

**NORME
INTERNATIONALE
INTERNATIONAL
STANDARD**

**CEI
IEC**

60772

Première édition
First edition
1983-01

**Ensembles de traversée électrique
dans les structures de confinement
des centrales nucléaires**

**Electrical penetration assemblies
in containment structures for
Nuclear power generating stations**



Numéro de référence
Reference number
CEI/IEC 60772: 1983

Numéros des publications

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

Publications consolidées

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

Validité de la présente publication

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

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

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

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

Terminologie, symboles graphiques et littéraux

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

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

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

Numbering

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

Consolidated publications

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

Validity of this publication

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

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

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

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

Terminology, graphical and letter symbols

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

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

* See web site address on title page.

**NORME
INTERNATIONALE
INTERNATIONAL
STANDARD**

**CEI
IEC**

60772

Première édition
First edition:
1983-01

**Ensembles de traversée électrique
dans les structures de confinement
des centrales nucléaires**

**Electrical penetration assemblies
in containment structures for
nuclear power generating stations**

© IEC 1983 Droits de reproduction réservés — Copyright - all rights reserved

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

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

International Electrotechnical Commission
Telefax: +41 22 919 0300

3, rue de Varembé Geneva, Switzerland
e-mail: inmail@iec.ch IEC web site <http://www.iec.ch>



Commission Electrotechnique Internationale
International Electrotechnical Commission
Международная Электротехническая Комиссия

CODE PRIX
PRICE CODE

Q

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

SOMMAIRE

	Pages
PRÉAMBULE	4
PRÉFACE	4
Articles	
1. Domaine d'application	6
2. Objet	6
3. Terminologie	6
4. Classification par domaines d'utilisation et valeurs nominales	10
5. Prescriptions concernant la conception	12
6. Qualification à la conception.	18
7. Essais individuels de série	26
8. Essais concernant l'installation et le site	26
9. Prescriptions de l'assurance de qualité	28
ANNEXE A — Prescriptions concernant la spécification de l'utilisateur	32

IEC NORM.COM: Click to view the full PDF of IEC 60772:1983

CONTENTS

	Page
FOREWORD	5
PREFACE	5
Clause	
1. Scope	7
2. Object	7
3. Terminology	7
4. Operational classification and ratings	11
5. Design requirements	13
6. Design qualification	19
7. Production tests	27
8. Installation and field testing	27
9. Quality assurance requirements	29
APPENDIX A — Requirements for user's specification	33

IECNORM.COM: Click to view the full PDF of IEC 60772:1983

COMMISSION ÉLECTROTECHNIQUE INTERNATIONALE

ENSEMBLES DE TRAVERSÉE ÉLECTRIQUE DANS LES STRUCTURES
DE CONFINEMENT DES CENTRALES NUCLÉAIRES

PRÉAMBULE

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

PRÉFACE

La présente norme a été établie par le Sous-Comité 45A: Instrumentation des réacteurs, du Comité d'Etudes n° 45 de la CEI: Instrumentation nucléaire.

Un premier projet fut discuté lors de la réunion tenue à Stockholm en 1980. A la suite de cette réunion, un projet, document 45A(Bureau Central)68, fut soumis à l'approbation des Comités nationaux suivant la Règle des Six Mois en avril 1981.

Des modifications, document 45A(Bureau Central)79, furent soumises à l'approbation des Comités nationaux selon la Procédure des Deux Mois en avril 1982.

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

Afrique du Sud (République d')	Italie
Allemagne	Pays-Bas
Autriche	Pologne
Belgique	République Démocratique Allemande
Chine	Roumanie
Egypte	Royaume-Uni
Espagne	Suède
Etats-Unis d'Amérique	Union des Républiques
Finlande	Socialistes Soviétiques
France	Yougoslavie

Autres publications de la CEI citées dans la présente norme:

Publications nos 137: Traversées isolées pour tensions alternatives supérieures à 1 000 V.

332: Essais des câbles électriques soumis au feu.

780: Qualification des constituants électriques du système de sûreté, destinés aux centrales électronucléaires.

INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION

**ELECTRICAL PENETRATION ASSEMBLIES IN CONTAINMENT
STRUCTURES FOR NUCLEAR POWER GENERATING STATIONS**

FOREWORD

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

PREFACE

This standard has been prepared by Sub-Committee 45A: Reactor Instrumentation of IEC Technical Committee No. 45: Nuclear Instrumentation.

A first draft was discussed at the meeting held in Stockholm in 1980. As a result of this meeting, a draft, Document 45A(Central Office)68, was submitted to the National Committees for approval under the Six Months' Rule in April 1981.

Amendments, Document 45A(Central Office)79, were submitted to the National Committees for approval under the Two Months' Procedure in April 1982.

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

Austria	Poland
Belgium	Romania
China	South Africa (Republic of)
Egypt	Spain
Finland	Sweden
France	Union of Soviet
German Democratic Republic	Socialist Republics
Germany	United Kingdom
Italy	United States of America
Netherlands	Yugoslavia

Other IEC publications quoted in this standard:

- Publications Nos. 137: Bushings for Alternating Voltages above 1 000 V.
332: Tests on Electric Cables under Fire Conditions.
780: Qualification of Electrical Items of the Safety System for Nuclear Power Generating Stations.

ENSEMBLES DE TRAVERSÉE ÉLECTRIQUE DANS LES STRUCTURES DE CONFINEMENT DES CENTRALES NUCLÉAIRES

1. Domaine d'application

La présente norme est spécifiquement applicable aux traversées de câbles dans les enceintes de confinement des réacteurs (appelées «enceintes» dans le texte). Elle comporte les règles de sécurité technique à respecter pour la conception, le calcul, la fabrication, l'assemblage, les essais, l'installation et la maintenance des traversées de câbles.

Les traversées électriques permettent à un ou plusieurs circuits électriques de pénétrer dans l'enceinte de confinement tout en restant isolés des gaz et de la pression.

Dans le cadre de la présente norme, les traversées électriques comprennent:

- les conducteurs électriques jusqu'au point de raccordement le plus proche à l'intérieur et à l'extérieur de l'enceinte (conducteurs de traversée);
- les composants servant à l'isolement électrique de ces conducteurs;
- les composants servant à rendre cet ensemble conducteur résistant à la température et à la pression, étanche aux gaz, ainsi que les composants de liaison avec la paroi d'enceinte;
- les dispositifs de contrôle des fuites de gaz à raccordement permanent.

