

**NORME  
INTERNATIONALE  
INTERNATIONAL  
STANDARD**

**CEI  
IEC  
1057**

Première édition  
First edition  
1991-05

---

---

**Equipements élévateurs à bras isolant  
utilisés pour les travaux sous tension**

**Aerial devices with insulating boom  
used for live working**



Numéro de référence  
Reference number  
CEI/IEC 1057: 1991

## 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  
1057**

Première édition  
First edition  
1991-05

---

---

**Equipements élévateurs à bras isolant  
utilisés pour les travaux sous tension**

**Aerial devices with insulating boom  
used for live working**

© CEI 1991 Droits de reproduction réservés — Copyright — all rights reserved

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

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

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



Commission Electrotechnique Internationale  
International Electrotechnical Commission  
Международная Электротехническая Комиссия

CODE PRIX  
PRICE CODE

**XA**

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

## CORRIGENDUM 1

Le comité technique 78 est toujours attentif à l'emploi en travaux sous tension de matériaux et de produits chimiques qui, tout en tant adaptés, assurent la santé et la sécurité au travail ainsi que la protection de l'environnement. En conséquence, un solvant adapté a été identifié pour remplacer le trichloro-1,1,2-trifluoro-1,2,2-éthane (aussi connu sous les appellations trifluorotrichloro-éthane, Freon et Réfrigérant 113), utilisé auparavant.

Page 38

### 8.1.1.1 Conditions générales d'essai

Premier alinéa, deuxième ligne

*Au lieu de:*

avec du trifluorotrichloro-éthane  
(CF<sub>2</sub>ClCFCl<sub>2</sub>)

*lire:*

avec de l'isopropanol (CH<sub>3</sub>-CH(OH)-CH<sub>3</sub>)

*Ajouter, après cet alinéa, la note suivante:*

NOTE Il est du devoir d'un employeur de s'assurer que la législation applicable ainsi que les prescriptions de sécurité propres à l'usage de ce produit chimique sont respectées intégralement.

Page 46

### 8.2.1 Conditions générales d'essai

Premier alinéa, deuxième ligne

*Au lieu de:*

du trifluorotrichloro-éthane (CF<sub>2</sub>ClCFCl<sub>2</sub>)

*lire:*

de l'isopropanol (CH<sub>3</sub>-CH(OH)-CH<sub>3</sub>)

Technical committee 78 continues to monitor the use of chemicals and materials in live working that are suitable and provide for safety, occupational health and environmental protection. As a result, a suitable solvent has been found to replace the previously used trichloro-1,1,2-trifluoro-1,2,2-ethane (also known as trifluorotrichloroethane, Freon and Refrigerant 113).

Page 39

### 8.1.1.1 General test conditions

First paragraph, first line

*Instead of:*

with a trifluorotrichloroethane solution  
(CF<sub>2</sub>ClCFCl<sub>2</sub>)

*read:*

with isopropanol (CH<sub>3</sub>-CH(OH)-CH<sub>3</sub>)

*Add, at the end of this paragraph, the following note:*

NOTE It is the duty of an employer to ensure that the relevant legislation and safety requirements for the use of this chemical are complied with in their entirety.

Page 47

### 8.2.1 General test conditions

First paragraph, second line

*Instead of:*

with trifluorotrichloroethane (CF<sub>2</sub>ClCFCl<sub>2</sub>)

*read:*

with isopropanol (CH<sub>3</sub>-CH(OH)-CH<sub>3</sub>)

IECNORM.COM: Click to view the full PDF of IEC 61057:1991

## SOMMAIRE

|                                                                                         | Pages |
|-----------------------------------------------------------------------------------------|-------|
| AVANT-PROPOS .....                                                                      | 10    |
| PRÉFACE .....                                                                           | 10    |
| Articles                                                                                |       |
| <b>SECTION 1 - GÉNÉRALITÉS</b>                                                          |       |
| 1 Domaine d'application .....                                                           | 14    |
| 2 Définitions .....                                                                     | 16    |
| 2.1 Définitions conformes au VEI .....                                                  | 16    |
| 2.2 Définitions de termes spécifiques .....                                             | 16    |
| 2.3 Nomenclature .....                                                                  | 24    |
| <b>SECTION 2 - CARACTÉRISTIQUES TECHNIQUES</b>                                          |       |
| 3 Caractéristiques techniques spéciales .....                                           | 28    |
| 3.1 Dimensions .....                                                                    | 28    |
| 3.2 Dispositifs spéciaux garantissant la sécurité .....                                 | 28    |
| 3.2.1 Stabilisation des nacelles .....                                                  | 28    |
| 3.2.2 Assujettissement du personnel .....                                               | 30    |
| 3.2.3 Commandes .....                                                                   | 30    |
| 3.2.4 Source auxiliaire d'énergie .....                                                 | 32    |
| 3.2.5 Rotation de la tourelle .....                                                     | 32    |
| 3.2.6 Communication .....                                                               | 32    |
| 3.3 Autre caractéristique .....                                                         | 32    |
| 4 Caractéristiques électriques particulières .....                                      | 32    |
| 4.1 Mise à la terre .....                                                               | 32    |
| 4.2 Protection contre la décharge électrostatique des parties métalliques .....         | 32    |
| 4.3 Effet couronne .....                                                                | 32    |
| 4.3.1 Liaisons équipotentielles entre pièces conductrices non isolées entre elles ..... | 32    |
| 4.3.2 Electrodes de garde .....                                                         | 34    |
| 4.3.3 Pièces conductrices non apparentes .....                                          | 34    |
| 4.4 Dispositifs de connexion .....                                                      | 34    |
| 4.4.1 Câble de connexion .....                                                          | 34    |
| 4.4.2 Liaisons équipotentielles .....                                                   | 34    |
| 4.5 Contrôleur de courant de fuite .....                                                | 36    |

## CONTENTS

|                                                                                                          | Page |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------|------|
| FOREWORD .....                                                                                           | 11   |
| PREFACE .....                                                                                            | 11   |
| <br>Clause                                                                                               |      |
| <br><b>SECTION 1 - GENERAL</b>                                                                           |      |
| 1 Scope .....                                                                                            | 15   |
| 2 Definitions .....                                                                                      | 17   |
| 2.1 Definitions according to IEC .....                                                                   | 17   |
| 2.2 Specific definitions .....                                                                           | 17   |
| 2.3 Nomenclature .....                                                                                   | 25   |
| <br><b>SECTION 2 - TECHNICAL CHARACTERISTICS</b>                                                         |      |
| 3 Special technical characteristics .....                                                                | 29   |
| 3.1 Dimensions .....                                                                                     | 29   |
| 3.2 Special devices to ensure safety .....                                                               | 29   |
| 3.2.1 Stabilization of buckets .....                                                                     | 29   |
| 3.2.2 Personnel safety attachments .....                                                                 | 31   |
| 3.2.3 Controls .....                                                                                     | 31   |
| 3.2.4 Auxiliary power system .....                                                                       | 33   |
| 3.2.5 Rotation of the turntable .....                                                                    | 33   |
| 3.2.6 Communication .....                                                                                | 33   |
| 3.3 Other characteristics .....                                                                          | 33   |
| 4 Particular electrical characteristics .....                                                            | 33   |
| 4.1 Earthing .....                                                                                       | 33   |
| 4.2 Electrostatic discharge protection of metal components .....                                         | 33   |
| 4.3 Corona effect .....                                                                                  | 33   |
| 4.3.1 Equipotential connection between conducting parts which<br>are not insulated from each other ..... | 33   |
| 4.3.2 Guard electrode .....                                                                              | 35   |
| 4.3.3 Non-visible conductive parts .....                                                                 | 35   |
| 4.4 Bonding equipment .....                                                                              | 35   |
| 4.4.1 Bonding cable .....                                                                                | 35   |
| 4.4.2 Equipotential bonding .....                                                                        | 35   |
| 4.5 Monitoring of leakage current .....                                                                  | 37   |

| Articles                          |                                                                                                                                                        | Pages |
|-----------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------|
| <b>SECTION 3 - ESSAIS DE TYPE</b> |                                                                                                                                                        |       |
| 5                                 | Généralités .....                                                                                                                                      | 36    |
| 6                                 | Contrôles visuel et dimensionnel .....                                                                                                                 | 36    |
| 6.1                               | Contrôle visuel .....                                                                                                                                  | 36    |
| 6.2                               | Contrôle dimensionnel .....                                                                                                                            | 36    |
| 7                                 | Essai de pénétration à l'humidité des éléments remplis de mousse .....                                                                                 | 36    |
| 8                                 | Essais électriques .....                                                                                                                               | 38    |
| 8.1                               | Essais électriques avant et après conditionnement humide pour le bras, les tiges, les flexibles, les câbles à fibres optiques et les tubes creux ..... | 38    |
| 8.1.1                             | Bras .....                                                                                                                                             | 38    |
| 8.1.2                             | Tubes et tiges .....                                                                                                                                   | 40    |
| 8.1.3                             | Flexibles .....                                                                                                                                        | 40    |
| 8.1.4                             | Câbles à fibres optiques .....                                                                                                                         | 44    |
| 8.1.5                             | Tubes creux .....                                                                                                                                      | 46    |
| 8.2                               | Essais diélectriques sous pluie pour le bras, les tubes, les flexibles, les câbles à fibres optiques et les tubes creux .....                          | 46    |
| 8.2.1                             | Conditions générales d'essais .....                                                                                                                    | 46    |
| 8.2.2                             | Caractéristiques d'aspersion .....                                                                                                                     | 46    |
| 8.2.3                             | Résultats de l'essai .....                                                                                                                             | 48    |
| 8.3                               | Essai électrique pour l'huile et les outillages hydrauliques .....                                                                                     | 48    |
| 8.4                               | Dispositions spéciales pour bras creux .....                                                                                                           | 48    |
| 8.4.1                             | Bras creux scellé .....                                                                                                                                | 48    |
| 8.4.2                             | Bras creux ouvert .....                                                                                                                                | 48    |
| 8.5                               | Essais diélectriques des équipements élévateurs .....                                                                                                  | 50    |
| 8.5.1                             | Essais diélectriques de l'ensemble du bras .....                                                                                                       | 50    |
| 8.5.2                             | Essais diélectriques d'un bras inférieur avec insert isolant .....                                                                                     | 54    |
| 8.6                               | Essais diélectriques de nacelles et doubles enveloppes isolantes .....                                                                                 | 54    |
| 8.6.1                             | Essais de perforation .....                                                                                                                            | 54    |
| 8.6.2                             | Essai de tenue superficielle .....                                                                                                                     | 56    |
| 8.7                               | Mâts de charge .....                                                                                                                                   | 56    |
| 9                                 | Essais mécaniques .....                                                                                                                                | 56    |
| 9.1                               | Essais de fatigue .....                                                                                                                                | 56    |
| 9.1.1                             | Essai de fatigue sur le bras supérieur et sur le bras inférieur comprenant un insert isolant .....                                                     | 56    |
| 9.1.2                             | Essai de fatigue sur les flexibles isolants .....                                                                                                      | 56    |
| 9.2                               | Essai de surcharge .....                                                                                                                               | 58    |
| 9.2.1                             | Essai de surcharge sur le bras et le mât de charge .....                                                                                               | 58    |
| 9.2.2                             | Essai de torsion sur bras équipé de nacelle(s) .....                                                                                                   | 60    |

## SECTION 3 - TYPE TESTS

|       |                                                                                                                               |    |
|-------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| 5     | General .....                                                                                                                 | 37 |
| 6     | Visual inspection and dimensional check .....                                                                                 | 37 |
| 6.1   | Visual inspection .....                                                                                                       | 37 |
| 6.2   | Dimensional check .....                                                                                                       | 37 |
| 7     | Dye penetration test of insulating foam-filled structures .....                                                               | 37 |
| 8     | Electrical tests .....                                                                                                        | 39 |
| 8.1   | Electrical tests before and after exposure to humidity for the boom, rods, hoses, optical fibre cables and hollow tubes ..... | 39 |
| 8.1.1 | Boom .....                                                                                                                    | 39 |
| 8.1.2 | Tubes and rods .....                                                                                                          | 41 |
| 8.1.3 | Hoses .....                                                                                                                   | 41 |
| 8.1.4 | Optical fibre cable .....                                                                                                     | 45 |
| 8.1.5 | Hollow tubes .....                                                                                                            | 47 |
| 8.2   | Dielectric wet test for the boom, rods, hoses, optical fibre cables and hollow tubes .....                                    | 47 |
| 8.2.1 | General test conditions .....                                                                                                 | 47 |
| 8.2.2 | Wet conditions .....                                                                                                          | 47 |
| 8.2.3 | Test results .....                                                                                                            | 49 |
| 8.3   | Electrical test for oil and devices employing oil .....                                                                       | 49 |
| 8.4   | Special requirements for hollow booms .....                                                                                   | 49 |
| 8.4.1 | Sealed hollow boom .....                                                                                                      | 49 |
| 8.4.2 | Open hollow boom .....                                                                                                        | 49 |
| 8.5   | Dielectric tests of the aerial devices .....                                                                                  | 51 |
| 8.5.1 | Dielectric tests of the complete boom .....                                                                                   | 51 |
| 8.5.2 | Dielectric test of a lower boom with an insulating insert .....                                                               | 55 |
| 8.6   | Dielectric test on insulating buckets and liners .....                                                                        | 55 |
| 8.6.1 | Puncture test .....                                                                                                           | 55 |
| 8.6.2 | Surface withstand test .....                                                                                                  | 57 |
| 8.7   | Jibs .....                                                                                                                    | 57 |
| 9     | Mechanical tests .....                                                                                                        | 57 |
| 9.1   | Fatigue test .....                                                                                                            | 57 |
| 9.1.1 | Fatigue type test on upper boom and lower boom with insulating insert .....                                                   | 57 |
| 9.1.2 | Fatigue type test on insulating hoses .....                                                                                   | 57 |
| 9.2   | Overload test .....                                                                                                           | 59 |
| 9.2.1 | Overload test on boom and jib .....                                                                                           | 59 |
| 9.2.2 | Torsion test on boom with bucket(s) .....                                                                                     | 61 |

| Articles                                                                                                           | Pages |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------|
| 9.3 Essais hydrostatiques .....                                                                                    | 60    |
| 9.3.1 Coefficient de sécurité à l'éclatement .....                                                                 | 60    |
| 9.3.2 Essais hydrostatiques des flexibles isolants .....                                                           | 60    |
| 9.3.3 Essai à la pulsation des flexibles isolants .....                                                            | 60    |
| 9.3.4 Essai de fuite des flexibles isolants .....                                                                  | 62    |
| 9.3.5 Essai de variation de longueur des flexibles isolants .....                                                  | 62    |
| 9.3.6 Essai d'éclatement des flexibles isolants .....                                                              | 64    |
| 9.3.7 Essai de pliage à froid des flexibles isolants .....                                                         | 64    |
| 9.4 Dépressurisation de l'huile .....                                                                              | 64    |
| 10 Facteurs mécaniques qui affectent l'utilisation d'un équipement élévateur pendant le travail sous tension ..... |       |
| 10.1 Flèche du bras .....                                                                                          | 66    |
| 10.2 Effort horizontal sur la nacelle .....                                                                        | 66    |
| 10.3 Descente lente de la nacelle .....                                                                            | 66    |
| 10.4 Angle d'inclinaison de la nacelle .....                                                                       | 66    |
| 10.5 Précision des commandes hautes .....                                                                          | 66    |
| 11 Détermination de l'inflammabilité des nacelles et doubles enveloppes .....                                      | 66    |
| <b>SECTION 4 - ESSAIS DE SÉRIE SUR PRÉLÈVEMENTS ET ESSAIS INDIVIDUELS DE SÉRIE</b>                                 |       |
| 12 Essais (de série) sur prélèvements .....                                                                        | 68    |
| 13 Essais individuels de série .....                                                                               | 68    |
| 13.1 Contrôle visuel .....                                                                                         | 68    |
| 13.2 Fonctionnement .....                                                                                          | 68    |
| 13.3 Essais diélectriques .....                                                                                    | 68    |
| 13.4 Essais mécaniques .....                                                                                       | 68    |
| 13.5 Essai par la méthode de l'émission acoustique .....                                                           | 70    |
| 13.6 Détermination de la stabilité de l'engin .....                                                                | 70    |
| <b>SECTION 5 - CLAUSES SPÉCIALES</b>                                                                               |       |
| 14 Marquage .....                                                                                                  | 70    |
| 15 Modifications .....                                                                                             | 70    |
| 16 Essais de réception .....                                                                                       | 70    |
| ANNEXE A - Essais électriques avant et après conditionnement humide .....                                          | 72    |
| ANNEXE B - Essai diélectrique sous pluie .....                                                                     | 81    |
| ANNEXE C - Essais électriques des engins élévateurs .....                                                          | 82    |

| Clause                                        |                                                                                   | Page |
|-----------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------|------|
| 9.3                                           | Hydrostatic tests .....                                                           | 61   |
| 9.3.1                                         | Bursting safety factors .....                                                     | 61   |
| 9.3.2                                         | Hydrostatic tests on insulating hoses .....                                       | 61   |
| 9.3.3                                         | Impulse test on insulating hoses .....                                            | 61   |
| 9.3.4                                         | Leakage test on insulating hoses .....                                            | 63   |
| 9.3.5                                         | Change in length test on insulating hoses .....                                   | 63   |
| 9.3.6                                         | Burst test on insulating hoses .....                                              | 65   |
| 9.3.7                                         | Cold bend test on insulating hoses .....                                          | 65   |
| 9.4                                           | Oil depressurization .....                                                        | 65   |
| 10                                            | Mechanical factors that affect the use of a mobile unit during live working ..... | 67   |
| 10.1                                          | Boom deflection .....                                                             | 67   |
| 10.2                                          | Horizontal bucket loading .....                                                   | 67   |
| 10.3                                          | Bucket creep .....                                                                | 67   |
| 10.4                                          | Bucket tilt angle .....                                                           | 67   |
| 10.5                                          | Precision of upper controls at the bucket .....                                   | 67   |
| 11                                            | Determination of the flammability for insulating buckets and liners .....         | 67   |
| <b>SECTION 4 - SAMPLING AND ROUTINE TESTS</b> |                                                                                   |      |
| 12                                            | Sampling tests .....                                                              | 69   |
| 13                                            | Routine tests .....                                                               | 69   |
| 13.1                                          | Visual inspection .....                                                           | 69   |
| 13.2                                          | Operation .....                                                                   | 69   |
| 13.3                                          | Dielectric tests .....                                                            | 69   |
| 13.4                                          | Mechanical tests .....                                                            | 69   |
| 13.5                                          | Acoustic emission test method .....                                               | 71   |
| 13.6                                          | Determination of device stability .....                                           | 71   |
| <b>SECTION 5 - SPECIAL CLAUSES</b>            |                                                                                   |      |
| 14                                            | Marking .....                                                                     | 71   |
| 15                                            | Modifications .....                                                               | 71   |
| 16                                            | Acceptance tests .....                                                            | 71   |
| APPENDIX A                                    | – Electrical tests before and after exposure to humidity .....                    | 72   |
| APPENDIX B                                    | – Dielectric wet test .....                                                       | 81   |
| APPENDIX C                                    | – Electrical tests for aerial devices .....                                       | 82   |

| Articles                                                                                                                   | Pages |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------|
| ANNEXE D - Essai de fatigue des flexibles .....                                                                            | 87    |
| ANNEXE E - Essai de surcharge .....                                                                                        | 89    |
| ANNEXE F - Marquage .....                                                                                                  | 91    |
| ANNEXE G - Essais de réception .....                                                                                       | 92    |
| ANNEXE H - Termes spécifiques et nomenclature .....                                                                        | 94    |
| ANNEXE J - Détails d'un exemple classique de système de mesure du courant<br>dans le bras .....                            | 98    |
| ANNEXE K - Guide d'utilisation .....                                                                                       | 100   |
| ANNEXE L - Emission acoustique appliquée aux équipements élévateurs de<br>personnel à bras isolant - Méthode d'essai ..... | 102   |

