 est ensuite contrôlée pendant un temps suffisamment long pour s'assurer que si l'on trace un graphique du logarithme de la concentration en fonction du temps, on obtient assez de mesures pour obtenir une ligne droite exacte. On peut déduire à partir de ce tracé le temps qu'il faudrait pour ramener la concentration de CO_2 de 25% à 12,5%. Ce temps ne doit pas être inférieur à 80 h.

Si le système de contrôle du CO_2 constitue un volume supplémentaire non négligeable, le temps effectif de demi-diffusion doit être celui qui est mesuré, multiplié par le quotient du volume de l'enveloppe par la somme des volumes de l'enveloppe et du système de contrôle.

Pendant l'épreuve, la température intérieure de l'enveloppe ainsi que la température ambiante doivent rester constantes. Dans les grandes enveloppes, on doit adopter les méthodes convenables (par exemple des ventilateurs) permettant de maintenir la même concentration de CO_2 partout dans l'enveloppe.

circuit becoming ignition-capable the shunt component shall be duplicated if failure of the shunt component does not affect the operation of the circuit or apparatus.

23. Restricted breathing enclosures

Restricted breathing is a method of construction of enclosures such that the possibility of entry of a surrounding explosive gas atmosphere is reduced to a low level. For more explanation of the technique see Appendix A.

23.1 Constructional requirements

- 23.1.1 Plastics and elastomeric seals shall be designed so that they are not exposed to mechanical damage in normal operation and so that they retain their sealing properties throughout the life of the enclosure. Seals and grouting materials shall have a softening or melting point which is at least 20 K higher than the maximum operating temperature of the enclosure.

Note. — Typical tests for gaskets and seals exposed to normal environments are given in Sub-clause 19.3.

- 23.1.2 The enclosures shall be sufficiently rugged to withstand normal handling and assembly operations without damage to the seals. The enclosures shall also satisfy the requirements of Sub-clause 6.2 when tested at the normal impact energy level given in Table II.

- 23.1.3 Apparatus installed in restricted breathing enclosures shall be limited in power dissipation so that, if all the apparatus within the enclosure is de-energized, the air temperature in the enclosure will not fall by more than 10 K. This restriction does not apply to restricted breathing luminaires.

Note. — Relays, switchgear etc. installed in restricted breathing enclosures will normally meet this requirement unless a large number of these devices are packaged tightly in a small enclosure.

- 23.1.4 Enclosures shall be provided with a test connection for checking that the restricted breathing properties are retained in service.

23.2 Type tests

Restricted breathing enclosures shall be capable of passing one of the following type tests.

23.2.1 Diffusion half-time test

Carbon dioxide (CO₂) shall be introduced into the enclosure, under normal conditions of service until the atmosphere within the enclosure contains approximately 25% CO₂ at ambient pressure. The concentration of CO₂ is then monitored over a period of time such that if the log of concentration is plotted against time sufficient measurements have been taken to enable an accurate straight line to be plotted. From this line the time which would be taken for the concentration of CO₂ to reduce from 25% to 12.5% can be deduced. This time shall be not less than 80 h.

If the CO₂ monitoring system introduces a significant additional volume, the effective half time is that measured multiplied by the ratio of the volume of the enclosure to the aggregate volume of the enclosure and the monitoring system.

During the test the internal temperature of the enclosure and the ambient temperature shall be kept constant. In large enclosures suitable methods (for example fans) shall be adopted so that the CO₂ concentration is the same throughout the enclosure.

23.2.2 *Epreuve de demi-pression*

L'enveloppe est mise soit en surpression soit en dépression avec de l'air à une valeur de 500 Pa par rapport à la pression atmosphérique normale. L'orifice de mise en pression est ensuite obturé et la pression contrôlée pour déterminer le temps nécessaire pour que l'écart de pression passe de 400 Pa à 200 Pa. Ce temps ne doit pas être inférieur à 80 s. Si le dispositif de mesure de la pression introduit un volume d'air supplémentaire non négligeable, la valeur mesurée pour le temps de demi-pression doit être multipliée par le coefficient défini au paragraphe 23.2.1. La valeur qui en résulte ne doit pas être inférieure à 80 s.

La température ambiante à l'intérieur et à l'extérieur de l'enveloppe doit rester constante au cours de l'épreuve.