Sont classés parmi les composants ne faisant pas partie de la traversée électrique:

- les composants de la paroi d'enceinte servant à la fixation des traversées, tels que les surfaces de contact pour raccordement par boulonnage ou soudure, ou les buses devant être brasées;
- les câbles et fils reliés aux conducteurs ou connecteurs de traversée;
- les éléments terminaux, tels que cosses ou bornes ou manchons à souder, fixés aux câbles ou fils connectés;
- les appareils de contrôle de fuite ou d'aspiration reliés temporairement aux traversées. Les prescriptions relatives aux circuits extérieurs reliés aux ensembles de traversée et la structure de confinement sont en dehors du domaine d'application de la présente norme.

2. Objet

La présente norme décrit les prescriptions pour la conception, la construction, les essais et l'installation d'ensembles de traversée électrique dans les structures de confinement des réacteurs nucléaires autres que l'enceinte de pression primaire des centrales de production d'énergie.

3. Terminologie

3.1 Événements initiateurs hypothétiques

Événements (ou combinaisons possibles d'événements) tels que des défaillances de matériel, des erreurs d'opérateur, des tremblements de terre et leurs conséquences, pris en compte à la conception, qui pourraient conduire à des incidents de fonctionnement prévus ou à des situations accidentelles.

ELECTRICAL PENETRATION ASSEMBLIES IN CONTAINMENT STRUCTURES FOR NUCLEAR POWER GENERATING STATIONS

1. Scope

This standard applies specifically to cable penetrations in reactor containments (called “containments” in the text). It covers the engineered safety requirements to be met in the design, calculation, fabrication, assembly, testing, installation and maintenance of cable penetrations.

Electrical penetrations provide gas-tight and pressure-resistant penetration through the containment of one or more electrical circuits.

For the purpose of this standard, electrical penetrations include:

- electrical conductors up to the nearest connecting points within and outside the containment (penetration conductors);
- components for electrical insulation of such conductors;
- components for the pressure-resistant, gas-tight and temperature-resistant enclosure of this conductor assembly and for connection with the containment wall;
- permanently connected devices for monitoring gas leakage.

The components which are not part of an electrical penetration include:

- components of the containment wall for attachment of penetrations, such as sealing surfaces for bolting or pipe connections or nozzles requiring welding;
- cables and lines connected to the penetration conductors or connectors;
- terminal elements, such as cable lugs or terminals, or soldering sleeves attached to the cables or lines connected;
- leak test or exhausting devices connected temporarily to penetrations. The requirements for external circuits which connect to the penetration assemblies or the containment structure are outside the scope of this standard.

2. Object

This standard describes the requirements for the design, construction, test and installation of electrical penetration assemblies in nuclear containment structures other than the primary pressure envelope for power generating stations.

3. Terminology

3.1 *Postulated initiating events*

Events (or their credible combinations) such as equipment failures, operator errors, earthquakes and their consequences which are postulated as part of the design basis and which could lead to anticipated operational occurrences or accident conditions.

3.2 *Joint simple d'étanchéité*

Joint simple entre l'ouverture dans l'enceinte de confinement et l'ensemble de traversée électrique.

3.3 *Joint simple d'étanchéité pour conducteur électrique*

Élément mécanique disposé de manière telle qu'il y ait un seul joint servant de barrière de pression entre l'intérieur et l'extérieur de la structure de confinement suivant l'axe du conducteur électrique.

Se référer aux normes nationales applicables (voir exemple dans l'annexe A).

3.4 *Double joint d'étanchéité*

Deux joints en série.

3.5 *Double joint d'étanchéité pour conducteur électrique*

Deux joints pour conducteur électrique en série.

3.6 *Ensemble de traversée électrique*

Ensemble de conducteurs électriques isolés, de joints pour conducteurs et de joints pour passage permettant le passage de conducteurs électriques à travers une ouverture unique dans une structure de confinement nucléaire, tout en ménageant une barrière de pression entre l'intérieur et l'extérieur de la structure de confinement.

3.7 *Conditions d'environnement*

Conditions physiques extérieures à l'ensemble de traversée électrique comprenant, mais non limitativement, la température ambiante, la pression, les rayonnements, l'humidité, les aspersions de produits chimiques, prévues comme conditions normales d'utilisation ou résultant des événements initiateurs hypothétiques.

3.8 *Vie installée*

Intervalle de temps entre l'installation et la mise hors service définitive, pendant lequel l'ensemble de la traversée électrique doit satisfaire à toutes les prescriptions prévues à la conception pour les conditions d'utilisation spécifiées.

3.9 *Marge*

Différence entre les conditions d'utilisation et les conditions retenues lors des essais de qualification.

3.10 *Dispositif ou appareil protégeant contre une surintensité primaire*

Dispositif ou appareil qui remplit normalement la fonction d'interrupteur du circuit.

3.11 *Vie qualifiée*

Période pendant laquelle il peut être vérifié que l'ensemble de traversée électrique satisfait à toutes les exigences prévues à la conception pour les conditions d'utilisation spécifiées.

3.12 *Conditions d'utilisation*

Conditions d'environnement, de puissance et de propagation de signaux, prévues comme normales ou comme résultant des événements initiateurs hypothétiques.

3.2 *Single aperture seal*

A single seal between the containment aperture and the electrical penetration assembly.

3.3 *Single electric conductor seal*

A mechanical assembly arranged in such a manner that there is a single pressure barrier seal between the inside and the outside of the containment structure along the axis of the electric conductor.

Refer to applicable national standards (see example in Appendix A).

3.4 *Double aperture seal*

Two single aperture seals in series.

3.5 *Double electric conductor seal*

Two single electric conductor seals in series.

3.6 *Electric penetration assembly*

An assembly of insulated electric conductors, conductor seals, and opening seals that provides the passage for the electric conductors through a single opening in the nuclear containment structure, while providing a pressure barrier between the inside and the outside of the containment structure.

3.7 *Environmental conditions*

Physical conditions external to the electrical penetration assembly including, but not limited to, ambient temperature, pressure, radiation, humidity, chemical spray expected as a result of normal operating requirements and postulated initiating events.