IECNORM.COM: Click to view the full PDF of IEC 6057:1991

| Clause                                                                                        | Page |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------|------|
| APPENDIX D – Fatigue test of insulating hoses .....                                           | 87   |
| APPENDIX E – Overload test .....                                                              | 89   |
| APPENDIX F – Marking .....                                                                    | 91   |
| APPENDIX G – Acceptance tests .....                                                           | 93   |
| APPENDIX H – Specific terms and nomenclature .....                                            | 94   |
| APPENDIX J – Details of typical boom current monitoring system .....                          | 98   |
| APPENDIX K – User's guide .....                                                               | 101  |
| APPENDIX L – Acoustic emission on aerial devices with insulating<br>booms - Test method ..... | 103  |

IECNORM.COM: Click to view the full PDF of IEC 61057:1991

# COMMISSION ÉLECTROTECHNIQUE INTERNATIONALE

## ÉQUIPEMENTS ÉLÉVATEURS À BRAS ISOLANT UTILISÉS POUR LES TRAVAUX SOUS TENSION

### AVANT-PROPOS

- 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

La présente norme a été établie par le Comité d'Etudes n° 78: de la CEI: Outils pour travaux sous tension.

Le texte de cette norme est issu des documents suivants:

| Règle des Six Mois | Rapport de vote | Procédure des Deux Mois | Rapport de vote |
|--------------------|-----------------|-------------------------|-----------------|
| 78(BC)25           | 78(BC)29        | 78(BC)35                | 78(BC)43        |

Les rapports de vote indiqués dans le tableau ci-dessus donnent toute information sur le vote ayant abouti à l'approbation de cette norme.

Les publications suivantes de la CEI sont citées dans la présente norme:

|                              |                 |                                                                                                       |
|------------------------------|-----------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Publications n <sup>os</sup> | 50(121) (1978): | Vocabulaire Electrotechnique International (VEI), Chapitre 121: Electromagnétisme.                    |
|                              | 50(151) (1978): | Chapitre 151: Dispositifs électriques et magnétiques.                                                 |
|                              | 60:             | Techniques des essais à haute tension.                                                                |
|                              | 60-1 (1989):    | Première partie: Définitions et prescriptions générales relatives aux essais.                         |
|                              | 156 (1963):     | Méthode pour la détermination de la rigidité électrique des huiles isolantes.                         |
|                              | 212 (1971):     | Conditions normales à observer avant et pendant les essais de matériaux isolants électriques solides. |

## INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION

## AERIAL DEVICES WITH INSULATING BOOM USED FOR LIVE WORKING

## 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 standard has been prepared by IEC Technical Committee No. 78: Tools for live working.

The text of this standard is based on the following documents:

| Six Months' Rule | Report on Voting | Two Months' Procedure | Report on Voting |
|------------------|------------------|-----------------------|------------------|
| 78(CO)25         | 78(CO)29         | 78(CO)35              | 78(CO)43         |

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

*The following IEC publications are quoted in this standard:*

|                   |                 |                                                                                                       |
|-------------------|-----------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Publications Nos. | 50(121) (1978): | International Electrotechnical Vocabulary (IEV), Chapter 121: Electromagnetism.                       |
|                   | 50(151) (1978): | Chapter 151: Electrical and magnetic devices.                                                         |
|                   | 60:             | High-voltage test techniques.                                                                         |
|                   | 60-1 (1989):    | Part 1: General definitions and test requirements.                                                    |
|                   | 156 (1963):     | Method for the determination of the electric strength of insulating oils.                             |
|                   | 212 (1971):     | Standard conditions for use prior to and during the testing of solid electrical insulating materials. |

- 247 (1978): Mesure de la permittivité relative, du facteur de dissipation diélectrique et de la résistivité (en courant continu) des liquides isolants.
- 270 (1981): Mesure des décharges partielles.
- 296 (1982): Spécification des huiles minérales isolantes neuves pour transformateurs et appareillage de connexion. Modification n° 1 (1986).
- 475 (1974): Méthode d'échantillonnage des diélectriques liquides.
- 707 (1981): Méthodes d'essai pour évaluer l'inflammabilité des matériaux isolants électriques solides soumis à une source d'allumage.
- 855 (1985): Tubes isolants remplis de mousse et tiges isolantes pleines pour travaux sous tension.

*Autres publications citées:*

- Norme ISO 1219 (1976): Transmissions hydrauliques et pneumatiques - Symboles graphiques.
- Norme ISO 4302 (1981): Grues - Charges du vent.
- Norme ISO 4305 (1981): Grues mobiles - Détermination de la stabilité.
- Norme ISO 6605 (1986): Transmissions hydrauliques - Flexibles de raccordement - Méthode d'essai.

- 247 (1978): Measurement of relative permittivity, dielectric dissipation factor and d.c. resistivity of insulating liquids.
- 270 (1981): Partial discharge measurements.
- 296 (1982): Specification for unused mineral insulating oils for transformers and switchgear. Amendment No. 1 (1986).
- 475 (1974): Method of sampling liquid dielectrics.
- 707 (1981): Methods of test for the determination of the flammability of solid electrical insulating materials when exposed to an igniting source.
- 855 (1985): Insulating foam-filled tubes and solid rods for live working.

*Other publications quoted:*

- ISO 1219 (1976): Fluid power systems and components - Graphic symbols.
- ISO 4302 (1981): Cranes - Wind load assessment.
- ISO 4305 (1981): Mobile cranes - Determination of stability.
- ISO 6605 (1986): Hydraulic fluid power - Hose assemblies - Method of test.

Withd  
IECNORM.COM: Click to view the full PDF of IEC 1057:1991

## **ÉQUIPEMENTS ÉLÉVATEURS À BRAS ISOLANT UTILISÉS POUR LES TRAVAUX SOUS TENSION**

### **SECTION 1 - GÉNÉRALITÉS**

#### **1 Domaine d'application**

La présente norme concerne les équipements élévateurs de personnes (plate-forme élévatrice mobile de personnel PEMP), avec ou sans possibilité d'ajout de mâts de charge, équipés au minimum d'un bras supérieur isolant (partie mobile), utilisés pour les travaux sous tension sur des réseaux de tension nominale comprise entre 1 kV efficace et 800 kV efficace à fréquence industrielle.

Des applications de certaines parties de cette norme, relatives au courant continu, sont encore à l'étude.

Cette norme spécifie:

- les caractéristiques techniques spécifiques, essais et contrôle des parties isolantes (bras, partie mobile, transmission des commandes le long du bras, nacelle et accessoires, mât de charge, etc.) nécessaires au travail sous tension;
- les caractéristiques techniques, essais et contrôles des parties conductrices, les propriétés conductrices qui sont primordiales pour le positionnement à proximité ou au potentiel d'un ouvrage sous tension sur lequel on doit intervenir;
- les caractéristiques particulières qui ne font pas nécessairement l'objet d'essais, mais qui sont fondamentales pour assurer la sécurité et les renseignements indispensables qui sont requis afin d'exécuter les travaux sous tension en toute sécurité.

Sont exclus de cette norme, mais sont appliquées:

- les spécifications applicables à toutes sortes d'élévateurs (plate-formes élévatrices mobiles de personnel) qui sont imposées par les normes internationales ou la réglementation nationale en vigueur, par exemple plans, calculs, critères de stabilité, code de la route, code du travail, etc.;
- les spécifications pour les parties de l'élévateur non spécifiques aux travaux sous tension (engin porteur, etc.);
- les spécifications relatives aux équipements de protection électrostatique du personnel (il convient que l'utilisateur fournisse des équipements de protection électrostatique correspondant à la réglementation nationale).

## AERIAL DEVICES WITH INSULATING BOOM USED FOR LIVE WORKING

### SECTION 1 - GENERAL

#### 1 Scope

This standard is applicable to aerial devices (mobile elevating work platforms [MEWP]), with or without the possibility of an additional jib, as a minimum with an insulating upper boom (extending structure), used for live working on the nominal voltage, which is between 1 kV r.m.s. and 800 kV r.m.s., at power frequency.

The application of some parts of this standard to d.c. systems is still under consideration.

This standard specifies:

- the specialized technical characteristics, tests and checks of the insulating parts (boom, extending structure, transmission of controls along the boom, work platform, bucket, accessories, jibs, etc.) required for live working;
- the technical characteristics, tests and checks of conducting parts, the conductive properties which are essential for positioning near to, or at, the potential of the live element (part) to be worked on;
- the special characteristics which are not necessarily subjected to test, but which are fundamental for ensuring the safety and precision essential to safe working on live parts.

Excluded from this standard, but to be observed:

- specifications applicable to all kinds of aerial devices (mobile elevated work platforms) which are covered by applicable international standards or national regulations, for example design, calculations, stability requirements, roadway code, employment regulations, etc.;
- specifications for those parts of the aerial device (carrier, etc.) not specific to live working;
- specifications for personnel electrostatic shielding equipment (the user should provide adequate shielding equipment in accordance with national regulations).

## 2 Définitions

### 2.1 Définitions conformes au VEl

#### *Contournement*

Arc électrique court-circuitant extérieurement un corps isolant (VEI 121-03-14).

#### *Perforation*

Claquage disruptif dans un isolant solide (VEI 121-03-13).

#### *Amorçage*

Décharge disruptive: passage d'un arc par suite d'un claquage.

NOTE - Le terme «amorçage» est utilisé lorsque la décharge disruptive se produit dans un diélectrique gazeux ou liquide. Le terme «contournement» est utilisé lorsque la décharge disruptive longe la surface d'un diélectrique solide entouré d'un gaz ou d'un liquide. Le terme «perforation» est utilisé lorsque la décharge disruptive se produit à travers un diélectrique solide.

#### *Essai de type*

Essai effectué sur un ou plusieurs dispositifs réalisés selon une conception donnée pour vérifier que cette conception répond à certaines spécifications (VEI 151-04-15).

#### *Essai individuel de série*

Essai auquel est soumis chaque dispositif en cours ou en fin de fabrication pour vérifier qu'il satisfait à des critères définis (VEI 151-04-16).

#### *Essai (de série) sur prélèvement*

Essai effectué sur un certain nombre de dispositifs prélevés au hasard dans un lot (VEI 151-04-17).

#### *Essai de réception*

Essai contractuel ayant pour objet de prouver au client que le dispositif répond à certaines conditions de sa spécification (VEI 151-04-20).

### 2.2 Définitions de termes spécifiques

#### *Équipement élévateur*

Tout équipement spécialement conçu pour le positionnement de personnes et la manutention de matériel.

NOTE - Cet équipement ne comprend pas le porteur.

## 2 Definitions

### 2.1 Definitions according to IEC

#### *Flashover*

An arc by-passing an insulating body (IEV 121-03-14).

#### *Puncture*

A disruptive breakdown through a solid insulant (IEV 121-03-13).

#### *Sparkover*

A disruptive discharge: passage of an arc following dielectric breakdown.

NOTE - The term "sparkover" is used when a disruptive discharge occurs in a gaseous or liquid dielectric. The term "flashover" is used when a disruptive discharge occurs over the surface of a solid dielectric in a gaseous or liquid medium. The term "puncture" is used when a disruptive discharge occurs through a solid dielectric.

#### *Type test*

A test of one or more devices made to a certain design to show that the design meets certain specifications (IEV 151-04-15).

#### *Routine test*

A test to which each individual device is subjected during or after manufacture to ascertain whether it complies with certain criteria (IEV 151-04-16).

#### *Sampling test*

A test on a number of devices taken at random from a batch (IEV 151-04-17).

#### *Acceptance test*

A contractual test to prove to the customer that the device meets certain conditions of its specification (IEV 151-04-20).

### 2.2 Specific definitions

#### *Aerial device*

Any device which is primarily designed to position persons and to handle materials.

NOTE - This device does not include the chassis.

### *Porteur*

Véhicule sur lequel l'équipement élévateur sera monté, tel que véhicule de série, remorque ou véhicule tout terrain.

NOTE - Le porteur (véhicule support) peut être la base d'une plate-forme élévatrice de personnel (PEMP) et il peut être tiré, poussé, automoteur, monté sur véhicule, etc.

### *Engin élévateur*

Ensemble constitué par l'équipement élévateur, son porteur et les équipements annexes. Voir annexe H - figure H1 - les lettres (A), (B), etc., sont référencées.

### *Modèle*

Références du constructeur désignant l'équipement élévateur spécifié.

### *Hauteur de la plate-forme de l'engin élévateur (A)*

Hauteur mesurée depuis le plancher de la plate-forme jusqu'au sol, l'équipement élévateur étant déployé au maximum.

### *Déport horizontal (B)*

Distance maximale atteinte par les bords extérieurs de la plate-forme, mesurée à partir de l'axe de rotation de la tourelle.

### *Hauteur des stabilisateurs (C)*

Distance entre le niveau du sol et la partie la plus basse des stabilisateurs en position rentrée.

### *Course des stabilisateurs (course négative) (D)*

Distance au-dessous du niveau du sol que peuvent atteindre les stabilisateurs entièrement déployés.

### *Empattement des stabilisateurs (au niveau du sol) (E)*

Distance entre les bords extérieurs (pour les patins fixes), ou entre les axes (pour les patins pivotants), de stabilisateurs opposés en appui sur le sol.

### *Empattement des stabilisateurs (entièrement déployés) (F)*

Distance entre les bords extérieurs (pour les patins fixes), ou entre les axes (pour les patins pivotants), de stabilisateurs opposés lorsqu'ils sont entièrement déployés.

### *Hauteur du porteur (G)*

Hauteur du niveau du sol au plan supérieur des longerons formant la structure du porteur.

### ***Chassis***

A vehicle on which the aerial device will be mounted, such as a commercial vehicle, trailer or all terrain vehicle.

NOTE - The chassis (supporting vehicle) may be the base of a mobile elevating work platform (MEWP) and it may be pulled, pushed, self-propelled, vehicle-mounted, etc.

### ***Mobile unit***

A combination of an aerial device, its carrier and related equipment. See Figure H1 of Appendix H - the letters (A), (B), etc. are referenced.

### ***Model***

Manufacturer's designation for aerial device specified.

### ***Platform height of the mobile unit (A)***

The height at maximum elevation from platform floor to ground.

### ***Horizontal reach (B)***

The maximum distance reached from the centreline of the rotating turntable to the outer edge of the platform.

### ***Outrigger height (C)***

The distance from ground level to the bottom of retracted outriggers.

### ***Outrigger penetration (below ground level) (D)***

The distance below ground level which the outriggers can reach when fully extended.

### ***Outrigger spread (at ground level) (E)***

The distance between the outer edges on fixed pads, or between pins on pivoted pads, of opposite outriggers resting on level ground.

### ***Outrigger spread (at maximum extension) (F)***

The distance between the outer edges on fixed pads, or between pins on pivoted pads, of opposite outriggers when fully extended.

### ***Chassis height (G)***

The height from ground level to the top of the chassis frame rail.

***Axe balancier arrière***

Point résultant qui donne un moment équivalent à un, deux, trois ou plus, essieux arrière (voir annexe H, figure H1A).

***Empattement (WB)***

Distance entre les axes des essieux avant et arrière du porteur recommandé pour monter l'équipement élévateur.

***Distance entre cabine et essieu arrière (CA)***

Distance entre l'arrière de la cabine et l'axe de l'essieu arrière du porteur recommandé pour monter l'équipement élévateur.