Cette épreuve n'est considérée comme valable que pour des enveloppes dont le volume brut intérieur est inférieur à 10 l et qui sont suffisamment rigides pour supporter la surpression ou la dépression sans déformation.

23.2.3 *Epreuve au débit d'air*

L'enveloppe est mise sous pression en envoyant de l'air et est maintenue à une surpression de 400 Pa. Le débit d'alimentation d'air en litres par heure nécessaire pour maintenir cette surpression est mesuré. La valeur obtenue, divisée par le volume net en litres de l'enveloppe, ne doit pas être supérieure à 0,125.

23.2.4 *Limitation d'emploi*

A l'exception des luminaires à respiration limitée, les enveloppes à respiration limitée satisfaisant aux prescriptions ci-dessus sont limitées à l'utilisation avec des gaz et vapeurs dont le facteur de respiration limitée est inférieur à 20 (voir annexe A). Pour d'autres gaz ou vapeurs, il faut adopter des précautions supplémentaires, comme celle de doubler le temps de demi-diffusion ou le temps de demi-pression tels que mesurés aux paragraphes 23.2.1 et 23.2.2 ou en prenant la moitié de la valeur mesurée au paragraphe 23.2.3.

Les enveloppes à respiration limitée ne conviennent pas pour un équipement prévu pour fonctionnement cyclique.

23.2.2 *Pressure half-time test*

The enclosure shall be subjected either to an overpressure or to an underpressure with air equivalent to 500 Pa above or below normal atmospheric pressure. The inlet shall then be sealed and the pressure monitored to determine the time for the pressure difference to change from 400 Pa to 200 Pa. This time shall be not less than 80 s. If the pressure measuring device introduces significant additional volume the measured value for the pressure half-time shall be multiplied by the factor defined in Sub-clause 23.2.1. The resultant value shall be not less than 80 s.

The ambient temperature within and outside the enclosure shall be constant during the test.

This test is only considered suitable for enclosures whose gross internal volume is less than 10 l and which are sufficiently rigid so that the overpressure or underpressure does not cause deformation.

23.2.3 *Air flow test*

The enclosure shall be pressurized with air and maintained at an overpressure of 400 Pa. The rate of supply of air in litres per hour required to maintain this overpressure shall be measured. The value obtained divided by the net enclosure volume in litres shall not exceed 0.125.

23.2.4 *Limitations*

With the exception of restricted breathing luminaires, restricted breathing enclosures complying with the above requirements are limited to use with gases and vapours whose restricted breathing factor is less than 20 (see Appendix A). For other gases and vapours additional precautions shall be adopted such as doubling the diffusion half time or the pressure half time as measured in Sub-clauses 23.2.1 and 23.2.2 or halving the value measured in Sub-clause 23.2.3.

Restricted breathing enclosures are not suitable for equipment which is designed to be operated under duty cycle conditions.

ANNEXE A

ENVELOPPES À RESPIRATION LIMITÉE

A1. Concept de la respiration limitée

Le principe du concept de la respiration limitée est que des enveloppes telles que des coffrets étanches aux intempéries de bonne qualité industrielle sont suffisamment étanches pour limiter l'entrée de gaz ou vapeurs inflammables, de sorte que la concentration qui s'accumule dans l'enveloppe ne soit pas supérieure à la limite inférieure d'explosivité du gaz ou de la vapeur concerné pendant un temps long comparé à la durée possible d'une présence de gaz ou de vapeur dans l'atmosphère extérieure. On considère également que la probabilité d'un deuxième dégagement de gaz ou de vapeur, assez rapidement après le premier pour qu'il puisse avoir un effet cumulatif avec le mélange gazeux à l'intérieur de l'enceinte, est suffisamment faible pour ne pas en tenir compte.

A2. Principes de la technique

Les règles pour une enveloppe à respiration limitée autre qu'un luminaire sont basées sur le postulat que le transfert de gaz ou de vapeur inflammable à l'intérieur des enveloppes est entièrement dû à la diffusion. Cela implique que la température, tout comme la pression de l'atmosphère à l'intérieur et à l'extérieur de l'enveloppe, reste sensiblement constante pendant la durée de la présence de la matière inflammable. Il est donc nécessaire de restreindre l'utilisation de la technique de la respiration limitée aux enveloppes contenant du matériel qui ne fait pas monter d'une façon sensible la température moyenne de l'atmosphère à l'intérieur de l'enveloppe. Le taux maximal de diffusion est atteint quand l'atmosphère environnante est soit du gaz inflammable à 100%, soit un mélange saturé de vapeur inflammable dans l'air. La supposition que cela pourrait se produire, même en zone 2, fait partie du concept de respiration limitée.