3.8 *Installed life*

The interval of time from installation to permanent removal from service, during which the electrical penetration assembly shall meet all design requirements for the specified operational conditions.

3.9 *Qualification margin*

The difference between the operational conditions and the conditions used in qualification testing.

3.10 *Primary overcurrent protective device or apparatus*

A device or apparatus which normally performs the function of circuit interruption.

3.11 *Qualified life*

The period of time that can be verified for which the electrical penetration assembly will meet all design requirements for the specified operational conditions.

3.12 *Operational conditions*

Environmental, power, and signal conditions expected as a result of normal operating requirements and postulated initiating events.

4. Classification par domaines d'utilisation et valeurs nominales

4.1 Il convient que la classification et la valeur nominale des conducteurs dans les traversées soient en accord avec les normes nationales.

4.2 Pour l'objet de la présente norme, on suit les classifications suivantes:

4.2.1 *Puissance à moyenne tension*

Les conducteurs des circuits de puissance prévus pour une tension nominale supérieure à 1 000 V doivent être classés dans la catégorie «moyenne tension, puissance».

4.2.2 *Puissance à basse tension*

Les conducteurs des circuits de puissance prévus pour une tension nominale inférieure à 1 000 V doivent être classés dans la catégorie «basse tension, puissance».

4.2.3 *Basse tension, contrôle-commande*

Les conducteurs des circuits du contrôle-commande et de l'instrumentation prévus pour une tension nominale inférieure ou égale à 1 000 V doivent être classés dans la catégorie «basse tension, contrôle-commande».

4.2.4 *Instrumentation à conducteurs coaxiaux et triaxiaux*

Les conducteurs coaxiaux et triaxiaux des circuits d'instrumentation doivent être classés dans la catégorie «instrumentation».

4.3 *Conditions nominales d'utilisation des traversées électriques des enceintes de confinement des centrales nucléaires*

4.3.1 *Durée maximale du courant nominal de court-circuit*

La durée maximale du courant de court-circuit nominal, avec perte de l'intégrité électrique, mais sans perte de l'intégrité en ce qui concerne le confinement, doit être compatible avec le dispositif ou appareil protégeant contre les surintensités primaires.

4.3.2 *Pression et température nominales*

La pression et la température nominales de l'ensemble de traversée électrique ne doivent pas être inférieures à la pression et à la température maximales spécifiées de l'enceinte de confinement.

4.3.3 *Température de fonctionnement minimale nominale*

La température de fonctionnement minimale nominale de l'ensemble de traversée électrique doit être largement compatible avec les conditions d'environnement du site.

4.3.4 *Prescriptions concernant l'échauffement normal*

Les caractéristiques suivantes sont applicables pour l'échauffement en fonctionnement normal:

4.3.4.1 *Fourreau (tuyau de confinement)*

La température maximale admissible dans le fourreau doit être compatible avec les conditions d'environnement.

4. Operational classification and ratings

4.1 The classification and rating of conductors in penetrations should be in accordance with national standards.

4.2 For the purpose of this standard, the following classifications are made:

4.2.1 *Medium voltage power*

Conductors of power circuits rated above 1 000 V shall be classified as “medium voltage power”.

4.2.2 *Low voltage power*

Conductors of power circuits rated up to 1 000 V shall be classified as “low voltage power”.

4.2.3 *Low voltage control*

Conductors of control circuits and instrumentation rated up to 1 000 V shall be classified as “low voltage control”.

4.2.4 *Coaxial and triaxial instrumentation*

Coaxial and triaxial conductors of instrumentation circuits shall be classified as “instrumentation conductors”.

4.3 *Ratings which are specific for containment electrical penetrations for nuclear power generating stations*

4.3.1 *Maximum duration of rated short-circuit current*

The maximum duration of the rated short-circuit current, with loss of electrical integrity but without loss of containment integrity, shall be consistent with the back-up overcurrent protection device or apparatus.

4.3.2 *Rated pressure and temperature*

The rated pressure and temperature of the electrical penetration assembly shall be not less than the specified maximum containment pressure and temperature.

4.3.3 *Rated minimum operational temperature*

The rated minimum operational temperature of the electrical penetration assembly shall be conservatively rated with the environment at the location.

4.3.4 *Normal temperature-rise requirements*

The following temperature-rise performances are applicable in normal operations:

4.3.4.1 *Sleeve (containment nozzle)*

The maximum allowable temperature in the sleeve shall be in accordance with the environmental conditions.

4.3.4.2 *Ame du conducteur*

L'échauffement maximal de l'âme des conducteurs aux bornes de raccordement doit être compatible avec les matériaux en contact.

5. Prescriptions concernant la conception

5.1 *Prescriptions concernant la conception mécanique*

5.1.1 *Limites concernant la pression*

La partie de la traversée électrique soumise à pression doit satisfaire aux prescriptions des codes nationaux applicables aux chaudières et aux enceintes sous pression.

5.1.2 *Taux de fuite des gaz*

L'ensemble de traversée électrique doit avoir le taux de fuite maximal ci-après à $20 \pm 15^\circ\text{C}$ et à la pression différentielle maximale spécifiée:

<i>Configuration</i>	<i>Taux de fuite</i>
1) Ensemble de traversée électrique, à l'exclusion du joint d'étanchéité (la traversée n'étant pas installée)	$10^{-4} \text{ Pa} \cdot \text{s}^{-1}$
2) Ensemble de traversée électrique incluant le joint d'étanchéité (la traversée étant installée)	$1 \text{ Pa} \cdot \text{s}^{-1}$

5.1.3 *Disposition en vue du contrôle*

L'ensemble de traversée électrique doit être disposé de façon à permettre de mesurer le taux de fuite, sans qu'il soit nécessaire de déconnecter de l'ensemble de traversée un seul circuit extérieur.

5.1.4 *Intégrité*

L'ensemble de traversée électrique doit être étudié pour résister à l'ensemble des conditions d'utilisation sans perte de l'intégrité du confinement et sans détérioration touchant la structure de l'ensemble de traversée, sauf en ce qui concerne le paragraphe 4.3.1.

5.1.5 *Manutention et stockage*

L'ensemble de traversée électrique doit être conçu pour résister sans détérioration aux effets d'une exposition à des températures prévues (voir les publications de la CEI applicables) et aux effets prévisibles des vibrations dues au transport.