***Porte-à-faux avant (FP)***

Distance maximale entre la partie la plus en avant de l'équipement élévateur et l'axe de l'essieu avant, l'équipement élévateur étant en position route.

***Porte-à-faux arrière (RP)***

Distance maximale entre la partie la plus en arrière de l'équipement élévateur et l'axe de l'essieu arrière, l'engin étant en position route.

***Dépassement avant (FO)***

Distance maximale entre toute pièce de l'équipement élévateur situé à l'avant et le pare-chocs avant.

***Dépassement arrière (RO)***

Distance maximale entre toute pièce de l'équipement élévateur situé à l'arrière et le pare-chocs arrière.

***Longueur hors tout (OL)***

Distance maximale entre l'extrémité avant et l'extrémité arrière de l'équipement élévateur.

***Centre de gravité de l'équipement élévateur - à l'horizontale (K)***

Composante horizontale de la distance horizontale entre le centre de rotation et le centre de gravité de l'équipement élévateur en position repliée.

***Centre de gravité de l'équipement élévateur - vertical (L)***

Composante verticale de la distance verticale entre le plan sur lequel est fixé l'équipement élévateur et le centre de gravité de cet équipement élévateur en position repliée.

***Rear axle centreline***

The location of the combination moment equivalent for the centrelines of one, two, three or more rear axles (see Figure H1A of Appendix H).

***Wheel base (WB)***

The distance between the front and rear axle centrelines of the chassis recommended for mounting the aerial device.

***Cab-axle dimension (CA)***

The distance between the back of the cab and the rear axle centreline of the chassis recommended for mounting the aerial device.

***Front projection (FP)***

The maximum distance of any part of the aerial device forward of the front axle centreline when stowed for travel.

***Rear projection (RP)***

The maximum distance of any part of the aerial device behind the rear axle centreline when stowed for travel.

***Front overhang (FO)***

The maximum distance of any part of the aerial device forward of the front bumper.

***Rear overhang (RO)***

The maximum distance of any part of the aerial device behind the rear bumper.

***Overall length (OL)***

The maximum distance of any part of the aerial device or the truck between the front and the back.

***Aerial device centre of gravity – horizontal (K)***

The horizontal component of the distance from the axis of rotation to the centre of gravity of the aerial device in the stowed position.

***Aerial device centre of gravity – vertical (L)***

The vertical component of the distance above the mounting surface of the aerial device to the centre of gravity of the aerial device in the stowed position.

***Intervalle d'isolement (bras supérieur) (M)***

Longueur isolante minimale insérée dans le bras supérieur et ses accessoires.

***Intervalle d'isolement (bras inférieur) (N)***

Longueur isolante minimale insérée dans le bras inférieur et ses accessoires.

***Position du centre de rotation (H)***

Distance entre l'axe de l'essieu arrière et l'axe de rotation de la tourelle.

***Hauteur «route» (position repliée) (J)***

Hauteur hors tout à partir du niveau du sol jusqu'au point le plus haut de l'équipement élévateur lorsqu'il est replié en position route.

***Charge assignée (P)***

La charge est de deux types distincts, et dans les deux cas elle doit être définie bras déployés, dans une configuration de porte-à-faux maximal accessible par une rotation complète de la tourelle.

Les charges disponibles dans d'autres positions doivent être spécifiées séparément.

La charge de la plate-forme est la charge maximale exprimée en kilogrammes pour laquelle la conception de l'équipement élévateur autorise le fonctionnement dans les conditions ci-dessus définies. La charge supplémentaire est la charge additionnelle, exprimée en kilogrammes, appliquée aux bras par les mâts de charge et pour des positions spécifiques des bras.

***Poids de l'équipement élévateur (W)***

Poids de l'équipement élévateur de série, sans les contrepoids optionnels, sans les accessoires ni les équipements auxiliaires.

***Course haute du bras inférieur (a)***

Angle maximal atteint par le bras inférieur, mesuré au-dessus de l'axe horizontal traversant l'articulation inférieure du bras inférieur.

***Course basse du bras inférieur (b)***

Angle maximal atteint par le bras inférieur, mesuré au-dessous de l'axe horizontal traversant l'articulation inférieure du bras inférieur.

***Rotation de la tourelle (c)***

Course en rotation de la tourelle, dans chaque direction, spécifiée continue ou non continue, et exprimée en degrés angulaires.

***Insulation gap (upper boom) (M)***

The minimum insulated length of the upper boom and its components.

***Insulation gap (lower boom) (N)***

The minimum insulated length of the lower boom and its components.

***Centre of rotation location (H)***

The distance from the centreline of the rear axle to the axis of rotation of the turntable.

***Travel height (stowed) (J)***

The overall height from ground level to the highest point on the aerial device when stowed for travel.

***Rated capacity (P)***

The capacity is of two distinct types and in both cases shall be determined with booms extended to a position of maximum over-hanging moment attainable through the full rotation of the turntable.

Capacities in other positions shall be specified separately.

Platform capacity is the maximum load in kilograms for which the aerial device is designed to operate under the above conditions. Supplemental capacity is the maximum additional load, in kilograms, applied to the booms by jibs and for specified boom positions.

***Aerial device weight (W)***

Weight of the standard aerial device, less optional counterweights, accessories and auxiliary equipment.

***Lower boom travel up (a)***

The maximum angle reached by the lower boom measured above the horizontal axis passing through the lower boom pin.

***Lower boom travel down (b)***

The maximum angle reached by the lower boom measured below a horizontal axis passing through the lower boom pin.

***Turntable rotation (c)***

The range of turntable rotation, in either direction, expressed as continuous or non-continuous, specified in angular degrees.

***Course haute du bras supérieur (d)***

Angle maximal atteint par le bras supérieur, mesuré au-dessus d'un axe horizontal traversant l'articulation du genou, celui-ci étant à sa hauteur maximale.

***Course basse du bras supérieur (e)***

Angle maximal atteint par le bras supérieur, mesuré au-dessous d'un axe horizontal traversant l'articulation du genou, celui-ci étant à sa hauteur maximale.

***Tension assignée de l'équipement élévateur ( $U_d$ )***

Tension maximale d'utilisation entre l'extrémité du bras supérieur et le genou de l'engin élévateur à fréquence industrielle (voir annexe K et annexe H, figure H2).

NOTE - Elle correspond à la tension efficace phase-terre des réseaux triphasés.

**2.3 Nomenclature (voir figure H2 - Les numéros (1), (2), etc., sont référencés)**

***Commandes hautes (en nacelle) (1)***

Commandes situées dans, ou à côté de la plate-forme, et conçues pour les fonctions mouvements de l'équipement élévateur et les autres fonctions (commandes du treuil, par exemple).

***Plate-forme (2)***

Élément de l'équipement élévateur destiné au transport de personnes, par exemple une nacelle.

***Axe d'articulation de la plate-forme ou de la nacelle (3)***

Axe horizontal autour duquel la nacelle ou la plate-forme s'articule par rapport au bras supérieur.

***Extrémité du bras supérieur (4)***

L'extrémité du bras supérieur à laquelle la plate-forme est fixée.

***Bras supérieur (5)***

Élément de structure isolant, relié au bras inférieur ou à une partie extensible et qui supporte la plate-forme.

***Vérin du bras supérieur (6)***

Vérin hydraulique qui manoeuvre le bras supérieur.

***Mécanisme de manoeuvre du bras supérieur (7)***

Ensemble d'organes tels que bielles, câbles, poulies ou engrenages utilisés pour mouvoir le bras supérieur sur son articulation.

***Upper boom travel up (d)***

The maximum angle reached by the upper boom measured above a horizontal axis passing through the elbow pin at its maximum height.

***Upper boom travel down (e)***

The maximum angle reached by the upper boom measured below a horizontal axis passing through the elbow pin at its maximum height.

***Rated voltage of the aerial device ( $U_d$ )***

The maximum use voltage between the upper boom tip and the elbow of the mobile unit at power frequency (see Appendix K and Figure H2 of Appendix H).

NOTE - This corresponds to the maximum r.m.s. line to ground voltage of a three-phase system.

**2.3 *Nomenclature*** (the numbers (1), (2), etc. are referenced - see Figure H2 of Appendix H)***Upper controls (1)***

Those controls located in or beside the platform, and designed for the movement functions of the aerial device and other functions (e.g., control of the winch).

***Platform (2)***

The personnel-carrying component of an aerial device, such as a bucket.

***Platform or bucket pin (3)***

The horizontal pin about which the platform or bucket moves relative to the upper boom.

***Upper boom tip (4)***

The end of the upper boom to which the platform is attached.

***Upper boom (5)***

The insulating structural member attached to the lower boom, or to an extendable structure, which supports the platform.

***Upper boom cylinder (6)***

The hydraulic cylinder which articulates the upper boom.

***Upper boom drive mechanism (7)***

Means, such as linkage, cables, sheaves and gears, used to produce upper boom articulation.

**Genou (8)**

Liaison mécanique reliant le bras supérieur au bras inférieur et leur permettant de s'articuler l'un par rapport à l'autre.

**Axe d'articulation du genou (9)**

Axe horizontal autour duquel le bras supérieur s'articule par rapport au bras inférieur.

**Bras inférieur (10)**

L'élément de structure fixé à la tourelle ou au socle et qui supporte le bras supérieur.

**Insert isolant du bras inférieur (11)**

Partie du bras inférieur faite de matériau à haute tenue diélectrique (habituellement résine armée de fibres de verre ou équivalent).

**Vérin du bras inférieur (12)**

Vérin hydraulique qui manoeuvre le bras inférieur.

**Axe du bras inférieur (13)**

Axe horizontal autour duquel le bras inférieur est levé ou abaissé par rapport à la tourelle.

**Tourelle (14)**

Base tournante de l'équipement élévateur supportant les bras.

**Tourelle basse (15)**

Socle fixe de l'équipement élévateur supportant la tourelle.

**Commandes au sol (16)**

Commandes situées sur le porteur, la tourelle ou la tourelle basse, et conçues pour les fonctions mouvements de l'équipement élévateur.

**Stabilisateurs (17)**

Éléments de structure qui lorsqu'ils sont correctement déployés sur un sol ferme, servent à stabiliser l'engin élévateur.

**Commandes des stabilisateurs (18)**

Commandes manoeuvrant les stabilisateurs.

***Elbow (8)***

The structure connecting the upper boom to the lower boom, about which one articulates relative to the other.

***Elbow pin (9)***

The horizontal pin about which the upper boom rotates relative to the lower boom.

***Lower boom (10)***

The structural member attached to a turntable or base, which supports the upper boom.

***Lower boom insulating insert (11)***

The part of the lower boom made of high dielectric strength material (usually fibreglass reinforced plastic or equivalent).

***Lower boom cylinder (12)***

The hydraulic cylinder which articulates the lower boom.

***Lower boom pin (13)***

The horizontal pin about which the lower boom is raised and lowered relative to the turntable.

***Turntable (14)***

The rotating base of the aerial device that supports the booms.

***Pedestal (15)***

The stationary base of the aerial device that supports the turntable.

***Lower controls (16)***

The controls on the vehicle, turntable or pedestal, designed for the movement functions of the aerial device.

***Outriggers (17)***

The structural members which, when properly extended or deployed on firm ground, assist in stabilizing the mobile unit.

***Outrigger controls (18)***

The controls for operating the outriggers.

### *Organes de stabilisation (19)*

Organes tels que stabilisateurs, barres de torsion, verrouillage de suspension qui servent à la stabilisation du porteur.

### *Mât de charge (20)*

Bras auxiliaire situé à l'extrémité du bras supérieur et servant à supporter des charges.

### *Double enveloppe (21)*

Pièce mise en forme de façon à s'emboîter dans une plate-forme ou un support similaire, situé à l'extrémité du bras supérieur, destinée à modifier les propriétés électriques de la plate-forme.

NOTE - Les doubles enveloppes peuvent être complètement isolantes ou conductrices.

## SECTION 2 - CARACTÉRISTIQUES TECHNIQUES

### **3 Caractéristiques techniques spéciales**

#### **3.1 Dimensions**

Les dimensions définies en 2.2 et dans la figure H1 de l'annexe H doivent être fournies.

#### **3.2 Dispositifs spéciaux garantissant la sécurité**

Les engins élévateurs pour travaux sous tension doivent être équipés des dispositifs suivants:

##### **3.2.1 Stabilisation des nacelles**

La stabilisation des nacelles est assurée soit par un système mécanique (par exemple des tiges, des câbles et/ou des chaînes) ou un système hydraulique, de façon à empêcher le retournement.

Lorsque la stabilisation de la ou des nacelles est réalisée par un système mécanique, un autre dispositif indépendant sera monté.

Si la stabilisation de la ou des nacelles est réalisée par un système hydraulique, celui-ci sera équipé de clapets anti-retour (voir ISO 1219).

Un dispositif de sécurité doit être installé de façon à séparer la stabilisation de la nacelle de la stabilisation du mât de charge, lorsqu'il est en charge. Mais lorsque la stabilisation du mât de charge est couplée avec la stabilisation de la nacelle, les exigences de 10.4 doivent être satisfaites.

NOTE - La présente norme ne traite pas des exigences relatives aux nacelles inclinables ou qui peuvent être bloquées dans une position autre que celle du plancher horizontal. Dans certains cas, l'élévateur est utilisé avec la nacelle inclinée. Ce cas est à l'étude.

**Stabilizers (19)**

A means to assist in stabilizing the chassis such as outriggers, torsion bars and spring lock-outs.

**Jib (20)**

An auxiliary arm at the upper boom tip to support loads.

**Liner (21)**

Material so formed as to fit inside a platform, or similar support, at the upper boom tip which may modify the electrical properties of the platform.

NOTE - Liners may be fully insulating or conductive.

**SECTION 2 - TECHNICAL CHARACTERISTICS****3 Special technical characteristics****3.1 Dimensions**

The dimensions defined in 2.2 and in Figure H1 of Appendix H shall be supplied.

**3.2 Special devices to ensure safety**

Aerial devices for live working shall be equipped with the following appliances.

**3.2.1 Stabilization of buckets**

The stabilization of buckets shall be ensured either by a mechanical system (e.g., rods, cables and/or chains) or by a hydraulic system, to prevent overturning.

When the stabilization of the bucket(s) is ensured by a mechanical system, another independent means shall be provided.

If the stabilization of the bucket(s) is ensured by hydraulic systems, it shall have locking valves (see ISO 1219).

A safety system shall be provided to separate the stabilization of the bucket from the stabilization of the jib while it is carrying a load. But, when the stabilization of the jib is combined with the stabilization of the bucket, the requirements of 10.4 shall be fulfilled.

NOTE - This standard does not consider the requirements concerning buckets that are tilting or can be positioned in an attitude other than with the bottom horizontal. In some cases the device is used with the bucket tilted. This item is under consideration.

### 3.2.2 *Assujettissement du personnel*

Un dispositif est installé permettant de fixer la ou les longes ou la ou les ceintures du personnel sur le bras. Le point d'attache doit avoir une résistance égale à celle qui est exigée pour la ou les longes ou la ou les ceintures sous l'effet de chute (impact) d'une des personnes autorisées en nacelle.

### 3.2.3 *Commandes*

#### 3.2.3.1 *Double action sur les commandes en nacelle*

Pour éviter toute action intempestive sur une commande en nacelle, la manoeuvre d'une commande de déverrouillage doit précéder la manoeuvre de la commande proprement dite et être maintenue pendant son utilisation.

#### 3.2.3.2 *Arrêt d'urgence*

Un système d'arrêt d'urgence doit équiper la plate-forme, afin que l'opérateur puisse arrêter immédiatement l'exécution des opérations si les commandes deviennent inopérantes ou incontrôlables.

#### 3.2.3.3 *Postes de commande*

Les équipements élévateurs pour travaux sous tension doivent avoir au moins deux postes de commande, un en nacelle et un près de la tourelle. Le poste de commande «bas» doit être prioritaire sur le poste de commande «haut», à l'exception des commandes des mâts de charge et autres auxiliaires. En particulier, une commande actionnée en nacelle ne doit en aucun cas prendre le pas sur le fonctionnement normal du poste de commande de la tourelle. Les commandes de position des bras et les commandes de déverrouillage doivent revenir à leur point neutre et arrêter le mouvement lorsqu'elles sont lâchées par l'opérateur. Les commandes doivent être parfaitement identifiées en fonction de leur rôle et doivent être protégées contre toute détérioration et manoeuvre intempestives.

#### NOTES

- 1 Selon la conception et le type d'équipement élévateur et selon la disposition des commandes du poste de commande, il est souhaitable que le sens de déplacement de chaque levier corresponde au sens des opérations qu'il engendre.
- 2 Il est conseillé de donner aux leviers, lorsqu'ils sont accolés, des formes distinctives de préhension. On peut proposer des formes et des positions de leviers de commande selon la figure H3 de l'annexe H.

#### 3.2.3.4 *Commande des stabilisateurs*

Le circuit hydraulique doit être conçu de telle sorte qu'il soit impossible d'activer simultanément les bras (poste de commande) et les stabilisateurs (par exemple: électrovanne, vanne à trois voies, etc.). Les commandes doivent être situées à un endroit tel que l'opérateur puisse voir le mouvement des stabilisateurs. Les commandes doivent être protégées contre les opérations intempestives.

#### 3.2.3.5 *Autocontrôle des commandes électroniques et numériques*

Pour les commandes électroniques et numériques, un processus d'essai permanent doit équiper l'engin pour assurer la concordance entre commande et action.

### 3.2.2 *Personnel safety attachments*

A means shall be provided to permit attaching personnel safety strap(s) or lanyard(s) to the boom. The attachment point shall provide a capacity equivalent to the strength under impact (fall) of the safety strap(s) and/or lanyard(s) for the personnel capacity of the bucket.