En se basant sur le fait que les règles de respiration limitée sont telles que la concentration de gaz ou de vapeurs inflammables dans une enveloppe n'atteint pas la limite inférieure d'explosivité, le concept peut être utilisé pour protéger un équipement qui peut produire des étincelles en fonctionnement normal. Le concept convient par conséquent pour des appareillages, des équipements de contrôle ou de régulation et pour l'instrumentation. A l'exception des luminaires à respiration limitée, le concept ne convient pas pour des équipements qui comportent des sources de chaleur, à l'intérieur de l'enveloppe, qui provoquent une variation de température dans l'enveloppe supérieure à 10 K. La respiration limitée ne convient pas non plus pour des équipements à fonctionnement cyclique en raison d'une probabilité accrue de coïncidence d'une période d'arrêt de l'appareil avec la présence d'un gaz ou d'une vapeur inflammable entourant l'enveloppe.

Les propriétés de respiration limitée d'une enveloppe peuvent être évaluées de diverses manières. Celles-ci, ainsi que les règles d'épreuves appropriées, sont récapitulées ci-dessous.

A3. Explication des termes

Les termes utilisés pour l'évaluation des propriétés de respiration limitée d'une enveloppe sont les suivants:

A3.1 Demi-valeur du temps de diffusion (T_h)

Temps nécessaire, à température et pression constantes, pour que la concentration d'un gaz ou d'une vapeur spécifique dans une enveloppe diminue et atteigne la moitié de sa valeur initiale.

APPENDIX A

RESTRICTED BREATHING ENCLOSURES

A1. Restricted breathing concept

The principle of the restricted breathing concept is that enclosures such as good quality normal industrial weatherproof housings be sufficiently well sealed to limit the entry of flammable gas or vapour so that the cumulative concentration within the enclosure does not exceed the lower explosive limit for the gas or vapour concerned over a period of time which is long compared with the possible duration of the presence of gas or vapour in the external atmosphere. It is also assumed that the likelihood of a second release of gas or vapour so soon after an initial release that it could contribute to the cumulative gas mixture within the enclosure is sufficiently small to be discounted.

A2. Principles of the technique

The requirements for a restricted breathing enclosure other than a luminaire are based on the assumption that transfer of flammable gas or vapour into the enclosure is due entirely to diffusion. This implies that both the temperature and pressure of the atmosphere within and outside the enclosure remain sensibly constant over the period for which flammable material is present. It is therefore generally necessary to restrict the use of the restricted breathing technique to enclosures containing apparatus which does not significantly raise the average temperature of the atmosphere within the enclosure. The maximum rate of diffusion will occur when the surrounding atmosphere is either 100% flammable gas or a saturated flammable vapour/air mixture. The assumption that this could occur, even in Zone 2, is inherent in the restricted breathing concept.

On the basis that the requirements for restricted breathing are such that the concentration of flammable gas or vapour within an enclosure does not reach the lower explosive limit, the concept can be used to protect equipment which may spark in normal operation. The concept is suitable therefore for switchgear, control and regulating equipment and for instrumentation. With the exception of restricted breathing luminaires, the concept is not suitable for equipment which incorporates sources of heat within the enclosure which cause a change in temperature in the enclosure exceeding 10 K. Restricted breathing is also not suitable for equipment operated on a duty cycle because of the increased probability that the apparatus might be de-energized when flammable gas or vapour surrounds the enclosure.

The restricted breathing properties of an enclosure can be assessed in a number of ways. These and the appropriate test requirements are reviewed below.

A3. Explanation of terms

The terms relevant to assessment of the restricted breathing properties of an enclosure are as follows:

A3.1 Half-value diffusion time (T_h)

The period of time required at constant temperature and pressure for the concentration of a specific gas or vapour within an enclosure to decrease to one-half of the initial value.

A3.2 *Demi-valeur du temps de la pression (T_{hp})*

Temps nécessaire à une surpression dans l'enveloppe pour redescendre à la moitié de sa valeur initiale.