5.1.6 *Fixation (installation)*

Les fixations par boulons devraient être faites à l'intérieur des parois de l'enceinte de confinement, dans des zones spécialement préparées à cet effet.

Le couple maximal de serrage doit être calculé en fonction du mode de fixation utilisé. Des mesures doivent être prises pour maintenir la précontrainte et pour éviter le desserrage spontané des boulons.

Les traversées électriques fixées par soudure doivent être conçues de façon à faciliter les soudures. Ces traversées de câbles, et en particulier leurs isolants, doivent être conçues de façon à ne pas être détériorées lorsqu'on les soude aux parois de l'enceinte de confinement.

4.3.4.2 Conductor core

The maximum temperature rise in conductor cores at terminals shall be in accordance with the surrounding materials.

5. Design requirements

5.1 Mechanical design requirements

5.1.1 Pressure boundary

The pressure boundary of the penetration assembly shall meet the requirements of the relevant national boiler and pressure vessel national codes.

5.1.2 Gas leakage

The electrical penetration assembly shall have the following maximal gas leak rate at $20 \pm 15^\circ\text{C}$ at the maximum specified differential pressure:

Configuration

Leak rate

- | | |
|---|--|
| 1) Electrical penetration assembly exclusive of the aperture seal (not installed) | $10^{-4} \text{ Pa} \cdot \text{s}^{-1}$ |
| 2) Electrical penetration assembly including the aperture seal (installed) | $1 \text{ Pa} \cdot \text{s}^{-1}$ |

5.1.3 Testing provisions

The electrical penetration assembly shall include provisions for measuring leak rate, without the necessity for disconnecting any external circuit from the assembly.

5.1.4 Integrity

The electrical penetration assembly shall be designed to withstand the aggregate of operational conditions without loss of containment integrity or assembly structural damage, except as noted in Sub-clause 4.3.1.

5.1.5 Handling and storage

The electrical penetration assembly shall be designed to withstand without damage, the effects of expected temperature exposure (see relevant IEC publications) and expected shipping vibration loads.

5.1.6 Attachment (installation)

Bolt attachments should be made on the inside of the containment walls in areas specially prepared for this purpose.

The maximum fastening torque shall be calculated and based on the type of seal used. Measures shall be taken to maintain the pre-stress and to prevent self-loosening of the bolts.

Electrical penetrations if attached by welding shall be designed for easy welding and in such a way that cable penetrations, especially their insulating materials, cannot be damaged when welded onto the containment walls.

La fixation par soudure devrait normalement être effectuée sur la paroi interne de l'enceinte.

La localisation de la fixation sur la paroi de l'enceinte devrait être choisie de manière à éviter qu'elle soit endommagée par des pièces à proximité et de façon à pouvoir être facilement inspectée en service.

5.1.7 *Condensation*

Les dispositions doivent être prises pour éviter toute condensation dans la traversée.

5.1.8 *Tenue aux séismes*

La traversée, munie de son câblage extérieur, doit satisfaire aux conditions sismiques spécifiées.

5.1.9 *Equilibrage de la pression et condensation*

Dans les traversées électriques et les capots ou les boîtes de raccordement correspondants, des dispositions doivent être prises pour égaliser la pression et pour éviter ou supprimer la condensation de vapeur d'eau.

Des dispositions doivent être prises contre la pénétration d'eau et de polluants tels que la poussière (par exemple, les sorties des câbles se faisant vers le bas); si nécessaire, cette zone doit être blindée afin d'assurer la protection contre la pénétration d'eau et de polluants.

5.1.10 *Aptitude à la décontamination*

Les traversées électriques avec leurs capots et leurs boîtes de raccordement doivent présenter une aptitude à la décontamination correspondant aux prescriptions à respecter par l'enceinte de confinement.

5.1.11 *Protection contre le feu*

Les matériaux et la conception des traversées électriques doivent être tels que leur résistance au feu corresponde aux prescriptions à respecter par l'enceinte de confinement considérée comme «barrière de feu».

5.1.12 *Analyse des contraintes*

Il convient d'effectuer une analyse des contraintes confirmées par documents et s'étendant aux parties de la traversée qui maintiennent la pression; si cela n'est pas possible, l'analyse peut être remplacée par un essai de pression.

5.1.13 *Accessibilité*

Un accès adéquat aux traversées doit être assuré pour la maintenance, en tenant compte de la présence possible de rayonnements.

5.1.14 *Résistance aux rayonnements*

Dans le choix des matériaux destinés aux traversées électriques, les modifications de leurs propriétés provoquées par leur ionisation doivent être prises en considération. Au besoin, le blindage de la traversée de câbles doit être prévu.

Weld attachments should be made on the inside of the containment wall.

The location of the attachment in the containment wall should be chosen to avoid the possibility of physical damage from adjacent components and to facilitate inspection during operation.

5.1.7 *Condensation*

Measures shall be taken to avoid any condensation in the penetration.

5.1.8 *Earthquake resistance*

The penetration, when fitted with its external wiring, shall withstand the specified earthquake conditions.

5.1.9 *Pressure equalization and condensation*

In electrical penetrations and the corresponding hoods and terminal boxes, provisions shall be made for pressure equalization and the prevention or removal of condensation water.

Measures shall be taken against the penetration of water and pollutants, such as dust (for example, cable outlets facing downward); if necessary, the area shall be shielded to provide protection against water and pollutants.

5.1.10 *Decontamination capability*

Electrical penetrations with their hoods and terminal boxes shall have a decontamination capability corresponding to the requirements to be met by the containment.

5.1.11 *Fire protection*

The materials and the design of electrical penetrations shall be such that their fire resistance corresponds to the requirements to be met by the containment as a fire barrier.

5.1.12 *Stress analysis*

A certified stress analysis covering the pressure retaining parts of the penetration should be performed and, when this is not possible, the analysis may be replaced by a pressure test.

5.1.13 *Accessibility*

Adequate access for maintenance shall be provided, taking into account the possible presence of radiation field.

5.1.14 *Radiation resistance*

Changes in material properties brought about by ionization of material shall be taken into account in the selection of material for electrical penetrations. If necessary, shielding of the cable penetration shall be included.