### 3.2.3 *Controls*

#### 3.2.3.1 *Double action of the controls at the bucket*

In order to avoid any untimely actuating of a control at the bucket, the use of an unlocking device shall precede the use of the control itself and shall be maintained simultaneously during the use of controls.

#### 3.2.3.2 *Emergency stop*

A device at the platform shall be provided to enable the operator to immediately stop operation of the function if that control becomes ineffective or uncontrollable.

#### 3.2.3.3 *Control panels*

Aerial devices for live working shall have at least two control panels, one at the bucket and another near the turntable. The lower control panel shall take priority over the upper control panel except for control of the jibs and other functions. In particular, a control at the bucket which becomes activated shall under no circumstances prevent the control panel near the turntable from functioning normally. The boom position controls and their unlocking devices shall return to their neutral position and stop movement when released by the operator. Controls shall be plainly identified as to their function and protected from damage and inadvertent activation.

#### NOTES

- 1 Based on the design and type of aerial device and the control panel arrangement employed, all controls should move in a direction that corresponds to the movement function they control.
- 2 Handles of operating levers of multiple handle controls should each have a distinctive hand grip area shape. The suggested shape and order or position for the controls is shown in Figure H3 of Appendix H.

#### 3.2.3.4 *Control of outriggers*

The hydraulic circuit shall be designed so that power cannot be sent at the same time to the outriggers and to the mobile (operating controls, etc.) parts (for example: electric interlocking hydraulic selector valves, shut off valves, etc.). The controls shall be located so that the operator can see the outrigger being operated. The controls shall be guarded against inadvertent activation.

#### 3.2.3.5 *Autotest of electronic and numeric controls*

A permanent test process shall be provided in the case of electronic and numeric controls to verify that control and action correspond.

### 3.2.4 *Source auxiliaire d'énergie*

En cas de panne de la source principale d'énergie, tous les mouvements doivent s'arrêter. Une source d'énergie de secours doit permettre la rotation de la tourelle, ainsi que la montée et la descente de la nacelle. Ce système de secours doit pouvoir être mis en route depuis le châssis du porteur et devra également pouvoir être actionné depuis la nacelle.

### 3.2.5 *Rotation de la tourelle*

Les exigences en matière de rotation doivent être spécifiées par le client.

### 3.2.6 *Communication*

Un moyen de communication doit être établi entre la nacelle et le sol, poste de commande inférieur inclus. Dans le cas de communication visuelle ou audible, un passage sans obstacle doit suffire pour remplir cette exigence.

NOTE - Un système de communication bien défini peut être utilisé. Si un système émetteur-récepteur est utilisé, il est recommandé de prévoir la vérification de sa fiabilité.

### 3.3 *Autre caractéristique*

Non seulement les flexibles isolants doivent répondre aux exigences de 9.1.2, 9.3 et 9.4, mais doivent aussi être conformes à l'ISO 6605.

## 4 **Caractéristiques électriques particulières**

### 4.1 *Mise à la terre*

Tout engin élévateur doit être muni d'un point (ou de points) de connexion à la terre, capable d'écouler les courants induits.

NOTE - En fonction du réseau sur lequel l'engin élévateur doit être utilisé, il est recommandé que le ou les points de connexion à la terre puissent écouler le courant de défaut prévu spécifié par l'utilisateur. Le personnel, en particulier celui restant au sol, devra avoir connaissance des procédures de sécurité à appliquer pour accéder à l'engin élévateur en cours d'utilisation (voir annexe K, guide d'utilisation).

### 4.2 *Protection contre la décharge électrostatique des parties métalliques*

Il est conseillé de ne pas isoler les éléments métalliques dont l'isolement n'est pas nécessaire pour leur fonctionnement.

NOTE - Pour les équipements élévateurs équipés d'un insert isolant dans le bras inférieur, il est recommandé de décharger électriquement le genou (qui est conducteur) avant de le toucher.

### 4.3 *Effet couronne*

#### 4.3.1 *Liaisons équipotentielles entre pièces conductrices non isolées entre elles*

Toutes les pièces conductrices qui ne sont pas isolées les unes des autres doivent être électriquement interconnectées, soit par la nature de leur montage soit par une tresse d'équipotentialité.

En particulier, il est important que toutes les extrémités des conduits hydrauliques soient électriquement reliées (un exemple de schéma est donné en annexe J, figure J1). Un accès approprié permettra la vérification des liaisons équipotentielles internes du bras.

### 3.2.4 *Auxiliary power system*

If the main source of power breaks down, all movements shall stop. There shall be an emergency source of power providing at least rotation of the turret, as well as lifting and descent of the bucket. This emergency system shall be operated from the vehicle chassis and its operation should also be possible from the bucket.

### 3.2.5 *Rotation of the turntable*

Rotation requirements shall be specified by the customer.

### 3.2.6 *Communication*

Communication shall be established between bucket and ground locations, including lower control panel. In the case of visual or audible communication, a clear path shall satisfy this requirement.

NOTE - A well-defined system of communication may be used. When a transmitter-receiver system is employed, it should be so equipped that verification of proper operation is possible.

## 3.3 *Other characteristics*

Hydraulic insulating hoses shall not only comply with 9.1.2, 9.3 and 9.4 but also comply with ISO 6605.

## 4 **Particular electrical characteristics**

### 4.1 *Earthing*

All mobile units shall be equipped with earthing attachment point(s) capable of carrying induced currents.

NOTE - According to the network on which the mobile unit will be employed, the earthing attachment point(s) should be capable of carrying the estimated fault current as specified by the user. Personnel (particularly those on the ground) should be instructed in the safe working procedure for access to the mobile unit under operational conditions (see Appendix K, User's guide.)

### 4.2 *Electrostatic discharge protection of metal components*

Metal parts for which insulation is not functionally necessary should not be insulated.

NOTE - For an aerial device which has an insulating lower boom insert, the conductive elbow should be electrically discharged before being touched.

### 4.3 *Corona effect*

#### 4.3.1 *Equipotential connection between conducting parts which are not insulated from each other*

All conducting parts which are not insulated from each other shall be electrically connected together, either by the nature of their assembly or by an equipotential braid.

In particular, it is essential that the ends of all hydraulic hoses shall be electrically interconnected (for an example of a layout, see Appendix J - Figure J1). Suitable access should be provided to check the electrical connections inside the boom.

#### 4.3.2 *Electrodes de garde*

Aucune dégradation par effet couronne ne doit se produire à la tension assignée de l'équipement élévateur. Si nécessaire des électrodes de garde doivent être installées pour éviter l'effet couronne, afin qu'aucune pièce (flexibles, tiges, etc.) ne soit endommagée (voir annexe J, figure J2).

##### NOTES

1 Les décharges se produisant à l'intérieur du bras, tiges, tubes, flexibles, etc. peuvent ne pas être visibles. Si aucune dégradation due à l'effet couronne n'est détectée à la ou aux tensions assignées, l'électrode de garde (anneau de garde) peut quand même être exigée car elle minimise les contraintes électriques sur les matériaux concernés et empêche les amorçages (contournements) durant les essais à fréquence industrielle, les essais aux ondes de choc et durant l'utilisation de l'engin. Les conséquences de l'effet couronne peuvent être déterminées en utilisant la technique de mesure des décharges partielles. Voir l'article 1, et 3.2 et 4.1 de la CEI 270.

2 La mise en oeuvre intégrale de la CEI 270 dans la présente norme sur les équipements élévateurs à bras isolant est à l'étude depuis qu'il s'avère impossible de fixer des niveaux acceptables de l'effet couronne. Cela est dû à la très grande variété de systèmes d'isolation et de matériaux isolants de synthèse.

#### 4.3.3 *Pièces conductrices non apparentes*

Pour toutes les pièces conductrices montées sur ou à l'intérieur de la ou des parties isolantes, le caractère conducteur doit être mis en évidence. Lorsque cela est techniquement impossible, on doit placer sur l'extérieur de la partie isolante un repérage non équivoque pour signaler qu'elle contient un élément conducteur. La couleur bleue est recommandée pour ce repérage.

#### 4.4 *Dispositifs de connexion*

##### 4.4.1 *Câble de connexion*

Le câble, utilisé pour relier la nacelle à une pièce sous tension doit pouvoir supporter un courant de charge (capacitif) de l'équipement élévateur à fréquence industrielle pendant  $1 \text{ h} \pm 1 \text{ min}$  sans échauffement (tolérance  $30 \text{ }^{\circ}\text{C}$ ). La valeur de ce courant doit être déterminée lors des essais à la tension assignée et à deux fois la tension assignée. Les valeurs doivent être fournies avec l'équipement élévateur et après chaque nouvel essai complet de l'appareil, conformément à 8.5.1.1. Le câble doit, au minimum, être capable de tenir un courant égal à celui qui est mesuré lors de l'essai à deux fois la tension assignée.

NOTE - Un petit câble de connexion peut être détruit par un défaut dans les parties isolantes de l'élévateur.

##### 4.4.2 *Liaisons équipotentielle*

Toutes les pièces articulées et tournantes de l'équipement élévateur doivent être reliées. Exemple: balais conducteurs sur le roulement à billes de la tourelle, tresses sur le genou.

NOTE - Ces connexions servent à protéger les billes, joints toriques, etc. contre les effets des courants de fuite.

#### 4.3.2 *Guard electrode*

No damage due to corona effects shall occur at the rated voltage of the aerial device. If necessary, guard electrodes (grading rings) shall be installed to prevent any corona effect so that no parts (hoses, rods, etc.) are damaged (see Appendix J - Figure J2).

##### Notes

1 Discharges occurring inside the boom, rods, tubes, hoses, etc. may not be visible. If damaging corona is not detected at rated voltage(s), the guard electrode (grading ring) may still be required to minimize electrical stresses on the materials involved and prevent sparkovers (flashovers) during power frequency and switching surge withstand tests, and during use. Corona discharge effects may be determined using partial discharge measurement techniques. See in particular Clause 1, and 3.2 and 4.1 of IEC 270.

2 The full implementation of IEC 270 in this standard on aerial devices with insulating booms is under consideration, since it is impossible to establish acceptable corona levels due to the wide variety of organic insulating materials and systems in use.

#### 4.3.3 *Non-visible conductive parts*

For all conductive parts fixed to or into the insulating section(s), it shall be made apparent that they are conductive. Where this is not technically possible, the outside of the insulating section shall be clearly marked to indicate that a conductive item is included. This marking should be blue.

#### 4.4 *Bonding equipment*

##### 4.4.1 *Bonding cable*

The cable used to bond the bucket to live parts should be able to withstand the aerial device power frequency charging (capacitive) current during  $1\text{ h} \pm 1\text{ min}$  without heating (tolerances  $30\text{ }^{\circ}\text{C}$ ). This current value shall be determined during the test(s) at the rated voltage and at twice the rated voltage. The values shall be furnished with the aerial device and after each complete re-test in accordance with 8.5.1.1. The cable shall, as a minimum, withstand a current equal to the current measured at twice the rated voltage.

NOTE - A small bonding cable may be destroyed by a fault in the electrical insulating parts of the aerial device.

##### 4.4.2 *Equipotential bonding*

All articulated parts and rotating parts of the aerial device shall be bonded. Example: conductive brush on bearing turntable, jumpers at elbow.

NOTE - These bondings are useful to protect balls, "O" rings, etc., against the effect of leakage currents.

#### 4.5 *Contrôleur de courant de fuite*

Un tel appareil est fourni à la demande du client. Si cet appareil est fourni, il doit être conforme aux descriptifs donnés par la figure C5 de l'annexe C.

#### NOTES

- 1 Le circuit «intensité» sera conçu de telle manière qu'il ne puisse être détérioré par des surintensités produites lors de l'établissement ou de la rupture du contact.
- 2 Des essais périodiques des modes opératoires de vérification peuvent être utilisés pour des essais et quand un travail au potentiel est entrepris.

### SECTION 3 - ESSAIS DE TYPE

#### 5 Généralités

Afin d'établir la conformité par rapport à cette norme, le constructeur doit fournir la preuve que les essais suivants ont été effectués avec succès.

#### 6 Contrôles visuel et dimensionnel

##### 6.1 *Contrôle visuel*

Chaque composant d'équipement élévateur doit être essayé conformément à la présente section et doit être contrôlé visuellement pour déceler les défauts de fabrication et vérifier son bon fonctionnement.

##### 6.2 *Contrôle dimensionnel*

Tous les éléments des équipements élévateurs doivent être mesurés conformément à la présente section et leurs dimensions doivent être conformes aux dimensions annoncées par le constructeur.

#### 7 Essai de pénétration à l'humidité des éléments remplis de mousse

Cinq éprouvettes de 100 mm de long chacune, prélevées sur chaque élément rempli de mousse, doivent être immergées complètement dans un récipient contenant une solution de fuchsine à 0,1 % en volume/solution dans de l'eau distillée; cet ensemble est ensuite placé dans une enceinte sous vide à une pression inférieure à 6 500 Pa. Les éprouvettes doivent séjourner ainsi pendant 1 h dans la solution; ensuite, le vide est relâché; les éprouvettes sont alors retirées.

Pour éviter des bavures de solution de fuchsine aux extrémités des éprouvettes pendant la coupe, il est indispensable de sécher les éprouvettes pendant 24 h à l'air ambiant, avant de les couper.

Après séchage, elles sont coupées à 10 mm de chaque extrémité. Les nouvelles éprouvettes ainsi obtenues sont ensuite coupées longitudinalement. Aucune pénétration de solution de fuchsine ne doit être constatée.

#### 4.5 *Monitoring of leakage current*

Such a device is provided at the request of the customer. If this device is provided, it shall comply with the details given in Appendix C - Figure C5.

#### NOTES

- 1 The current electrical circuit should be designed so that it is not damaged due to surges produced by make or break of contact.
- 2 Periodic tests or work methods. Monitoring may be used for test purposes and when bare hand work is undertaken.

### SECTION 3 - TYPE TESTS

#### 5 General

In order to show compliance with this standard, the manufacturer shall provide evidence that the following tests have been carried out successfully.

#### 6 Visual inspection and dimensional check

##### 6.1 *Visual inspection*

Each aerial device component to be tested in accordance with this section shall be visually inspected to check for manufacturing defects and correct functioning.

##### 6.2 *Dimensional check*

Each aerial device component to be tested in accordance with this section shall be checked by measurement to ensure that it complies with the dimensions stated by the manufacturer.

#### 7 Dye penetration test of insulating foam-filled structures

Five test pieces, each 100 mm long, and cut from a different foam-filled structure, shall be completely immersed in a container of 0,1 % by volume or fuchsine/distilled water solution, and this system placed in a vacuum chamber which is then evacuated to less than 6 500 Pa. The test pieces shall remain for 1 h in the dye solution after which the vacuum is released and the test pieces removed.

In order to avoid fuchsine spreading from the sample ends during cutting, it is necessary to dry the test pieces for 24 h in ambient air before cutting them.

After drying, the test pieces are cut 10 mm from each end. The new test pieces thus obtained are then split lengthways. They shall be free from any fuchsine dye penetration.

## 8 Essais électriques

Les essais électriques dont il est ici question se font à fréquence industrielle.

NOTE - Les essais à courant continu sont à l'étude.

### 8.1 *Essais électriques avant et après conditionnement humide pour le bras, les tiges, les flexibles, les câbles à fibres optiques et les tubes creux*

Ces essais sont réalisés afin de vérifier la capacité des produits à tenir:

- les contraintes électriques avant conditionnement humide;
- les contraintes électriques après conditionnement humide;
- les contraintes électriques après avoir subi une entaille (seulement pour les flexibles et les fibres optiques).

#### 8.1.1 *Bras*

##### 8.1.1.1 *Conditions générales d'essai*

Avant les essais électriques, chaque éprouvette doit être préparée en la nettoyant avec du trifluorotrichloréthane ( $\text{CF}_2\text{Cl CFCI}_2$ ) et séchée à l'air pendant 15 min.

Ces essais sont effectués sur trois éprouvettes de 300 mm de longueur chacune, prélevées dans le bras à 100 mm au moins d'une extrémité.

Les extrémités de ces éprouvettes doivent être recouvertes de ruban adhésif conducteur, avant chaque essai électrique. Au moment du conditionnement en atmosphère humide, ce ruban conducteur doit être enlevé.

Le conditionnement en atmosphère humide est effectué selon la CEI 212.

Les conditions du milieu ambiant du local d'essais doivent être celles des conditions atmosphériques normales du tableau 1 de la CEI 212, à une température comprise entre 18 °C et 28 °C.

Le montage d'essai est conforme aux figures A1 à A5 de l'annexe A. L'appareillage de mesure doit être éloigné d'au moins 2 m de l'électrode de la haute tension. L'ensemble des connexions, la résistance de mesure et l'éclateur optionnel doivent être blindés et mis à la terre. L'éprouvette doit être positionnée à environ 1 m du sol, au moyen d'un support isolant. On applique une tension de 100 kV efficace à fréquence industrielle entre les électrodes, selon la CEI 60 et on mesure le courant traversant l'éprouvette (l'électrode de garde, côté masse, étant directement mise à la terre).

Les courants admissibles spécifiés sont donnés en valeurs efficaces. On mesure le déphasage entre le courant et la tension de la façon suivante:

- le courant (côté masse) traverse une impédance connue (inférieure à 10 000  $\Omega$ );
- tension (côté haute tension), en utilisant un diviseur approprié.

Au cours des essais, on ne doit constater, sur aucune éprouvette, ni contournement, ni perforation.

## 8 Electrical tests

Electrical tests specified herein are carried out at power frequency.

NOTE - D.C. tests are under consideration.