Pour des enveloppes qui ne sont pas susceptibles de se déformer dans la gamme de pression considérée, le temps pris pour qu'une dépression atteigne la moitié de sa valeur initiale sera le même que le temps de demi-surpression.

A3.3 *Coefficient de respiration limitée (S)*

Constante dont la valeur dépend des caractéristiques physiques individuelles des gaz ou vapeurs inflammables concernés (voir figure 3, page 64).

A3.4 *Temps critique (T_{crit})*

Temps nécessaire pour que la concentration d'un gaz ou d'une vapeur inflammable dans l'air à l'intérieur d'une enveloppe atteigne la limite inférieure d'explosivité quand il y a du gaz inflammable à 100% ou un mélange saturé vapeur inflammable/air autour de l'enveloppe.

A4. *Théorie et règles d'épreuves*

Il y a situation dangereuse si la diffusion d'une atmosphère environnante inflammable à l'intérieur d'une enveloppe permet au mélange situé dans l'enveloppe d'atteindre la limite inférieure d'explosivité (LIE). Le temps nécessaire pour cela, si l'on suppose l'enveloppe entourée d'une concentration à 100% de gaz inflammable ou d'un mélange saturé vapeur inflammable/air, est le temps critique (T_{crit}). Le temps critique dépend de la valeur de la limite inférieure d'explosivité (LIE), de la constante de diffusion (D) et du point d'ébullition (b) du gaz ou de la vapeur inflammable.

L'effet combiné de ces derniers facteurs est exprimé par le coefficient de respiration limitée (S) qu'on peut obtenir à partir de la figure 2, page 62, pour toute matière donnée à condition qu'on en connaisse le point d'ébullition (b), la masse moléculaire (M) et la limite inférieure d'explosivité (LIE). Les coefficients de respiration limitée les plus courants des gaz et vapeurs inflammables sont donnés au tableau A1 de la présente annexe.

L'essai type fondamental pour les enveloppes à respiration limitée, puisque la sécurité est basée sur la diffusion lente de la matière inflammable dans l'enveloppe, est l'essai du temps de demi-diffusion. Il est souvent pratique d'utiliser un gaz inerte comme le dioxyde de carbone (CO_2) pour cet essai. Si l'on introduit une concentration connue de CO_2 dans l'enveloppe à la pression atmosphérique, le temps pris pour que la concentration tombe à la moitié de sa valeur initiale par la seule diffusion (T_{hCO_2}) peut être mesuré. La relation entre ce chiffre et T_{crit} est ensuite donnée par:

$$T_{hCO_2} = 2 \times S \times T_{crit}$$

dans laquelle: S = facteur de respiration limitée.

En considérant qu'une enveloppe pourrait être entourée par un gaz inflammable à 100% ou un mélange saturé air/vapeur pendant une durée allant jusqu'à, disons, 30 min, on estime que le temps minimal acceptable pour T_{crit} est de 2 h. En prenant comme exemple le dichlorure d'éthylène $S = 8$, et $T_{crit} = 2$ h, la valeur minimale mesurée pour le temps de diffusion T_{hCO_2} , en utilisant du dioxyde de carbone ne doit pas être inférieure à 32 h pour que l'enveloppe soit acceptable dans ce cas particulier.

La majorité des composés inflammables ont des valeurs inférieures à 20 pour le coefficient de respiration limitée. Il est donc pratique d'adopter cette valeur, de sorte que les enveloppes, avec des demi-valeurs de temps de diffusion en utilisant le gaz carbonique qui ne sont pas inférieures à 80 h, conviennent pour la plupart des applications. Quelques matières comme l'hydrogène, l'acétylène et l'isoprène ont des constantes de diffusion élevées et de faibles valeurs pour la limite explosive inférieure, ce qui donne des coefficients de respiration limitée

A3.2 Half-value pressure change time (T_{hp})

The period of time taken for an overpressure within the enclosure to decrease to half the initial value.

For enclosures which are not subject to distortion over the range of pressure considered, the time taken for an underpressure to attain half the initial value will be the same as the half-value overpressure time.

A3.3 Restricted breathing factor (S)

A constant whose value depends on the individual physical characteristics of the flammable gas or vapour concerned (see Figure 3, page 65).

A3.4 Critical time (T_{crit})

The period of time required for the concentration of a flammable gas or vapour in air within an enclosure to reach the lower explosive limit when there is 100% flammable gas or a saturated vapour/air mixture around the enclosure.