5.2 Prescriptions concernant la conception électrique

5.2.1 Résistance au feu

Les systèmes d'isolement du conducteur et les matériaux non métalliques doivent être aptes à retarder la propagation des flammes (auto-extinguibles), conformément à la Publication 332 de la CEI: Essais des câbles électriques soumis au feu.

5.2.2 Effet couronne

Les conducteurs de puissance à moyenne tension doivent être exempts de décharges partielles (effet couronne) lorsqu'ils sont à la tension nominale.

5.2.3 Prescriptions spéciales concernant les traversées pour câbles de mesure

Les traversées électriques doivent être adaptées aux caractéristiques prescrites des circuits de mesure de façon que les traversées de câbles ne détériorent pas ces circuits de mesure.

Par exemple, si la traversée électrique est montée entre le thermocouple et le dispositif de compensation, il faut, en choisissant le matériau conducteur, veiller à ce qu'il ne se forme pas de couple électrique supplémentaire.

5.2.4 Connexions de câbles

Les connexions et les jonctions des conducteurs à basse tension et à moyenne tension doivent être capables de supporter les courants permanents à valeur nominale, avant et après injection du courant de court-circuit nominal, sans que pour cela la température des connexions et des jonctions ne dépasse la limite prévue à la conception.

5.2.5 Intégrité électrique

Les conducteurs, les connexions et les systèmes d'isolement électriques doivent être conçus de façon à résister à toutes les contraintes électriques de l'environnement, sans défaillance ou perte d'aptitude au fonctionnement, sauf pour ce qui est prévu au paragraphe 4.3.1.

5.2.6 Essais de qualification en fonctionnement

Des dispositions doivent être prises pour effectuer des essais de qualification supplémentaires en fonctionnement et pour confirmer une prolongation de la vie qualifiée de l'ensemble, s'il est avéré que celle-ci sera plus courte que la vie installée spécifiée.

5.2.7 Efforts électrodynamiques

La traversée doit être conçue de façon à subir les efforts résultant des courts-circuits conformément au paragraphe 4.3.1, sans modification des caractéristiques d'étanchéité.

En particulier, les isolateurs de sortie devraient être conçus de façon à supporter ces efforts avec un coefficient de sécurité au moins égal à 2 par rapport à l'effort de rupture.

5.2.8 Ames des conducteurs

La section de l'âme des conducteurs doit être choisie de manière que l'échauffement maximal demeure dans les limites spécifiées, conformément aux publications de la CEI relatives aux câbles.

5.2 *Electrical design requirements*

5.2.1 *Fire resistance*

Conductor insulation systems and non-metallic materials shall be flame retardant, in accordance with IEC Publication 332: Tests on Electric Cables under Fire Conditions.

5.2.2 *Corona*

Medium voltage power conductors shall be free of partial discharge (corona) when energized at rated voltage.

5.2.3 *Special requirements to be met by measuring lead penetrations*

The electrical penetrations shall be adapted to the required properties of the measuring circuits so that the cable penetrations do not deteriorate the measuring circuits.

For example, if an electrical penetration is arranged between the thermocouple and the compensation unit, care shall be taken in the selection of conductor material so that no additional electrical couples can be formed.

5.2.4 *Cable connections*

Connections and splices of medium and low voltage conductors shall be capable of carrying rated continuous currents before and after application of rated short-circuit currents without causing the connections and splices to exceed the temperature design limit.

5.2.5 *Electrical integrity*

The conductors, connections and electrical insulation systems shall be designed to withstand all electrical environmental loadings without failure or loss of function, except as provided for in Sub-clause 4.3.1.

5.2.6 *On-going qualification tests*

Provisions shall be made to conduct on-going qualification tests to extend the assembly qualified life, if it is known that the qualified life will be less than the specified installed life.

5.2.7 *Electrodynamic stresses*

The penetration shall be designed to withstand stresses resulting from short circuits as defined in Sub-clause 4.3.1 without changing the leakage characteristics.

In particular, the output insulators should be designed to withstand these stresses with a minimum safety factor of 2 with respect to the fracture stress.

5.2.8 *Conductor cores*

The conductor core cross-section shall be selected in such a way that the maximum temperature-rise remains within the limits specified in accordance with relevant IEC cable publications.

5.2.9 Câbles de signalisation (traversée électrique)

Les traversées électriques doivent être adaptées aux caractéristiques prescrites du système de transmission de façon que ces traversées de câbles ne détériorent pas toute la ligne de transmission.

Points particuliers à considérer:

- blindage contre les influences électriques;
- tensions de fonctionnement;
- impédance caractéristique;
- impédance de transfert;
- claquage en mode pulsé dans les traversées de détecteurs de rayonnements.

5.2.10 Perturbations électriques

Les circuits qui sont affectés défavorablement par les perturbations électriques doivent être convenablement protégés, par exemple en plaçant les conducteurs des traversées dans des gaines métalliques flexibles, et en effectuant les mises à la terre nécessaires.

5.2.11 Aptitude à supporter l'échauffement et le passage de courants

La détermination des courants nominaux dans les conducteurs doit tenir compte de l'échauffement admissible suivant le matériel choisi, et/ou des textes de réglementation. L'échauffement admissible sur chaque extrémité des éléments terminaux et sur les lignes de transmission et, si nécessaire, la superposition des températures accidentelles doivent être pris en considération.

5.2.12 Isolement

Les matériaux utilisés pour l'isolation ne doivent pas être susceptibles de:

- diminution ou perte de leurs qualités mécaniques, élasticité notamment, et de leurs propriétés électriques, sous l'action de la température et de l'humidité en fonctionnement permanent;
- se détériorer sous l'action du champ électrique, ce qui affecterait l'intégrité électrique;
- se détériorer sous l'effet de l'irradiation, ce qui affecterait l'intégrité électrique.

Les parties d'isolation pouvant être en contact avec l'atmosphère de l'enceinte pendant les accidents prévus doivent résister aux agressions de cette atmosphère.

6. Qualification à la conception

6.1 Vérification

La qualification à la conception doit être vérifiée par des essais de type effectués sur des ensembles représentatifs. Lorsqu'on détermine ces ensembles représentatifs, la classification par domaine d'utilisation et les valeurs nominales doivent être prises en considération.