### 8.1 *Electrical tests before and after exposure to humidity for the boom, rods, hoses, optical fibre cables and hollow tubes*

These tests are carried out in order to verify the ability of the products to withstand:

- electrical stress before exposure to humidity;
- electrical stress after exposure to humidity;
- electrical stress after infliction of a gash (hoses and optical cables only).

#### 8.1.1 *Boom*

##### 8.1.1.1 *General test conditions*

Before electrical testing, each test piece shall be prepared by cleaning with a trifluorotrichlorethane solution ( $\text{CF}_2\text{Cl CFCI}_2$ ) and then dried in air for 15 min.

These tests are carried out on three test pieces, each 300 mm long, which are cut from the boom in such a way as to avoid the use of material within 100 mm of an end.

The ends of these test pieces shall be covered with conductive adhesive tape before each electrical test. At the time of conditioning in a humid atmosphere, this conductive tape shall be removed.

Conditioning in a humid atmosphere is carried out in accordance with IEC 212.

The test location shall be at the standard atmospheric conditions given in Table I of IEC 212, i.e. with a temperature range from 18 °C to 28 °C.

The test arrangement is shown in Figures A1 through A5 of Appendix A. The measuring equipment shall be at least 2 m from the high voltage (HV) electrode. The measuring leads, shunt and optional protective gap shall be shielded and earthed. The test piece shall be mounted approximately 1 m above the ground on an insulating support. A voltage of 100 kV r.m.s. at power frequency is applied between the electrodes, in accordance with IEC 60 and the current passing through the test piece is measured (the guard electrode, on the earth (ground) side, is directly connected to earth).

The specified acceptable current values are given in r.m.s. values. The phase difference between current and voltage is measured as follows:

- current (earth end) by passing it through a known impedance (lower than 10 000  $\Omega$ );
- voltage (line end) by means of an appropriate divider.

During the tests there shall be no sign of flashover or puncture of any of the test pieces.

#### 8.1.1.2 *Essais avant conditionnement humide*

Après au moins 24 h de séjour en atmosphère ambiante du local d'essais, le courant  $I_1$  est mesuré sous une tension alternative de 100 kV efficace à fréquence industrielle appliquée entre électrodes, pendant 1 min. Le courant maximal, ainsi que le déphasage courant/tension  $\varphi_1$ , sont relevés.

#### 8.1.1.3 *Essais après conditionnement humide*

Les éprouvettes sont placées dans une enceinte et subissent le conditionnement suivant:

168 h/23 °C/93 % r.h. conformément au tableau I de la CEI 212.

Au terme de cette période, les éprouvettes restent dans une atmosphère à un degré d'hygrométrie relatif de 93 % et sont essayées dès leur retour à la température ambiante du local d'essais. Après un léger essuyage au chiffon sec, le courant  $I_2$  et le déphasage  $\varphi_2$  sont mesurés dans les mêmes conditions que  $I_1$  et  $\varphi_1$ .

L'éprouvette doit être placée dans la même position par rapport à la masse; l'extrémité mise au potentiel pour la mesure doit être la même pour les deux essais.

#### 8.1.1.4 *Résultats des essais*

Le courant  $I_1$  mesuré ne doit pas être supérieur à 5 nA/mm<sup>2</sup> (pour ce rapport, on doit prendre en compte la totalité de la surface de l'électrode de mesure) voir la figure A2 de l'annexe A.

L'angle de déphasage  $\varphi_1$  doit être supérieur à 80°. Après le conditionnement humide, le courant  $I_2$  doit être inférieur à deux fois  $I_1$ , et l'angle de déphasage  $\varphi_2$  supérieur à 50°.

#### 8.1.2 *Tubes et tiges*

Les tiges et les tubes remplis de mousse ou pleins doivent être conformes à la CEI 855.

Les tubes creux doivent être conformes à la future publication de la CEI traitant des tubes creux isolants pour les travaux électriques.

#### 8.1.3 *Flexibles*

Le terme «flexible» regroupe tous les composants souples constitués de plusieurs couches de matériaux ou de plusieurs matériaux différents.

Les flexibles sur la partie isolante du bras ne doivent pas être gainés, même avec un matériau isolant car l'humidité peut s'infiltrer entre le flexible et cette enveloppe.

Les flexibles doivent être conformes à l'annexe M et avec les essais complémentaires décrits en 8.1.3.1 et 8.1.3.2 de la présente norme.

#### 8.1.1.2 *Test before exposure to humidity*

After at least 24 h in the ambient atmosphere of the test area, the current  $I_1$  is measured at an a.c. voltage of 100 kV r.m.s. at power frequency applied between the electrodes for 1 min. The maximum current and the phase angle  $\varphi_1$  between current and voltage are recorded.

#### 8.1.1.3 *Test after exposure to humidity*

The specimens are placed in a chamber and subjected to the following conditioning:

168 h/23 °C/93 % r.h. according to Table I of IEC 212.

At the end of this period, the test pieces shall remain in an atmosphere of 93 % relative humidity and be tested upon return to the ambient temperature of the test area. After the test pieces have been lightly wiped with a dry cotton cloth, the current  $I_2$  and phase angle  $\varphi_2$  are measured under the same conditions as  $I_1$  and  $\varphi_1$ .

The test piece shall be located in the same position in relation to earth; the high-potential end of the test piece shall be the same for both tests.

#### 8.1.1.4 *Test results*

The current  $I_1$  measured shall not exceed 5 nA/mm<sup>2</sup> (for this ratio, the whole surface of the measuring electrode shall be taken). See Figure A2 of Appendix A.

The phase angle  $\varphi_1$  shall be higher than 80°. After exposure to humidity, the current  $I_2$  shall be lower than twice  $I_1$  and the phase angle  $\varphi_2$  higher than 50°.

#### 8.1.2 *Tubes and rods*

Foam-filled or solid tubes or rods shall comply with IEC 855.

Hollow tubes shall comply with the future IEC publication concerning insulating hollow tubes for electrical purposes.

#### 8.1.3 *Hoses*

Hoses, as applicable, include all flexible components that are of composite or laminated construction.

Hoses in the insulating portion of the boom shall not be wrapped, even with insulating material, because moisture may ingress between the hose and this covering.

Hoses shall comply with Appendix M and with the additional tests specified in 8.1.3.1 and 8.1.3.2 of this standard.

### 8.1.3.1 Essais avant et après conditionnement humide

#### 8.1.3.1.1 Conditions générales d'essais

Les essais avant et après conditionnement humide sont les mêmes que ceux qui sont décrits pour le bras en 8.1.1.1, 8.1.1.2 et 8.1.1.3 (en remplaçant le mot «bras» par le mot «flexible»). Les flexibles à essayer sont remplis d'huile isolante recommandée pour l'équipement élévateur par le constructeur. Après que le flexible a été coupé (longueur minimale 500 mm) ses extrémités doivent être obturées de façon étanche (ces obturations ne doivent pas être ôtées pendant le conditionnement). Le montage d'essai est représenté aux figures A1, A3, A6 et A7 de l'annexe A.

#### 8.1.3.1.2 Résultats des essais

Le courant  $I_1$  mesuré ne doit pas être supérieur à 10  $\mu\text{A}$ . L'angle de déphasage  $\phi_1$  doit être supérieur à 80°. Après conditionnement humide, le courant  $I_2$  doit être inférieur à deux fois  $I_1$ .

Si  $I_2$  est supérieur à deux fois  $I_1$ , mais inférieur à  $I_1 + 40 \mu\text{A}$ , l'essai est encore considéré comme satisfaisant si le déphasage entre la tension et le courant  $I_2$  est supérieur à 40°.

En aucun cas  $I_2$  ne doit être supérieur à  $I_1 + 40 \mu\text{A}$ .

#### 8.1.3.2 Essai après entaille superficielle sur les flexibles

Cet essai doit être effectué sur trois éprouvettes.

NOTE - Seule une entaille de la surface extérieure peut affaiblir sa tenue diélectrique. Si l'entaille était plus importante, le flexible éclaterait.

#### 8.1.3.2.1 Préparation des éprouvettes

L'éprouvette est munie d'embouts, remplie d'huile à pression atmosphérique et obturée. Une entaille est alors faite à la surface de l'éprouvette. Cela consiste à couper la surface jusqu'à atteindre les fibres tressées. Les dimensions de l'entaille doivent être:

- longueur 20 mm – largeur 0,1 mm

Pour les flexibles n'ayant pas d'armature en fibres, l'entaille est une coupure réalisée avec un couteau, et ayant une longueur de 20 mm et une profondeur égale à la moitié de l'épaisseur de la paroi.

L'entaille doit être faite à une distance minimale de 30 mm de l'une des électrodes (voir annexe A, figure A8).

#### 8.1.3.2.2 Déroulement de l'essai

Les éprouvettes doivent être immergées sous 20 cm d'eau pendant 24 h (conditionnement selon la CEI 212: 24 h/23 °C/eau). L'eau doit avoir une résistivité de 100  $\Omega\cdot\text{m}$ . L'éprouvette est maintenue en position horizontale. Ensuite on procède à nouveau à l'essai décrit en 8.1.3, mais sans conditionnement à l'humidité.

#### 8.1.3.2.3 Résultats d'essais

Il ne doit se produire ni perforation ni contournement. L'intensité du courant n'est pas mesurée.

### 8.1.3.1 Tests before and after exposure to humidity

#### 8.1.3.1.1 General test conditions

Tests before and after exposure to humidity are the same as those specified in 8.1.1.1, 8.1.1.2 and 8.1.1.3 (in which the word "boom" will be replaced by the word "hoses"). The hoses on test shall be filled with insulating oil recommended by the manufacturer for the aerial device. After the hose has been cut (500 mm minimum length) its ends shall be plugged and sealed (these plugs shall not be removed during conditioning). The test arrangement is shown in Figures A1, A3, A6 and A7 of Appendix A.

#### 8.1.3.1.2 Test results

The current  $I_1$  measured shall not exceed 10  $\mu\text{A}$ . The phase angle  $\phi_1$  shall be higher than  $80^\circ$ . After exposure to humidity, the current  $I_2$  shall be lower than twice  $I_1$ .

If  $I_2$  is greater than twice  $I_1$  but lower than  $I_1 + 40 \mu\text{A}$ , the specimen also passes if the phase angle between voltage and the current  $I_2$  is greater than  $40^\circ$ .

In no case shall  $I_2$  be greater than  $I_1 + 40 \mu\text{A}$ .

#### 8.1.3.2 Test after the infliction of a gash on hoses

This test shall be carried out on three test pieces.

NOTE - A gash of the external surface only may affect its electrical withstand. If the gash were more severe, the hose would burst.

##### 8.1.3.2.1 Preparation of the test pieces

The test piece shall be fitted with end fittings, filled with oil at atmospheric pressure and capped. A gash is then inflicted on the surface of the test piece. It consists in cutting the surface until reaching the meshed fibres. The dimensions of the gash shall be:

- length: 20 mm – width: 0,1 mm

For hoses without fibre reinforcement or construction, the gash shall consist of a cut made with a knife, and having a length of 20 mm and a depth equal to 50 % of the wall thickness.

The gash shall be inflicted at a minimum distance of 30 mm from one of the electrodes (see Appendix A, Figure A8).

##### 8.1.3.2.2 Test procedure

The test pieces shall be immersed during 24 h under 20 cm of water (conditioning according to IEC 212: 24 h/23 °C/water). The water resistivity shall be 100  $\Omega\cdot\text{m}$ . The test piece shall be kept horizontal. Then the test specified in 8.1.3 shall be carried out again, but without exposure to humidity.

##### 8.1.3.2.3 Test results

No puncture or flashover shall occur. The current is not measured.

#### 8.1.4 Câbles à fibres optiques

Les câbles à fibres optiques inclus dans l'épaisseur du bras, du tube ou des tiges doivent être essayés comme indiqué en 8.1.1 et 8.1.2.

Les câbles à fibres optiques, sur la partie isolante du bras, ne doivent pas être gainés, même par un fourreau isolant, car l'humidité pourrait s'infiltrer entre la fibre optique et son enveloppe.

Si les câbles à fibres optiques forment un câble optique indépendant, les essais suivants doivent être réalisés.

##### 8.1.4.1 Essai avant et après conditionnement humide

###### 8.1.4.1.1 Conditions générales d'essai et essai après conditionnement humide

Les conditions générales d'essais sont celles qui sont définies en 8.1.1.1, 8.1.1.2 et 8.1.1.3 où l'on remplace le terme «bras» par le terme «câble à fibres optiques».

###### 8.1.4.1.2 Résultats des essais

Le courant  $I_1$  ne doit pas être supérieur à 10  $\mu\text{A}$ . L'angle de déphasage  $\phi_1$  doit être supérieur à 80°. Après conditionnement humide, le courant  $I_2$  doit être inférieur à deux fois  $I_1$ .

Si  $I_2$  est supérieur à deux fois  $I_1$ , mais inférieur à  $I_1 + 40 \mu\text{A}$ , l'essai est encore considéré comme satisfaisant si le déphasage entre la tension et le courant  $\phi_1$  est supérieur à 40°.

En aucun cas,  $I_2$  ne doit être supérieur à  $I_1 + 40 \mu\text{A}$ . Il ne doit se produire ni perforation ni contournement.

##### 8.1.4.2 Essai après entaille superficielle

Cet essai doit être effectué sur trois éprouvettes.

NOTE - Seule une entaille de la surface extérieure peut affaiblir sa tenue diélectrique. Si l'entaille était plus importante, le câble à fibres optiques pourrait ne pas fonctionner correctement.

###### 8.1.4.2.1 Préparation des éprouvettes

Une entaille est réalisée à la surface de l'éprouvette. Cela consiste à couper la surface jusqu'à atteindre la fibre optique elle-même. Les dimensions de l'entaille doivent être:

- longueur: 20 mm – largeur: 0,1 mm

L'entaille est faite à une distance minimale de 300 mm des extrémités du câble à fibres optiques (voir annexe A, figure A8).

###### 8.1.4.2.2 Déroulement de l'essai

Les éprouvettes sont immergées sous 20 cm d'eau pendant 24 h (conditionnement selon la CEI 212: 24 h/23 °C/eau). L'eau doit avoir une résistivité de 100  $\Omega\cdot\text{m}$ . L'éprouvette est maintenue en position horizontale. Ensuite on procède à nouveau à l'essai décrit en 8.1.5.1 et 8.1.5.2, mais sans conditionnement à l'humidité.

#### 8.1.4 Optical fibre cable

The optical fibre cable included in the thickness of the boom, tube or rods, shall be tested as indicated in 8.1.1 and 8.1.2.

The optical fibre cable in the insulating portion of the boom shall not be wrapped, even with insulating material, because moisture may ingress between the optical fibre and its covering.

If the optical fibre cables are in the form of an independent optical cable, the following tests shall be applied.

##### 8.1.4.1 Test before and after exposure to humidity

###### 8.1.4.1.1 General test conditions and test before and after exposure to humidity

These general test conditions are the same as defined in 8.1.1.1, 8.1.1.2 and 8.1.1.3, in which the word "boom" will be replaced by the word "optical cable".

###### 8.1.4.1.2 Test results

The current  $I_1$  measured shall not exceed 10  $\mu\text{A}$ . The phase angle  $\phi_1$  shall be greater than  $80^\circ$ . After exposure to humidity, the current  $I_2$  shall be lower than twice  $I_1$ .

If  $I_2$  is greater than twice  $I_1$  but lower than  $I_1 + 40 \mu\text{A}$ , the specimen also passes if the phase angle between voltage and current  $\phi_2$  is greater than  $40^\circ$ .

In no case shall  $I_2$  be greater than  $I_1 + 40 \mu\text{A}$ . No puncture or flashover shall occur.

###### 8.1.4.2 Test after the infliction of a gash

This test shall be carried out on three samples.

NOTE - A gash of the external surface only may affect its electrical withstand. If the gash were more severe, the optical fibre would not function properly.

###### 8.1.4.2.1 Preparation of the test pieces

A gash is inflicted on the surface of the test piece. It consists in cutting the surface until reaching the fibre itself. The dimensions of the gash shall be:

- length: 20 mm – width: 0,1 mm

The gash shall be inflicted at a minimum distance of 300 mm from the ends of the optical fibre (see Appendix A, Figure A8).

###### 8.1.4.2.2 Test procedure

The test pieces shall be immersed during 24 h under 20 cm of water (conditioning according to IEC 212: 24 h/23 °C/water). The water resistivity shall be 100  $\Omega\cdot\text{m}$ . The test piece shall be kept horizontal. Then the test specified in 8.1.5.1 and 8.1.5.2 shall be carried out again, but without exposure to humidity.

#### 8.1.4.2.3 *Résultats d'essais*

Il ne doit se produire ni perforation, ni amorçage, ni contournement. L'intensité du courant n'est pas mesurée.

#### 8.1.5 *Tubes creux*

Les tubes creux constitués de plusieurs couches ne doivent pas être utilisés. Les tubes plastiques renforcés de fibres préimprégnées bobinées ne sont pas considérés comme constitués de plusieurs couches. Les tubes creux ne doivent pas être gainés, même par un fourreau isolant fixe ou amovible, car l'humidité pourrait s'infiltrer entre le tube et son enveloppe.

Les tubes creux doivent être conformes à la future publication de la CEI traitant des tubes creux isolants pour les travaux électriques.

### 8.2 *Essais diélectriques sous pluie pour le bras, les tubes, les flexibles, les câbles à fibres optiques et les tubes creux*

#### 8.2.1 *Conditions générales d'essais*

Avant les essais diélectriques, chaque éprouvette doit être préparée en la nettoyant avec du trifluorotrichloréthane ( $\text{CF}_2\text{Cl CFCI}_2$ ) et en la laissant sécher ensuite 15 min à l'air.