A4. Theory and test requirements

A hazardous situation will arise if the diffusion of a surrounding flammable atmosphere into an enclosure permits the mixture within the enclosure to reach the lower explosive limit (LEL). The time required for this, when the enclosure is assumed to be surrounded with a 100% concentration of flammable gas or saturated vapour/air mixture, is the critical time (T_{crit}). The critical time depends on the value for the lower explosive limit (LEL), the diffusion constant (D) and the boiling point (b_f) of the flammable gas or vapour.

The combined effect of these latter factors is expressed by the restricted breathing factor (S) which may be obtained from Figure 2, page 63, for any given material provided the boiling point (b_f), the molecular weight (M) and the lower explosive limit (LEL) are known. Restricted breathing factors for many of the more common flammable gases and vapours are given in Table AI of this appendix.

The fundamental type test for restricted breathing enclosures, since safety is based on slow diffusion of flammable material into the enclosure, is the diffusion half-time test. It is often convenient to use an inert gas such as carbon dioxide (CO_2) for this test. If a known concentration of CO_2 is introduced into the enclosure at atmospheric pressure the time taken for the concentration to fall to one-half of the initial value by diffusion alone (T_{hCO_2}) can be measured. The relationship between this figure and T_{crit} is given by:

$$T_{hCO_2} = 2 \times S \times T_{crit}$$

where S = restricted breathing factor.

On the basis that an enclosure might be surrounded by 100% flammable gas or a saturated vapour/air mixture for a period up to 30 min say, it is assumed that the minimum acceptable time for T_{crit} is 2 h. Taking as an example ethylene dichloride $S = 8$, and $T_{crit} = 2$ h, the minimum measured value for the diffusion time T_{hCO_2} using carbon dioxide shall be not less than 32 h for the enclosure to be acceptable in this particular case.

The majority of flammable compounds have values for the breathing factor S which are less than 20. It is therefore convenient to adopt this value so that enclosures with half-value diffusion times using carbon dioxide which are not less than 80 h are suitable for most applications. A few materials such as hydrogen, acetylene and isoprene have high diffusion constants and low values for the lower explosive limit so that the respective restricted breathing factors are greater than 20. If the restricted breathing technique is to be used with any of

supérieurs à 20. Si l'on doit employer la technique de la respiration limitée pour l'une de ces matières, il faut soit rajuster les exigences de l'essai de diffusion dans le rapport $S/20$, soit adopter d'autres moyens pour assurer un niveau de sécurité adéquat, ce qui peut inclure la révision des prémisses de base en ce qui concerne la concentration et la persistance de l'atmosphère inflammable extérieure.

Comme cela prolonge l'essai de diffusion, il peut être pratique de se servir de la relation entre T_{hCO_2} et le temps pris pour une légère surpression à l'intérieur de l'enveloppe pour tomber à la moitié de sa valeur initiale en raison de fuite, c'est-à-dire le temps de changement de la demi-pression (T_{hp}). La méthode habituelle de mesure est de mettre sous pression l'enveloppe à 400 Pa et de mesurer le temps pris pour que la surpression tombe à la moitié de sa valeur initiale quand la source de mise en pression a été débranchée et le point de branchement obturé. En variante, l'enveloppe peut être évaluée sur la base d'une épreuve de dépression. La relation est alors:

$$T_{hCO_2}(\text{heures}) = T_{hp}(\text{secondes})$$

Cet essai ne convient d'habitude que pour de petites enveloppes, car la flexion des parois de plus grandes enveloppes peut donner des résultats inexacts à moins qu'on n'introduise un facteur de correction convenable.

Une troisième méthode d'essai peut être utilisée, dans laquelle on mesure le débit de perte d'air sortant d'une enveloppe. Ce débit de perte d'air (L) en litres/heure se mesure tandis que l'enveloppe est soumise à une surpression de 400 Pa. La relation est alors la suivante:

$$L(\text{litres/heure}) = \frac{10}{T_{hp}(s)} = \frac{10}{T_{hCO_2}(h)}$$

A5. Calculs des paramètres d'épreuve

Les courbes qui sont données à la figure 3, page 64, permettent de calculer les quantités T_{hp} , T_{hCO_2} et L à partir de T_{crit} et S pour n'importe quel gaz ou vapeur.