Ces essais de type ont pour but de démontrer, à l'aide de résultats d'essais réels, que l'ensemble de traversée électrique remplit sa fonction comme prévu lorsqu'il est soumis à des conditions qui simulent sa vie installée dans les conditions d'utilisation spécifiées. Des résultats d'essais de qualification existants peuvent être utilisés lorsqu'on peut montrer, soit analytiquement, soit par des essais supplémentaires, que ces résultats existants sont valables pour l'ensemble en cours de qualification. Des documents doivent être fournis à l'appui des programmes d'essais, des procédures et des résultats d'essais.

5.2.9 *Signal cables (electrical penetration)*

The electrical penetrations shall be adapted to the required properties of the transmission system so that the cable penetrations do not deteriorate the whole transmission line.

Special aspects to be taken into account include:

- shielding against electrical influences;
- operating voltages;
- characteristic impedance;
- transfer impedance;
- electrical breakdown in pulse mode in radiation detector penetrations.

5.2.10 *Electrical interference*

Circuits which are adversely affected by electrical interference shall be suitably protected, for example by placing penetration conductors in flexible metal conduit and employing necessary earthing.

5.2.11 *Heating and current-carrying capability*

The permissible heating depending on selected equipment and/or jurisdictional rules and regulations shall be taken into account in determining nominal conductor currents. The permissible heating of the terminal elements at each end and the transmission lines and, as far as necessary, the superposition of accident temperatures shall be taken into account.

5.2.12 *Insulation*

The materials employed for insulation shall not be liable to the following:

- depletion or loss of their mechanical properties, especially elasticity and electrical properties, under the action of temperature and humidity in steady state operation;
- deterioration under the action of the electrical field, which will affect electrical integrity;
- deterioration under the effect of radiation, which will affect electrical integrity.

The portions of insulation likely to be in contact with the atmosphere of the containment during the postulated accidents shall resist the attacks of this atmosphere.

6. **Design qualification**

6.1 *Verification*

Design qualification shall be verified by type tests performed on representative assemblies. In determining representative assemblies, consideration shall be given to service classification and ratings.

These type tests are intended to demonstrate, by actual test results, that the electric penetration assembly will perform its intended function when subjected to conditions which simulate the installed life under the specified operating condition. Existing qualification test data may be used when it can be shown either analytically or by additional tests, that the existing data are valid for the assembly being qualified. Test plans, procedures and test results shall be documented.

6.2 Marges de qualification

Voir la Publication 780 de la CEI: Qualification des constituants électriques du système de sûreté, destinés aux centrales électronucléaires.

6.3 Essais des matériaux

6.3.1 Résistance au feu

Les ensembles de traversée électrique doivent être résistants au feu dans les limites ci-après:

- 1) Les conducteurs isolés et les systèmes d'isolement doivent être auto-extinguibles;
- 2) Tous les autres matériaux non métalliques doivent être classés «auto-extinguibles» conformément aux normes nationales applicables et à la Publication 332 de la CEI.

6.3.2 Résistance aux rayonnements

Tous les matériaux sujets à dégradation à la suite d'une exposition aux rayonnements doivent subir des essais pour vérifier qu'ils conservent les caractéristiques électriques et physiques nécessaires lorsqu'ils sont soumis à l'environnement correspondant à l'utilisation, pendant la durée de vie installée de l'ensemble.

6.3.3 Vieillessement

La vie qualifiée de l'ensemble doit être déterminée.

6.4 Essais de type

Les essais de type des ensembles de traversée électrique doivent comporter les essais ci-après, à effectuer suivant la séquence spécifiée. Si l'on en suit une autre, il faut démontrer qu'elle est plus sévère que celle qui est spécifiée dans la présente norme.

6.4.1 Essai de pression pneumatique

L'essai de pression pneumatique doit concerner la pression statique telle qu'on la détermine en suivant les règles du code national applicable aux chaudières et enceintes sous pression. Cet essai peut être combiné avec celui du paragraphe 6.4.2.

6.4.2 Essai concernant le taux de fuite de gaz

L'essai concernant le taux de fuite de gaz doit être effectué conformément aux prescriptions du paragraphe 5.1.2.

6.4.3 Essai de continuité des conducteurs

La continuité électrique de chaque conducteur doit être vérifiée par un essai de continuité. Chaque conducteur doit être identifié en permanence aux deux extrémités de l'ensemble.

6.4.4 Essai de rigidité diélectrique

Des essais de rigidité diélectrique doivent être effectués dans les conditions d'environnement correspondant à l'ambiance du local, conformément à ce qui suit:

1) Puissance à moyenne tension, puissance à basse tension et contrôle-commande

Chaque conducteur de puissance à moyenne tension, de puissance à basse tension et de contrôle-commande, doit être soumis à un essai de rigidité diélectrique ne durant pas moins de 1 min, entre chaque conducteur et la terre, et entre chaque conducteur et les conducteurs voisins non séparés par une barrière mise à la masse. La tension d'essai doit être conforme aux publications de la CEI applicables.

6.2 *Qualification margin*

Refer to IEC Publication 780: Qualification of Electrical Items of the Safety System for Nuclear Power Generating Stations.

6.3 *Material tests*

6.3.1 *Fire resistance*

Electrical penetration assemblies shall be fire resistant to the extent defined below:

- 1) Insulated conductors and insulation systems shall be self-extinguishing;
- 2) All other non-metallic materials shall be classified self-extinguishing in accordance with the relevant national standards and IEC Publication 332.

6.3.2 *Radiation resistance*

All materials which may be subject to degradation, as a result of radiation exposure, shall be tested to verify that the materials will maintain the necessary electrical and physical properties when subjected to the operational environment over the installed life of the assembly.

6.3.3 *Ageing*

The qualified life of the assembly shall be determined.

6.4 *Type tests*

Electrical penetration assembly type tests shall consist of the following tests in the sequence specified. If an alternative sequence is used, it shall be justified as being more severe than that specified by this standard.

6.4.1 *Pneumatic pressure test*

The pneumatic pressure test shall consist of that static pressure as determined by the rules of the relevant national boiler and pressure vessel code. This test may be combined with the test of Sub-clause 6.4.2.

6.4.2 *Gas leak rate test*

The gas leak rate shall be conducted in accordance with the requirements of Sub-clause 5.1.2.

6.4.3 *Conductor continuity test*

The electrical continuity of each conductor shall be verified by a continuity test. Each conductor shall be identified permanently at both ends of the assembly.