Ces essais s'effectuent sur trois éprouvettes de 1,2 m de longueur chacune, prélevées dans les bras, les tubes, les tiges, les flexibles, les câbles à fibres optiques et les tubes creux. On n'utilise pas de matériaux situés à moins de 0,1 m des extrémités.

Les électrodes, constituées de fil de cuivre ou d'aluminium de 2 mm à 4 mm de diamètre, entourant l'éprouvette sur trois ou quatre tours, doivent être distantes de  $1\,000 \pm 5$  mm.

Les conditions du milieu ambiant du local d'essais doivent être celles des conditions atmosphériques normales de la CEI 212, avec une température de  $23 \pm 5$  °C.

Le montage d'essai est donné dans les figures B1 et B2. L'éprouvette est inclinée à 45°. Une tension de 80 kV efficace à fréquence industrielle doit être appliquée entre les électrodes, conformément à la CEI 60, pendant une durée de 1 h.

#### 8.2.2 *Caractéristiques d'aspersion*

L'essai sous pluie s'effectue conformément à la procédure d'essais sous pluie, révisée et décrite dans la CEI 60-1 et correspondant aux modalités révisées suivantes:

- taux d'aspersion moyen: 1,0 à 1,5 mm/min;
- résistivité de l'eau:  $100 \pm 15$   $\Omega$ .m.

Cependant, contrairement aux prescriptions de la publication précitée, aucune aspersion ne sera faite avant la mise sous tension de l'éprouvette; l'aspersion et la mise sous tension doivent être simultanées et maintenues pendant 1 h.

#### 8.1.4.2.3 Test results

No puncture, sparkover or flashover shall occur. Current is not measured.

#### 8.1.5 Hollow tubes

Laminated hollow tubes shall not be used. Wet winding fibre reinforced plastic tubes shall not be considered as laminated. Hollow tubes shall not be covered with independent or separate, even insulating, material because moisture could ingress between the tube and this covering.

Hollow tubes shall comply with the future IEC publication concerning insulating hollow tubes for electrical purposes.

#### 8.2 Dielectric wet test for the boom, rods, hoses, optical fibre cables and hollow tubes

##### 8.2.1 General test conditions

Before dielectric testing, each test piece shall be prepared by cleaning with trifluorochlorethane ( $\text{CF}_2\text{ClCFCI}_2$ ) and then dried in air for 15 min.

These tests are carried out on three test pieces, each 1,2 m long, which are cut from booms, tubes, rods, hoses, optical fibre cables and hollow tubes; they shall not use material within 0,1 m of the end.

The electrodes, made with three or four turns of copper or aluminium wire from 2 mm to 4 mm in diameter, shall be  $1\,000 \pm 5$  mm apart.

The test location shall be at the standard ambient conditions of IEC 212, with a temperature range of  $23 \pm 5$  °C.

The test arrangement is shown in Figures B1 and B2 of Appendix B. The test piece shall be inclined at an angle of 45°. The voltage of 80 kV r.m.s. at power frequency shall be applied between the electrodes, in accordance with IEC 60, for a period of 1 h.

##### 8.2.2 Wet conditions

The wet test is carried out in accordance with the revised wet test procedure described in IEC 60-1 and corresponding to the following revisions:

- average precipitation rate: 1.0 to 1.5 mm/min;
- water resistivity:  $100 \pm 15$  Ω.m.

However, contrary to the requirements of the above-mentioned publication, the test piece shall not be pre-wetted before voltage application; spray and voltage shall be applied simultaneously for 1 h.

### 8.2.3 Résultats de l'essai

La durée de l'essai est de 1 h. L'essai est satisfaisant s'il ne se produit:

- aucun contournement, aucun amorçage, aucune perforation;
- aucune trace de cheminement ou d'érosion de la surface, visible sans l'aide d'une loupe.

### 8.3 Essai électrique pour l'huile et les outillages hydrauliques

Cet essai est appliqué aux équipements élévateurs utilisant de l'huile entre le sol et la ou les nacelles (commandes, alimentation d'outils, etc.).

La méthode de détermination de la résistivité de l'huile isolante est décrite dans la CEI 156.

Les méthodes pour obtenir des échantillons et les spécifications précitées sont données dans la CEI 247, la CEI 296 et la CEI 475.

Les valeurs obtenues doivent être en accord avec les exigences des matériaux utilisés dans les équipements élévateurs et les valeurs prévues.

Aucune tension d'amorçage obtenue durant l'essai ne doit être inférieure à 10 kV. La moyenne des résultats doit être supérieure à 20 kV.

### 8.4 Dispositions spéciales pour bras creux

#### 8.4.1 Bras creux scellé

Si le bras est étanche à l'air par scellement, il doit être équipé d'un système fiable permettant de s'assurer qu'il y a ni poussière ni humidité à l'intérieur.

NOTE - Le bras peut être rempli de gaz inerte; dans ce cas la différence de pression entre le gaz et l'atmosphère est alors mesurée en permanence afin de s'assurer de l'efficacité des scellements. Le bras peut être équipé d'un système à gel de silice qui assure que la pression partielle d'eau est correcte tant qu'il reste bleu. (Habituellement, la proportion d'eau est inférieure à une partie par million).

#### 8.4.2 Bras creux ouvert

Si le bras est ouvert, il doit être construit de manière à permettre le nettoyage, le séchage et le contrôle de l'intérieur.

NOTE - Il peut être fait usage d'un endoscope ou de tout autre système de visualisation permettant le contrôle interne du bras.

### 8.2.3 *Test results*

The test duration is 1 h and the test is successful if there is:

- no flashover, sparkover or puncture;
- no tracking or erosion on the surface observed without a magnifying glass.

### 8.3 *Electrical test for oil and devices employing oil*

This test shall be applied to aerial devices that use oil between earth and bucket(s) (controls, tool outlets, etc.).

The method for the determination of the electric strength of insulating oil is described in IEC 156.

Methods for obtaining samples and related specifications are included in IEC 247, 296 and 475.

The values selected shall be in accordance with the requirements of the specific materials employed in the aerial devices and design ratings.

Each individual breakdown voltage obtained during the test shall not be lower than 10 kV. The average of the results shall be greater than 20 kV.

### 8.4 *Special requirements for hollow booms*

#### 8.4.1 *Sealed hollow boom*

Sealed booms shall be equipped with a reliable system to ensure that the inside is dust and moisture-free.

NOTE - The boom may be filled with inert gas. If so the difference in pressure between the gas and the atmosphere is measured continuously to ensure the efficiency of the sealing. The boom may be fitted with a silica-gel-chemical material ensuring, when blue, that the partial pressure of water is correct. (Usually, the percentage of water is lower than one part per million.)

#### 8.4.2 *Open hollow boom*

If the boom is open, it shall be manufactured in such a way that cleaning, drying and inspection of the inside are possible.

NOTE - An endoscope or any other camera system may be used to permit the internal survey of the boom.

## 8.5 Essais diélectriques des équipements élévateurs

Ces essais doivent être réalisés après les essais mécaniques. Les niveaux des tensions d'essai découlent de la tension assignée de l'équipement élévateur. On doit s'assurer que l'équipement ne présente pas d'effet couronne sous sa tension nominale.

### NOTES

1 Il est conseillé de mettre à la terre les parties métalliques des bras comprises entre deux parties isolantes avant que quelqu'un n'y touche, afin d'éviter les décharges électrostatiques.

2 Les effets de décharge couronne peuvent être déterminés à partir de mesures de décharges partielles. Voir la CEI 270 et plus particulièrement l'article 1, et 3.2.1 et 4.1.

La mise en œuvre intégrale de la CEI 270 dans la présente norme dépasse son domaine d'application car le niveau des décharges qui peut apparaître, ou qui est toléré, varie suivant les matériaux et les conceptions qui ne sont pas spécifiées en détail dans la présente norme.

### 8.5.1 Essais diélectriques de l'ensemble du bras

Les essais comprennent l'essai à la tension assignée, l'essai à tension double, et soit l'essai de tenue pendant 10 s soit l'essai de tenue à l'onde de manœuvre, comme spécifié au tableau 1. Les tensions appliquées doivent l'être conformément à la CEI 60. Lorsque la longueur isolante du bras est supérieure ou égale à 1,0 m, un essai diélectrique avec mesure de courant de fuite de surface doit être réalisé sur l'ensemble du bras.

NOTE - Lorsque ces essais sont réalisés à haute tension, il peut en résulter des dégradations ou des avaries sur les éléments du bras, surtout sur ceux qui sont fabriqués en isolants organiques.

#### 8.5.1.1 Essai du bras à la tension assignée, à la tension double, tenue pendant 10 s et essai à l'onde de manœuvre

Avant les essais diélectriques, la résistance du bras entre l'anneau de garde le plus bas (installé soit de façon permanente, soit pour l'essai) jusqu'à l'articulation la plus basse doit être mesurée. De plus pour les engins ayant un bras inférieur isolant et/ou des inserts isolants dans la tourelle, haute ou basse, il faut mesurer les résistances longitudinales de ces éléments. Dans tous les cas la résistance mesurée doit être supérieure à 10 MΩ.

Le véhicule porteur avec l'équipement élévateur, est placé dans la cellule d'essais électriques. La position précise du bras est illustrée par les figures C1 ou C2 de l'annexe C. Le véhicule est mis à la terre. Pour les essais à fréquence industrielle, les distances de garde à tenir par rapport aux parties de la cellule qui sont reliées à la terre (murs, plafond) doivent être supérieures à la distance  $D$  donnée par la formule:

$$D = \frac{16 U \sqrt{2}}{3400 - U\sqrt{2}}$$

$D$  en mètres  
 $U$  en kV efficace

$U$  est la tension efficace appliquée à fréquence industrielle. La tenue diélectrique est vérifiée sans constater d'échauffement perceptible (tolérance de 10 °C) et le courant de fuite est mesuré.

Les distances pour l'essai à l'onde de manœuvre doivent être telles qu'il ne se produise pas d'amorçage sur les parois de la cellule d'essai. Tant pour l'essai à la tension assignée que pour l'essai à tension double, la tension d'essai doit être maintenue pendant 1 min. Il ne doit se produire ni contournement ni amorçage, ni perforation pendant l'essai. Les tensions d'essai et les courants admissibles sont énumérés dans le tableau I.

## 8.5 Dielectric tests of the aerial devices

These tests shall be conducted after mechanical tests. The test voltage levels employed depend upon the rated voltage of the aerial device. The aerial device shall be free of damaging corona at its rated voltage.

### NOTES

1 The metallic parts of the booms located between the two insulating parts should be earthed before contact by personnel to prevent electrostatic discharge.

2 Corona discharge effects may be determined using partial discharge measurement. See IEC 270, particularly Clause 1, and 3.2.1 and 4.1.

The full implementation of IEC 270 in this standard is beyond its scope, as the level of discharge that may occur, or is permitted, varies among materials and designs which are not specified in detail in this standard.

### 8.5.1 Dielectric tests of the complete boom

The tests shall consist of rated voltage, double-rated voltage and either 10 s withstand or switching surge voltage, as specified in Table I. Applied voltages shall be applied in accordance with IEC 60. If the insulating length of the boom is greater than or equal to 1,0 m, a dielectric surface leakage test of the complete boom shall be conducted.

NOTE - When performed at high voltages, these tests can result in degradation or damage to the boom components, particularly those made from organic insulation.

#### 8.5.1.1 Boom test at rated voltage, double-rated voltage, and 10 s withstand voltage and switching surge voltage

Prior to dielectric tests, the resistance of the boom from the lower collector ring (which may be permanent or installed solely for this test) to the lower elbow shall be measured. In addition, the resistance across each of the devices with lower boom and turntable or pedestal insulating insert(s) shall be measured. In all cases, the resistance measured shall be higher than 10 MΩ.

The supporting vehicle with its aerial device is then positioned into the electrical test cell. The specified position of the boom is described in Figures C1 or C2 of Appendix C. The vehicle is earthed. The air clearance to the earthed parts of the test cell (walls and roof) for power frequency test shall be more than the distance  $D$  given by the formula:

$$D = \frac{16 U \sqrt{2}}{3\,400 - U\sqrt{2}}$$

$D$  in meters  
 $U$  in kV r.m.s.

$U$  is the power frequency test r.m.s. voltage applied. The dielectric withstand without perceptible heating (tolerance 10 °C) is tested and the leakage current is measured.

Switching surge clearances shall be such that no flashover occurs to the test cell. The voltages for both the rated voltage test and the double rated voltage test are maintained for 1 min. There shall be no sparkover, flashover or puncture during the test. Test voltages and allowable currents are listed in Table I.

Tableau I - Valeurs d'essais diélectriques a.c.

| Tension assignée de l'équipement élévateur (Phase-terre) kV eff. | Essai à la tension assignée<br>Rapport maximal admissible<br>Courant du bras/<br>tension d'essai | Essai à deux fois la tension assignée<br>Rapport maximal admissible<br>Courant du bras/<br>tension d'essai<br>(voir notes 1 et 4) | Essai de tenue 10 s<br>Tension d'essai (kV eff.)<br>(voir note 4) | Essai de tenue à l'onde de manoeuvre (10 chocs positifs et 10 chocs négatifs)<br>Tension d'essai (kV crête)<br>(voir note 2) |
|------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| $U_d \leq 200$                                                   | 1 $\mu$ A/kV                                                                                     | 1 $\mu$ A/kV                                                                                                                      | 3 $U_d$                                                           | 3 $U_d$ eff. $\sqrt{2}$                                                                                                      |
| $200 < U_d \leq 300$                                             | 1 $\mu$ A/kV                                                                                     | 1 $\mu$ A/kV                                                                                                                      | 2,5 $U_d$                                                         | 2,5 $U_d$ eff. $\sqrt{2}$                                                                                                    |
| $300 < U_d \leq 462$                                             | 1 $\mu$ A/kV                                                                                     | 1 $\mu$ A/kV                                                                                                                      | 2,2 $U_d$                                                         | 2,2 $U_d$ eff. $\sqrt{2}$                                                                                                    |

#### NOTES

- 1 Le courant ne doit pas croître pendant l'essai à tension double.
- 2 La forme de l'onde d'essai doit être conforme à la CEI 60-1, choc de 250  $\mu$ s/2 500  $\mu$ s.
- 3 La tension assignée d'un élévateur est égale à la tension maximale lors de l'utilisation entre l'extrémité supérieure du bras et la terre. Elle correspond à la tension assignée entre phase et terre pour le réseau sur lequel le travail sous tension est effectué.
- 4 Le tableau I donne les valeurs des surtensions maximales typiques prévues pour les essais de tenue momentanée (efficace) et les essais de tenue à une surtension de manoeuvre. C'est à l'utilisateur de vérifier que ces valeurs sont compatibles avec celles qui peuvent apparaître sur son réseau.

Les tensions assignées doubles et les tensions de tenue peuvent être ajustées pour se rapprocher des exigences de construction réelles d'un réseau donné sur lequel l'équipement élévateur sera utilisé. L'essai à tension assignée double sera remplacé par un essai à une valeur égale à la tension maximale du réseau (kV max) plus la montée en tension maximale du réseau pour un (des) réseau(x) dont le facteur de surtension de manoeuvre est inférieur ou égal à 2,0 p.u. L'essai de tenue en tension sera basé sur la valeur de surtension de manoeuvre maximale du réseau.

*Exemple:* L'essai à tension assignée double pour une tension de réseau typique de 765 kV (maximum de 800 kV) ayant un facteur de surtension de manoeuvre maximal de 1,9 p.u. peut être remplacé par un essai nominal maximal égal à la montée en tension maximale du réseau.

La montée en tension maximale du réseau en pourcentage peut atteindre 30 % suivant les conditions sur le réseau. Pour une montée en tension du réseau de 30 % cet essai serait égal à kV max. + 30 % de kV max. c'est-à-dire 800 kV + 30 % (800) = 1 040 kV efficace phase-phase ou 600 kV efficace phase-terre soit 1,3 fois la tension nominale.

L'essai de tenue en tension pour les mêmes paramètres du réseau se fait à 1,9 x kV max. 1,9 fois la tension nominale = 878 kV efficace ou 878 kV phase-terre.

L'essai de tenue en tension à une surtension de manoeuvre pour les mêmes paramètres de réseau se fait à 1,9 x 462 x  $\sqrt{2}$  = 1 240 phase-terre crête.

En cas d'accord entre l'acheteur et le constructeur des valeurs différentes de tension de manoeuvre peuvent être utilisées. La plaque du constructeur ou tout autre genre de certificat d'essai doit spécifier ces valeurs.

Table I - Values for dielectric tests

| Rated voltage of the aerial device<br>(Phase-to-ground)<br>kV r.m.s. | Test at rated voltage<br>Maximum allowable ratio<br>Boom current/<br>test voltage | Test at double rated voltage<br>Maximum allowable ratio<br>Boom current/<br>test voltage<br><br>(see notes 1 and 4) | 10 s withstand voltage test<br>Test voltage (kV r.m.s.)<br>(see note 4) | Switching surge withstand test<br>(10 positive surges and 10 negative surges)<br>Test voltage (kV peak)<br>(see note 2) |
|----------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| $U_d \leq 200$                                                       | 1 $\mu$ A/kV                                                                      | 1 $\mu$ A/kV                                                                                                        | 3 $U_d$                                                                 | 3 $U_d$ r.m.s. $\sqrt{2}$                                                                                               |
| $200 < U_d \leq 300$                                                 | 1 $\mu$ A/kV                                                                      | 1 $\mu$ A/kV                                                                                                        | 2,5 $U_d$                                                               | 2,5 $U_d$ r.m.s. $\sqrt{2}$                                                                                             |
| $300 < U_d \leq 462$                                                 | 1 $\mu$ A/kV                                                                      | 1 $\mu$ A/kV                                                                                                        | 2,2 $U_d$                                                               | 2,2 $U_d$ r.m.s. $\sqrt{2}$                                                                                             |

## NOTES

- 1 The boom leakage current shall not increase during the double rated voltage test.
- 2 The test wave-form shall have an impulse wave 250  $\mu$ s/2 500  $\mu$ s as specified in IEC 60-1.
- 3 The rated voltage of an aerial device is equal to the maximum use voltage between the top of the boom and the ground. It corresponds to the rated voltage between phase and earth of the system on which live working is carried out.
- 4 Table I lists typical maximum anticipated overvoltage values for both the momentary (r.m.s.) and switching surge withstand tests. It is up to the user to verify that they are compatible with those that may occur in his networks.

The double-rated voltages and withstand voltages may be adjusted to meet the actual design requirements of (a) given system(s) on which the aerial device will be used. The double-rated voltage test shall be replaced by a test equal to the maximum system (kV max.) plus the maximum system voltage rise on (a) system(s) where the switching surge factor is equal to or less than 2,0 per unit. The withstand voltage test shall be based on the maximum switching surge value of the system.

*Example:* The double-rated test for a typical operating voltage of 765 kV (maximum of 800 kV) having a maximum switching surge factor of 1,9 per unit may be replaced with a maximum nominal test equal to the maximum system voltage rise.

The maximum percent system voltage rise can be as high as 30 % depending on system conditions. For a 30 % system voltage rise this test would equal kV max. + 30 % (kV max.) i.e. 800 kV + 30 % (800) = 1 040 kV L-L r.m.s. or 600 kV L-G r.m.s. which is 1,3 times the rated voltage.

The momentary withstand test voltage (r.m.s.) for the same system parameters is equal to 1,9 x kV max., 1,9 times the nominal voltage = 878 kV (r.m.s.) or 878 kV L-G (r.m.s.).

The switching surge withstand test for the same system parameters equals 1,9 x 462 x  $\sqrt{2}$  = 1 240 L-G (crest).

Upon agreement between the customer and the manufacturer, different switching surge values may be used. The nameplate and other type test documents shall specify these values.

#### 8.5.1.2 *Essai diélectrique avec mesure de courant de fuite de surface extérieure sur l'ensemble du bras*

Le véhicule et son équipement élévateur sont placés dans la cellule d'essais électriques. Les électrodes constituées de ruban adhésif conducteur de 12,7 mm de large sont placées de manière à entourer, tous les 0,60 m, le bras supérieur, les tubes, les flexibles et tuyaux extérieurs. Le bras supérieur est positionné horizontalement à 6 m du sol. Une tension de 90 kV à fréquence industrielle est appliquée entre chaque paire d'électrodes consécutives le long du bras pendant 3 min. Aucun contournement, amorçage ou perforation ne doit avoir lieu. Il ne doit pas y avoir d'échauffement de la partie du bras sur laquelle porte l'essai (tolérance 10 °C). Les intensités des courants mesurés sur chaque intervalle de 0,60 m ne doivent pas excéder 0,15 mA.

NOTE - Cet essai ne mesure pas les courants de fuite de surface sur les surfaces intérieures des bras ou celles des tiges, des flexibles ou de tout autre élément qui se trouve dans la section intérieure isolante du bras.

**Attention:** Les parties métalliques au-dessus des parties isolantes peuvent avoir une charge électrique après cet essai. Elles doivent donc être mises à la terre (mises à la terre ou déchargées) avant qu'une personne ne les touche.

#### 8.5.2 *Essais diélectriques d'un bras inférieur avec insert isolant*

Le véhicule est mis à la terre. Une tension de 50 kV efficace est appliquée pendant 3 min à l'extrémité supérieure de l'insert isolant. La partie supérieure de l'insert isolant est tenue à plus de 1 m par rapport aux parties mises à la terre (sauf la partie inférieure du bras inférieur). Il ne doit y avoir aucun contournement, amorçage ou perforation et aucun échauffement (tolérance 10 °C).

#### 8.6 *Essais diélectriques de nacelles et doubles enveloppes isolantes*

Une nacelle n'est pas obligatoirement isolante. Elle peut être réalisée en matériau conducteur ou isolant. Dans ce dernier cas, elle peut être déclarée isolante ou non (par exemple: matériau isolant avec trous). Une nacelle est déclarée isolante si elle répond aux essais de 8.6.1 et 8.6.2. Une double enveloppe répondant aux essais de 8.6.1 et 8.6.2 est déclarée isolante. Une nacelle est déclarée en matériau isolant si elle répond aux essais de 8.6.2.

##### 8.6.1 *Essais de perforation*

La nacelle ou la double enveloppe isolante est remplie d'eau de ville (de résistivité maximale 50  $\Omega \cdot m$ ) jusqu'à 0,15 m du bord. La nacelle ou la double enveloppe est immergée verticalement dans une cuve métallique mise à la terre et l'électrode haute tension est placée dans la nacelle ou la double enveloppe (voir figure C3 de l'annexe C).

Pour les nacelles, une tension de 20 kV efficace doit être appliquée pendant 1 min  $\pm$  5 s.

Pour les doubles enveloppes, une tension de 50 kV efficace doit être appliquée pendant 1 min  $\pm$  5 s.

Il ne doit se produire ni contournement ni perforation.

#### 8.5.1.2 *Dielectric exterior surface leakage test of the complete boom*

The vehicle with its aerial device is placed in the electrical test cell. Electrodes made of adhesive conductive tape 12,7 mm wide are positioned around the upper boom and any external tubes, hoses or pipes at 0,60 m intervals. The upper boom is positioned horizontally at 6 m from the floor. A 90 kV power frequency voltage is applied between each two consecutive electrodes along the length of the boom for an interval of 3 min. There shall be no sparkover, flashover or puncture during the test. No heating of the section of the boom tested shall occur (tolerance 10 °C). Measured current values shall not exceed 0,15 mA for each 0,60 m interval.

NOTE - This test does not measure the surface leakage currents on inside surfaces of the booms or those of rods, hoses, and other components that bridge the insulating interior section of the boom.

**Warning:** Since the metallic parts (components) above the insulating device may hold an electric charge after this test, they shall be earthed (grounded or discharged) prior to contact by personnel.

#### 8.5.2 *Dielectric test of a lower boom with an insulating insert*

The vehicle is earthed. A 50 kV r.m.s. voltage is applied to the upper end of the insulating insert for 3 min. The upper part of the insert shall be at a distance of more than 1 m from any earthed part (except the lower portion of the lower boom). No flashover, sparkover or puncture and no heating shall occur (tolerance 10 °C).

#### 8.6 *Dielectric test on insulating buckets and liners*

A bucket is not necessarily insulating. It can be made of conductive material or insulating material. In the latter case the bucket can be defined as insulating or not (for example: insulating material with holes). A bucket is defined as insulating if it passes the tests of 8.6.1 and 8.6.2. A liner is defined as insulating if it passes the tests of 8.6.1 and 8.6.2. A bucket passing the tests of 8.6.2 is defined as made of insulating material.

##### 8.6.1 *Puncture test*

The insulating bucket or liner is filled with tap water (resistivity 50  $\Omega \cdot m$  maximum) to 0,15 m from the top. The bucket or liner is immersed vertically in an earthed metal tank and a high voltage electrode is placed in the bucket or liner (see Figure C3 of Appendix C).

For buckets, a voltage of 20 kV r.m.s. shall be applied for 1 min  $\pm$  5 s.

For liners, a voltage of 50 kV r.m.s. shall be applied for 1 min  $\pm$  5 s.

No flashover or puncture shall occur.

### 8.6.2 Essai de tenue superficielle

On procède à un essai de tenue superficielle sur l'extérieur de la nacelle ou de la double enveloppe. Pour cet essai, on place deux électrodes à 0,30 m de distance (voir la figure C4 de l'annexe C). Une tension efficace de 50 kV à la fréquence industrielle doit être appliquée entre les deux électrodes et doit être maintenue pendant  $1 \text{ min} \pm 5 \text{ s}$ . Il ne doit se produire aucun contournement, ni perforation.

NOTE - La valeur du courant de fuite est liée à la taille; elle est habituellement inférieure à 0,5 mA.

### 8.7 Mâts de charge

Si le mât de charge est un tube ou une tige défini par la CEI 855, il doit être conforme à l'article 8 de cette publication. Dans les autres cas, on l'essaie comme un tube creux (voir 8.1.2).

## 9 Essais mécaniques

### 9.1 Essais de fatigue

#### 9.1.1 Essai de fatigue sur le bras supérieur et sur le bras inférieur comprenant un insert isolant

Un essai de flexion est effectué sur le bras supérieur et inférieur équipé d'un insert isolant pour simuler les conditions d'utilisation habituelles. L'essai consiste à effectuer 10 000 cycles de charge. Les forces de flexion appliquées doivent correspondre aux forces résultant des charges de la plate-forme de travail et du mât de charge.

En cas de litige, la procédure d'essai est la procédure habituelle: charge appliquée sur la nacelle et le mât de charge.

Après cet essai mécanique, on procède aux essais électriques décrits en 8.5.

NOTE - Par accord entre le constructeur et l'acheteur, une méthode d'essai équivalente peut être utilisée; on doit avoir le même moment fléchissant, en particulier pour le bras inférieur lorsqu'il est monté avec un insert isolant, et cela doit être précisé sur la plaque du constructeur et dans les manuels d'utilisation.

#### 9.1.2 Essai de fatigue sur les flexibles isolants

Les flexibles isolants sont soumis simultanément à des cycles de montée en pression et des cycles de pliage sur la partie du flexible où l'embout métallique est fixé. L'appareillage d'essai est décrit dans la figure D1 de l'annexe D. Le flexible est branché à un outil hydraulique (cisaille ou presse). L'ensemble de l'appareil est alors fixé de manière à créer un point fixe au niveau de l'embout métallique.

#### Procédure d'essai

On fait monter la pression d'huile jusqu'à la valeur de «pression de service» donnée par le constructeur, en  $45 \pm 5 \text{ s}$ . Le cycle hydraulique est défini comme suit:

- montée en pression jusqu'à la pression spécifiée en  $45 \pm 5 \text{ s}$ ;
- pression maintenue à la pression spécifiée pendant  $10 \pm 5 \text{ s}$ ;
- décompression en  $5 \pm 5 \text{ s}$ .

Le cycle hydraulique complet dure  $60 \pm 5 \text{ s}$ .

### 8.6.2 Surface withstand test

A surface withstand test shall be conducted on the outside of the bucket or liner. Two electrodes are placed 0,30 m apart as shown in Figure C4 of Appendix C. A power frequency voltage of 50 kV r.m.s. shall be applied between the two electrodes and maintained for 1 min  $\pm$  5 s. No flashover or puncture shall occur.

NOTE - The value of the leakage current is dictated by the size, and is usually less than 0,5 mA.

### 8.7 Jibs

If the jib is a tube or a rod as described in IEC 855, it shall comply with Clause 8 of that publication. Otherwise it shall be tested as a hollow tube (see 8.1.2).

## 9 Mechanical tests

### 9.1 Fatigue test

#### 9.1.1 Fatigue type test on upper boom and lower boom with insulating insert

On the upper boom and lower boom with an insulating insert, a bending test shall be carried out to simulate the designed operating conditions. The test consists of 10 000 load cycles. The bending forces to be applied shall correspond to the forces resulting from the related loads of the work platform and on the jib.

In case of dispute, the test arrangement shall be the usual operating arrangement, i.e. load applied in bucket and on jib(s).

After this mechanical test, the dielectric tests described in 8.5 shall be carried out.

NOTE - By agreement between the manufacturer and the customer, an equivalent test arrangement may be used; the same bending moment on the boom shall be used, especially for the lower boom test if the boom has an insulating insert, and this shall be noted on the nameplate and instruction manuals.

#### 9.1.2 Fatigue type test on insulating hoses

The insulating hoses shall withstand simultaneously cycles of pressure increase and cycles of folding on the part of the hose where the metallic fitting is fixed. The testing device is described in Figure D1 of Appendix D. The hose is linked to a hydraulic tool (shearing machine, press). The whole device is then fixed in order to make an end fixture for the metallic fitting.

#### Test procedure

The oil pressure shall be raised to the working pressure value provided by the manufacturer in 45  $\pm$  5 s. The hydraulic cycle is defined as follows:

- pressure increase until the specified pressure is obtained in 45  $\pm$  5 s;
- pressure maintained at the specified pressure for 10  $\pm$  5 s;
- decompression in 5  $\pm$  5 s.

The total duration shall be 60  $\pm$  5 s.

Pendant un cycle hydraulique, 40 cycles de flexions sont effectués. Le flexible isolant doit tenir 1 000 cycles de montée en pression et 40 000 cycles de flexion.

### *Essai d'endurance aux cycles hydrauliques*

Après ces cycles:

- 1) la pression est augmentée progressivement jusqu'à la pression spécifiée, puis maintenue pendant 3 min;
- 2) la pression est ensuite augmentée progressivement jusqu'à 1,5 fois la pression spécifiée et maintenue pendant 3 min;
- 3) après cela, on augmente la pression jusqu'à éclatement du flexible. La vitesse d'application de la pression doit être comprise entre 1,5 et 2,5 MPa/s.

### *Résultats d'essai*

Aucun défaut ne doit apparaître pendant que la pression est maintenue à la valeur spécifiée et à 1,5 fois cette valeur.

La pression d'éclatement, après fatigue, doit être supérieure ou égale à deux fois la pression nominale.

NOTE - La défaillance est souvent indiquée par une fuite ou un gonflement.

## *9.2 Essai de surcharge*

### *9.2.1 Essai de surcharge sur le bras et le mât de charge*

On applique à la nacelle et aux mâts de charge les charges nominales multipliées par un facteur de 1,5. Les bras sont positionnés de manière à donner le moment fléchissant maximal (voir figure E1 de l'annexe E).

Si l'on ne demande qu'un effort vertical  $F_v$  pour les mâts de charge, celui-ci doit être appliqué verticalement à l'extrémité des mâts, avec le facteur de surcharge, les mâts étant totalement sortis, pour donner un résultat dans la configuration des bras la plus sévère.

Si l'on demande un effort vertical  $F_v$  ainsi qu'un effort horizontal  $F_h$ , l'essai doit être effectué pour la position la plus défavorable des bras et des mâts de charge. La force  $F$  est appliquée aux extrémités des mâts totalement déployés, avec le facteur de surcharge. Si les mâts peuvent être levés, la position relevée la plus sévère doit être déterminée et essayée.

On ne doit pas constater de défaut pendant l'essai.

### NOTES

- 1  $F_v$  maximale et  $F_h$  maximale ne sont pas appliquées simultanément (voir figure E1 de l'annexe E).
- 2 Dans tous les cas, la charge nominale maximale dans la nacelle multipliée par le coefficient de surcharge doit être appliquée verticalement dans la nacelle (par exemple: au moyen de lestes).
- 3 Si les règles nationales exigent d'autres forces d'épreuve ou d'autres facteurs de surcharge, celles-ci doivent être suivies. Quoi qu'il en soit, la charge résultante sur l'assemblage complet ne doit pas être inférieure à 1,5 fois la charge équivalente et d'une durée de 1 min.
- 4 Le but de cet essai n'est pas d'analyser la stabilité de l'engin élévateur mais de vérifier la tenue mécanique de l'équipement élévateur.

For the hydraulic cycle duration lasting  $60 \pm 5$  s, 40 bending cycles are applied to the hose. The insulating hoses shall withstand 1 000 pressure increase cycles and 40 000 bending cycles.

#### *Hydraulic cycle duration test*

After these cycles:

- 1) The pressure is gradually increased to the specified pressure and held for 3 min.
- 2) The pressure is then gradually increased to 1,5 times the specified pressure and held for 3 min.
- 3) After this, the pressure is increased until the hose bursts. The increase is between 1,5 and 2,5 MPa/s.

#### *Test results*

No defects shall occur when the pressure is kept at the specified pressure and at 1,5 times the rated pressure.

The bursting pressure, after fatigue, shall be greater than or equal to twice the specified pressure.

NOTE - Failure is often indicated by leakage or swelling.

### 9.2 *Overload test*

#### 9.2.1 *Overload test on boom and jib*

The nominal loads, with an overload factor of 1,5, are applied at the bucket and/or the jib(s). The booms are in the position giving the maximum bending moment. See Figure E1 of Appendix E.

If only a vertical load  $F_v$  at the jibs is required, it shall be applied vertically at the end of the jibs, with the overload factor, and with the jibs fully extended, to give a result under the most severe position of the booms.

If both a vertical load  $F_v$  and horizontal load  $F_h$  are required, the test shall be carried out in the most severe position of the booms and jibs. The force  $F$  is applied at the end of the jibs fully extended and with the overload factor. If the jibs can be raised, the most severe raised position shall be determined and tested.

No defect shall occur during this test.

#### NOTES

- 1 Max.  $F_v$  and  $F_h$  are not applicable at the same time (see Figure E1 of Appendix E).
- 2 In any case, the maximum nominal load in the buckets times the test factor shall be applied vertically in the buckets (e.g. by means of masses).
- 3 If national regulations require other proof strength or overload factors, these regulations should be followed. However, the resultant load on the complete assembly shall in no case be less than 1,5 times the equivalent load and for a duration of 1 min.
- 4 The purpose of this test is not to check the stability of the mobile unit but the mechanical withstand of the aerial device.

### 9.2.2 Essai de torsion sur bras équipé de nacelle(s)

L'essai de torsion est effectué sur le bras dans les conditions d'utilisation les plus sévères. Dans le cas d'une seule nacelle (pour une ou deux personnes) la «charge utile»  $F_{vb}$  est appliquée sur le rebord externe de la nacelle (voir figure E2 de l'annexe E). Dans le cas de deux nacelles, la charge assignée d'une nacelle est appliquée sur le rebord externe d'une seule nacelle. Avec ces conditions d'essai, les exigences de 10.4 doivent être remplies et aucun défaut ou déformation permanent ne doit se produire.