6.4.4 *Dielectric strength test*

Dielectric strength tests shall be conducted at room ambient environmental conditions, in accordance with the following:

1) *Medium voltage power, low voltage power and control*

Each medium voltage power and low voltage power and control conductor shall be subjected to a dielectric strength voltage test for not less than 1 min applied between each conductor and earth, and between each conductor and adjacent conductors not separated by an earthed barrier. The test voltage shall be in accordance with relevant IEC publications.

2) *Instrumentation*

Les conducteurs de l'instrumentation doivent être essayés conformément aux exigences du système dans lequel ils sont utilisés.

6.4.5 *Essai de résistance d'isolement*

Un essai de résistance d'isolement doit être effectué dans les conditions d'environnement correspondant à l'ambiance du local, conformément à ce qui suit:

1) *Puissance à moyenne tension*

Les conducteurs de puissance à moyenne tension doivent être essayés à 2 000 V en courant continu (minimum) et avoir une résistance minimale de $10^9 \Omega$, entre le conducteur et la terre, et entre le conducteur et les conducteurs voisins non séparés par une barrière mise à la masse.

2) *Puissance à basse tension*

Les conducteurs de puissance à basse tension et de contrôle-commande doivent être essayés à 500 V en courant continu (minimum) et avoir une résistance minimale de $10^8 \Omega$ entre le conducteur et la terre, et entre le conducteur et les conducteurs voisins lorsqu'ils ne sont pas séparés par une barrière mise à la masse.

3) *Instrumentation*

Les conducteurs de l'instrumentation doivent être essayés conformément aux prescriptions spécifiées pour le système d'instrumentation.

6.4.6 *Essais de décharges partielles (effet couronne)*

Les conducteurs de puissance à moyenne tension doivent être essayés pour des décharges partielles (effet couronne) comme celles qui sont spécifiées dans la Publication 137 de la CEI: Traversées isolées pour tensions alternatives supérieures à 1 000 V.

6.4.7 *Essai concernant le courant nominal permanent*

Chaque conducteur de l'ensemble, y compris les extrémités, doit subir un essai de courant nominal permanent, en y faisant passer un tel courant dans les conditions d'environnement spécifiées. La température stabilisée maximale des conducteurs et de l'interface avec le béton ne doit pas dépasser les limites prévues à la conception.

Ces essais sont prévus pour vérifier que les valeurs maximales admissibles des échauffements ne sont pas dépassées lorsqu'on utilise les courants maximaux spécifiés et les surcharges temporaires spécifiées.

Pendant ces essais, les conditions réelles d'installation des traversées devraient être simulées.

6.4.8 *Essai concernant la vie qualifiée*

Des essais de vieillissement doivent être effectués sur un ensemble représentatif de chaque type, suivant la séquence indiquée ci-après:

- 1) Simulation de l'environnement du transport et du stockage du paragraphe 5.1.5.
- 2) Simulation des soudures en vue de l'installation, conformément aux procédures recommandées, s'il y a lieu.
- 3) Simulation du cycle de fonctionnement de la centrale de puissance, à l'aide d'un cycle thermique consistant en un changement de température d'au moins 56°C à partir de la température initiale spécifiée pour 120 cycles, à une humidité relative supérieure de 98% et une fréquence non supérieure à un cycle par 24 h.

2) *Instrumentation*

Instrumentation conductors shall be tested in accordance with the requirements of the system in which they are used.

6.4.5 *Insulation resistance test*

An insulation resistance test shall be performed at room ambient environmental conditions, in accordance with the following:

1) *Medium voltage power*

Medium voltage power conductors shall be tested at 2 000 V d.c. (minimum) and shall have a minimum resistance of $10^9 \Omega$ between conductor and ground and between conductor and adjacent conductors not separated by a ground barrier.

2) *Low voltage power*

Low voltage power and control conductors shall be tested at 500 V d.c. (minimum) and shall have a minimum resistance of $10^8 \Omega$ between conductor and ground, and between conductor and adjacent conductors when not separated by an earthed barrier.

3) *Instrumentation*

Instrumentation conductors shall be tested in accordance with the requirements specified for the instrumentation system.

6.4.6 *Partial discharge (corona) test*

Medium voltage power conductors shall be tested for partial discharge (corona) as specified in IEC Publication 137: Bushings for Alternating Voltages above 1 000 V.

6.4.7 *Rated continuous current test*

A rated continuous current test shall be performed on each conductor in the assembly, including the termination, by carrying rated continuous current under the specified environmental conditions. The maximum stabilized temperatures of the conductors and concrete interface shall not exceed the design limits.

These tests are designed to check that the maximum allowable temperature-rise values are not exceeded when carrying the maximum specified currents and the specified short-time overload.

During these tests, real installation conditions of the penetration should be simulated.

6.4.8 *Qualified life test*

Ageing tests, in the sequence listed below, shall be performed on one representative assembly of each type:

- 1) Simulation of shipping and storage environment of Sub-clause 5.1.5.
- 2) Simulation of installation welding, if applicable, following the recommended procedures.
- 3) Simulation of power plant operating cycle by a thermal cycle consisting of a minimum temperature change of 56°C beginning at starting specified temperature for 120 cycles at greater 98% relative humidity and a frequency not greater than 24 h per cycle.

- 4) La preuve de la résistance à l'exposition aux rayonnements peut être obtenue par des essais effectués sur chaque composant de l'ensemble, si nécessaire.
- 5) Essais de réception du matériel, concernant le taux de fuite gazeux, la rigidité diélectrique, la résistance d'isolement et la continuité des conducteurs, conformément aux paragraphes 5.1.2, 6.4.4, 6.4.5 et 6.4.3 respectivement.

6.4.9 *Essai concernant la surintensité temporaire nominale*

Un essai de surintensité temporaire doit être effectué sur les conducteurs de puissance et de contrôle-commande.

6.4.10 *Essai de tenue au courant de court-circuit nominal*

Cet essai soumet tous les conducteurs munis de leurs bornes aux courants de court-circuit prescrits.

L'essai de tenue au courant de court-circuit doit être effectué sur les conducteurs de puissance et de contrôle-commande conformément aux publications de la CEI applicables.

6.4.11 *Essai de tension de choc (pour la haute tension)*

Les tensions continues et, si nécessaire, les tensions de choc spécifiées dans les normes nationales concernées, devraient être appliquées entre chaque conducteur et les autres reliés à la terre. Il ne devrait normalement se produire aucun arc avec perforation ou contournement, ni aucune décharge due à l'effet couronne.

6.4.12 *Essai sismique*

L'ensemble de traversée électrique doit être soumis à un essai sismique, conformément à la publication se rapportant à la qualification. Cet essai doit être effectué dans des conditions simulant l'installation et incluant les connecteurs. Les essais pour la réception du matériel doivent être effectués conformément au point 5 du paragraphe 6.4.8.

6.4.13 *Essais décollant des événements initiateurs hypothétiques (essais EIH)*

L'ensemble de traversée électrique doit être soumis à l'essai EIH spécifié et les conditions d'essai spécifiées pour faire suite à ces événements doivent être appliquées (par exemple, tension nominale et courant nominal pour les conducteurs de puissance et de contrôle-commande, tension nominale pour les conducteurs d'instrumentation). Il convient que l'exposition aux rayonnements spécifiés dans les EIH soit effectuée, si possible, avant le début de cet essai.

Après l'essai EIH, l'aptitude au fonctionnement de l'ensemble de traversée électrique doit être démontrée. Les paragraphes à considérer sont, selon le cas, les paragraphes 6.4.2, 6.4.4, 6.4.5 ou 6.4.11.

6.5 *Essais de réception*

Les essais de réception qui doivent être effectués concernent le taux de fuite de gaz conformément au paragraphe 5.1.2, la continuité des conducteurs conformément au paragraphe 6.4.3 et la rigidité diélectrique conformément au paragraphe 6.4.4.

Les conducteurs des ensembles de traversée électrique doivent être soumis aux courants de court-circuit nominaux et aux durées du paragraphe 4.3.1. L'essai de réception suivant, concernant le taux de fuite de gaz conformément au paragraphe 5.1.2, doit être effectué sous la pression de confinement différentielle maximale spécifiée.

- 4) Proof of radiation resistance can be furnished by testing the assembly on each component when relevant.
- 5) Acceptance testing consisting of gas leak rate, dielectric strength, insulation resistance and conductor continuity in accordance with Sub-clauses 5.1.2, 6.4.4, 6.4.5 and 6.4.3, respectively.

6.4.9 *Rated short-time overload current test*

A short-time overload current test shall be conducted on power and control conductors.

6.4.10 *Rated short-circuit current test*

This test subjects all the conductors fitted with their terminals to required short-circuit currents.

The short-circuit current shall be conducted on power and control conductors in accordance with relevant IEC publications.

6.4.11 *Surge voltage test (for high voltage)*

The d.c. voltage and, if necessary, the surge voltages specified in relevant national standards should be applied between each conductor and the other connected to earth. No perforation, flashover, or corona discharge should occur.

6.4.12 *Seismic testing*

The electrical penetration assembly shall be subjected to seismic testing in accordance with the relevant qualification publication. Testing shall be performed under simulated installed conditions and including cable terminations. Acceptance testing shall be performed in accordance with Item 5 of Sub-clause 6.4.8.

6.4.13 *Postulated initiating event tests (PIE tests)*

The electrical penetration assembly shall be subjected to the specified PIE test and the specified test conditions taken as a consequence of that event shall be applied (e.g., rated voltage and rated current on power and control conductors and rated voltage on instrumentation conductors). The PIE specified radiation exposure should be applied if possible prior to the start of this test.

Subsequent to the PIE test, verification of the electrical penetration operability shall be demonstrated. The sub-clauses to be considered are Sub-clauses 6.4.2, 6.4.4, 6.4.5, 6.4.11 as appropriate.

6.5 *Acceptance tests*

Acceptance tests shall be performed, consisting of gas leak rate in accordance with Sub-clause 5.1.2, conductor continuity in accordance with Sub-clause 6.4.3, and dielectric strength in accordance with Sub-clause 6.4.4.

The electrical penetration assembly conductors shall be subjected to the rated short-circuit currents and durations of Sub-clause 4.3.1. The following acceptance test for gas leak rate in accordance with Sub-clause 5.1.2 shall be performed at the maximum specified differential containment pressure.

7. Essais individuels de série

Les essais individuels de série suivants doivent être effectués sur chaque ensemble de traversée, avant l'expédition.

7.1 *Essai de pression pneumatique*

Un essai de pression pneumatique doit être effectué conformément au paragraphe 6.4.1. Cet essai peut être combiné avec celui du paragraphe 7.2.

7.2 *Essai concernant le taux de fuite de gaz*

Un essai concernant le taux de fuite de gaz doit être effectué conformément aux prescriptions des paragraphes 5.1.2 et 6.4.1. Si le taux de fuite de gaz ne doit pas dépasser $10^{-4} \text{ Pa} \cdot \text{s}^{-1}$ d'hélium à la pression différentielle maximale spécifiée, cet essai doit être effectué à la température ambiante de $20 \pm 15^\circ\text{C}$.

7.3 *Essai de rigidité diélectrique*

Chaque conducteur de l'ensemble doit être essayé conformément au paragraphe 6.4.4, dans les conditions d'ambiance du local, sans qu'il se produise d'arc avec perforation ni de contournement.

7.4 *Essai de résistance d'isolement*

Chaque conducteur de l'ensemble doit être essayé conformément au paragraphe 6.4.5.

7.5 *Essai de continuité des conducteurs*

Chaque conducteur de l'ensemble doit être essayé conformément au paragraphe 6.4.3. En plus, la résistance des fils doit être vérifiée par sondage pour établir l'intégrité du circuit.

7.6 *Identification des conducteurs*

Chaque conducteur doit être identifié en permanence aux deux extrémités de l'ensemble.

8. Essais concernant l'installation et le site

8.1 *Procédure d'installation*

L'installation sur le site de l'ensemble de traversée électrique doit être effectuée suivant des procédures qui comprennent au minimum:

- 1) les prescriptions d'essai;
- 2) les mesures pour éviter les détériorations de l'ensemble;
- 3) les procédures recommandées pour les soudures et l'assemblage, s'il y a lieu.

8.2 *Installation mécanique*

L'installation, l'inspection et l'essai des ensembles de traversée électrique doivent être effectués conformément au code national applicable aux chaudières et aux enceintes sous pression.