## 9.3 Essais hydrostatiques

### 9.3.1 Coefficient de sécurité à l'éclatement

Tout composant hydraulique (excepté les flexibles isolants) dont la rupture conduirait à des mouvements intempestifs ou non contrôlés de la plate-forme et du système des mâts de charge doit présenter une pression minimale d'éclatement d'au moins quatre fois la pression de service pour laquelle il a été conçu. Tous les autres composants définis par leur pression d'éclatement seulement, tels que flexibles, conduits et embouts, doivent présenter une pression minimale d'éclatement indiquée en 9.3.6.

### 9.3.2 Essais hydrostatiques des flexibles isolants

Tous les flexibles, pour chaque type et chaque usage, doivent être essayés sur le plan hydrostatique à la pression maximale de service spécifiée, augmentée de 20 %, appliquée pendant une durée comprise entre 30 s et 60 s. L'essai est repris pour chaque flexible ou chaque type d'embout.

On ne doit constater aucune fuite, défaut ni distension sur l'ensemble du flexible, assemblages compris.

### 9.3.3 Essai à la pulsation des flexibles isolants

9.3.3.1 L'essai à la pulsation est réalisé sur des flexibles avec des embouts neufs.

Le flexible, courbé à son rayon de courbure minimal, est soumis aux pulsations générées par une machine adéquate. Les flexibles de diamètre intérieur inférieur à 25,4 mm doivent être courbés à 180°; les flexibles de diamètre intérieur supérieur ou égal à 25,4 mm doivent être courbés à 90°.

La longueur de flexible mesurée entre les embouts montés est calculée par la formule suivante:

$$L_{90} = \frac{\pi}{2} R + 2 D_o$$

$$L_{180} = \pi R + 2 D_o$$

où:

$L_{90}$  = longueur pour pliage à 90°

$L_{180}$  = longueur pour pliage à 180°

$R$  = rayon de courbure minimal

$D_o$  = diamètre extérieur du flexible

### 9.2.2 Torsion test on boom with bucket(s)

The torsion test is carried out on the boom in the most severe actual conditions. In the case of one bucket (for one or two persons), the rated load  $F_{vb}$  of the bucket is applied at the external edge of the bucket (see Figure E2). In the case of two buckets, the rated load of one bucket is applied at the external edge of only one bucket. Under these test conditions, the requirements of 10.4 shall be fulfilled and no permanent defect or deformation shall occur.

## 9.3 Hydrostatic tests

### 9.3.1 Bursting safety factors

All hydraulic components (except insulating hoses) whose failure could result in free and unrestricted motion of the platform(s) and material lifting device shall have a minimum bursting strength of at least four times the operating pressure for which the system is designed. All other hydraulic components normally rated according to bursting strength only, such as hoses, tubing and fittings, shall have a minimum bursting strength as specified in 9.3.6.

### 9.3.2 Hydrostatic tests on insulating hoses

All hoses, according to type or use, shall be hydrostatically tested to the specified maximum use pressure plus 20 % for a period of not less than 30 s nor more than 60 s with each style or type assembly fitting attached.

There shall be no evidence of leakage, failure or distress to the complete assembly.

### 9.3.3 Impulse test on insulating hoses

#### 9.3.3.1 Impulse testing shall be conducted with new hose assemblies.

The test assemblies shall be impulsed on suitable equipment with the hose bent to minimum bend radius. Hoses of less than 25,4 mm inside diameter shall be bent 180°. Hoses of 25,4 mm inside diameter and over shall be bent 90°.

The test assembly free length of hose measured between couplings shall be computed using the following formula:

$$L_{90} = \frac{\pi}{2} R + 2 D_o$$

$$L_{180} = \pi R + 2 D_o$$

where:

$L_{90}$  = 90° bend free length

$L_{180}$  = 180° bend free length

$R$  = minimum bend radius

$D_o$  = hose outside diameter

Le fluide d'essai doit circuler à travers le flexible à la température spécifiée avec une tolérance de  $\pm 3$  °C. La cadence de pulsation doit être comprise entre 30 et 75 cycles par minute, à la pression d'utilisation. La circulation du fluide d'essai doit être telle que la température soit uniforme. Le chauffage ou le refroidissement de l'enceinte d'essai est interdit.

La courbe de pression de pulsation doit être entièrement située dans la zone hachurée de la figure D2 de l'annexe D et être aussi proche que possible de la courbe. Sauf si un défaut se produit d'abord, l'essai à la pulsation est poursuivi jusqu'à obtention du nombre de cycles spécifié.

NOTE - Il est recommandé de changer le fluide d'essai fréquemment pour éviter les pannes.

9.3.3.2 Sauf si un défaut se produit d'abord, l'essai à la pulsation est poursuivi jusqu'à obtention du nombre de cycles spécifié.

NOTE - Afin d'éviter les pannes, il est recommandé de remplacer fréquemment le fluide d'essai.

#### 9.3.4 Essai de fuite des flexibles isolants

9.3.4.1 Des flexibles neufs, équipés avec des embouts fixés depuis moins de 30 jours sont soumis à une pression hydrostatique égale à 70 % de la pression minimale d'éclatement spécifiée pendant une durée de  $5 \pm 0,5$  min. La pression est alors annulée puis rétablie de façon identique pendant  $5 \pm 0,5$  min.

9.3.4.2 Il ne doit y avoir ni fuite, ni signe de défaillance. Cet essai étant considéré comme destructif, les éprouvettes doivent être détruites après l'essai.

#### 9.3.5 Essai de variation de longueur des flexibles isolants

9.3.5.1 Les mesures de détermination de l'élongation ou de la contraction doivent être réalisées sur des flexibles neufs, non encore essayés, de longueur libre entre embouts d'au moins 300 mm. Le flexible est raccordé à une source de pression, et soumis à la pression maximale d'utilisation augmentée de 20 % pendant 30 s, puis la pression est annulée. Ensuite le flexible est laissé au repos pendant 30 s, au terme desquelles on place avec précision des marques de référence espacées de 250 mm à mi-distance entre les embouts sur la gaine extérieure du flexible. Le flexible est à nouveau soumis à la pression spécifiée ci-dessus pendant 30 s, au terme desquelles la distance entre les marques de référence est mesurée, le flexible étant maintenu sous pression. Cette longueur est appelée «longueur finale».

La variation de longueur est calculée comme suit:

$$\text{variation (en \%)} = \frac{100 (\text{longueur finale} - \text{longueur initiale})}{\text{longueur initiale}}$$

variation négative signifie contraction (–%)

variation positive signifie élongation (+%).

9.3.5.2 L'essai est passé avec succès si la variation de longueur du conduit flexible n'excède pas 5 %.

The test fluid shall be circulated through the assemblies at the specified temperature with a tolerance of  $\pm 3$  °C. The impulse rate shall be between 30 and 75 cycles per minute at the operating pressure. Circulation of the test fluid shall be at a rate which will maintain a uniform bore temperature. Cooling or heating of the test chamber shall not be permitted.

The impulse pressure curve shall fall entirely within the shaded area of Figure D2 of Appendix D and shall conform as closely as possible to the curve. Unless failure occurs first, the impulse test shall continue for the specified number of cycles.

NOTE - It is recommended that the test fluid be changed frequently to prevent breakdown.

9.3.3.2 Unless failure occurs first, the impulse test shall continue for the specified number of cycles.

NOTE - It is recommended that the test fluid be changed frequently to prevent breakdown.

#### 9.3.4 *Leakage test on insulating hoses*

9.3.4.1 New hose assemblies on which end fittings have been attached for not longer than 30 days shall be subjected to a hydrostatic pressure equal to 70 % of the specified minimum burst pressure for a period of  $5 \pm 0,5$  min. The pressure is then reduced to zero, after which the 70 % minimum burst pressure shall be reapplied for another  $5 \pm 0,5$  min.

9.3.4.2 There shall be no leakage or evidence of failure. This test is to be considered as a destructive test and the sample shall be subsequently destroyed.

#### 9.3.5 *Change in length test on insulating hoses*

9.3.5.1 Measurements for the determination of elongation or contraction shall be conducted on a previously untested, new hose assembly having at least 300 mm length of free hose between hose couplings. The hose assembly shall be attached to the pressure source and pressurized to the specified maximum working pressure plus 20 % for a period of 30 s, after which time the pressure shall be released. After allowing the hose to restabilize for a period of 30 s following pressure release, reference marks 250 mm apart shall be accurately placed on the hose outer cover, midway between the hose couplings. The hose shall then be repressurized to the above referenced pressure for a period of 30 s, after which time, while the hose is pressurized, the distance between the reference marks shall be measured. This length shall be the final length.

The change in length shall be computed using the following formula:

$$\text{change (in \%)} = \frac{(\text{final length} - \text{original length}) \times 100}{\text{original length}}$$

(-%) change = contraction

(+%) change = elongation

9.3.5.2 The test is considered passed if the change in length of the hose does not exceed 5 % of the original length.

### 9.3.6 *Essai d'éclatement des flexibles isolants*

Les flexibles et/ou les flexibles avec embouts sertis depuis moins de 30 jours doivent être soumis à une pression hydrostatique croissant à une vitesse constante permettant d'atteindre la pression spécifiée minimale d'éclatement en un temps compris entre 15 s et 30 s.

La pression spécifiée minimale d'éclatement est deux fois la pression de service nominale pour les flexibles isolants dont la pression de service nominale est supérieure à 30 MPa. La pression spécifiée minimale d'éclatement est trois fois la pression de service nominale pour les flexibles dont la pression de service est inférieure ou égale à 30 MPa.

Il ne doit se produire ni fuite, ni éclatement du flexible, ni signe de défaillance tant que la pression spécifiée minimale d'éclatement n'est pas atteinte.

### 9.3.7 *Essai de pliage à froid des flexibles isolants*

Les flexibles ou les flexibles avec embouts doivent être soumis à une température de  $-25^{\circ}\text{C}$  pendant 24 h, en position rectiligne. Tout en maintenant la température, l'éprouvette doit alors être courbée uniformément sur un mandrin de diamètre égal à deux fois le rayon de courbure minimal spécifié. Le pliage doit être réalisé en un temps compris entre 8 s et 12 s. Les flexibles de diamètre intérieur nominal inférieur à 25,4 mm doivent être courbés à  $180^{\circ}$  sur le mandrin. Ceux de diamètre intérieur nominal supérieur ou égal à 25,4 mm doivent être courbés à  $90^{\circ}$ .

Après pliage, les éprouvettes sont ramenées à la température du local, examinées visuellement pour rechercher les fissures de la couche externe et soumises à l'essai de fuite (voir 9.3.4). Il ne doit se produire ni fissuration de la couche externe, ni fuite.

### 9.4 *Dépressurisation de l'huile*

Tout flexible ou tube isolant pour huile qui se situe près ou dans le bras isolant des équipements élévateurs dont le circuit hydraulique peut présenter entre son point le plus bas et son point le plus haut une hauteur supérieure à 11 m (bras sortis au maximum) doit être équipé d'un système évitant une dépressurisation qui conduirait à une dépression partielle d'huile de 20 kPa et susceptible de provoquer des amorçages électriques. On effectue l'essai en simulant une réduction de la pression d'huile (en ouvrant un robinet ou en coupant un tuyau). Cela fait, la pression absolue dans les flexibles ou tuyaux au sommet du bras élévateur doit rester supérieure à 80 kPa.

NOTE - Cette pression est en général mesurée par un manomètre différentiel. La pression absolue est alors obtenue par différence.

A titre d'exemple, on peut utiliser des systèmes tels qu'une soupape empêchant les conduits de se vider par gravité, couplée à une valve de mise à l'air libre. Si de tels systèmes sont utilisés on procédera à l'essai suivant: ces valves de mise à l'air libre doivent s'ouvrir lorsque la pression absolue, à l'intérieur des flexibles ou des tuyaux contenant normalement de l'huile dans une zone qui s'est vidée, descend en dessous de 80 kPa.

### 9.3.6 *Burst test on insulating hoses*

Hoses, and/or hose assemblies on which the end fittings have been attached for not longer than 30 days shall be subjected to a hydrostatic pressure increased at a constant rate so as to attain the specified minimum burst pressure within a period of not less than 15 s nor more than 30 s.

The specified minimum burst pressure for insulating hoses shall be twice the rated use pressure for working pressure higher than 30 MPa. The specified minimum burst pressure shall be three times the working pressure for working pressure 30 MPa or less.

There shall be no leakage, hose burst, or indication of failure below the specified minimum burst pressure.

### 9.3.7 *Cold bend test on insulating hoses*

Hoses and/or hose assemblies shall be subjected to a temperature of  $-25\text{ }^{\circ}\text{C}$  for 24 h in a straight position. After this time and while still at the specified temperature, the test piece shall be evenly and uniformly bent over a mandrel having a diameter equal to twice the minimum specified bend radius. Bending shall be accomplished within a period of not less than 8 s nor more than 12 s. Hoses of less than 25,4 mm nominal inside diameter shall be bent  $180^{\circ}$  over the mandrel and hoses of 25,4 mm nominal inside diameter and larger shall be bent  $90^{\circ}$  over the mandrel.

After bending, the test pieces shall be allowed to reach room temperature, then visually examined for cover cracks and subjected to the leakage test (see 9.3.4). There shall be no cover cracks or leakage.

### 9.4 *Oil depressurization*

All the hoses and the oil insulating tubes which are situated near or inside the insulating boom on the aerial devices and where the maximum height of the barometric column of oil (when all booms are fully extended) exceeds 11 m shall be equipped with devices which prevent depressurization leading to partial vacuum of oil pressure of 20 kPa and liable to produce electrical breakdowns. The test shall be carried out by simulating a reduction of the oil pressure (by opening a tap or cutting the pipes). When this is realized, the absolute pressure in the hoses or pipes at the top of the boom shall be more than 80 kPa.

NOTE - This pressure is generally measured with a differential manometer. The absolute pressure is obtained by the difference.

As an example, such a device could be a valve preventing gravity from drawing the oil out of the line, added to a vacuum relief valve. If such devices are used, the following test shall be carried out. These valves shall open to atmosphere when the absolute pressure inside the hoses or pipes normally containing oil in an evacuated area is below 80 kPa.

## 10 Facteurs mécaniques qui affectent l'utilisation d'un équipement élévateur pendant le travail sous tension

### 10.1 Flèche du bras

La flèche verticale est mesurée entre la nacelle et la tourelle basse ou son socle, et ne doit pas dépasser la valeur  $F_{MAX}$  donnée par la formule suivante:

$$F_{MAX} = 1 \% \text{ de la hauteur} + 5 \% \text{ de déport,}$$

à la charge utile des mâts de charge, le bras étant dans la configuration entraînant le maximum de flèche.

Quand la charge est supprimée, le bras doit reprendre sa position initiale à  $\pm 10$  mm (hauteur de la plateforme) et à 5 % de déport horizontal dans la position d'essai.

### 10.2 Effort horizontal sur la nacelle

La nacelle d'un équipement élévateur ne doit pas bouger de plus de 200 mm quand une force horizontale de 400 N par personne autorisée dans la nacelle est appliquée dans une quelconque direction.

### 10.3 Descente lente de la nacelle

Sous la charge utile, la descente lente de la nacelle ne doit pas dépasser 100 mm après 1 h dans la position la plus défavorable. La mesure est prise verticalement entre la nacelle et la tourelle basse ou son socle.

### 10.4 Angle d'inclinaison de la nacelle

On applique successivement la charge nominale de la nacelle à l'avant, à l'arrière, sur le côté droit et sur le côté gauche de la nacelle. L'angle  $\alpha$  ne doit pas dépasser 5° dans chacun des essais (voir figure E3 de l'annexe E).

### 10.5 Précision des commandes hautes

Il est recommandé que la précision des commandes de l'équipement élévateur soit telle que l'opérateur puisse atteindre sa position de travail doucement et sûrement. Partant d'une distance de 1 m, l'opérateur doit pouvoir positionner la nacelle à moins de 50 mm de sa zone de travail sans balancement ni avoir à réutiliser les commandes. Il est recommandé de procéder ainsi pour chacune des commandes hautes.

## 11 Détermination de l'inflammabilité des nacelles et doubles enveloppes

Cet essai est exécuté conformément à la CEI 707. Le matériau doit être au moins conforme à la catégorie FV2.

## 10 Mechanical factors that affect the use of a mobile unit during live working

### 10.1 Boom deflection

Vertical boom deflection is measured between the bucket and the base of the pedestal or pedestal support system, and shall not exceed the value  $F_{MAX}$  given by the following formula:

$$F_{MAX} = 1 \% \text{ of the height} + 5 \% \text{ of the outreach}$$

at the vertical rated load of the boom, the boom being in the position to reach maximum deflection.

When the load is removed, the boom shall come back to the initial position  $\pm 10$  mm (the platform height) and 5 % of the horizontal reach measured in the test position.

### 10.2 Horizontal bucket loading

The aerial device bucket shall not move more than 200 mm, when a horizontal force of any direction of 400 N is applied per person capacity of the bucket.

### 10.3 Bucket creep

At the rated load, the bucket creep shall not exceed 100 mm after 1 h in the most severe position. The measurement is made vertically between bucket and base of pedestal or pedestal support system.

### 10.4 Bucket tilt angle

The rated bucket load is successively applied to the front, back, right and left edges of the bucket. The angle  $\alpha$  shall not exceed  $5^\circ$  for any test (see Figure E3 of Appendix E).

### 10.5 Precision of upper controls at the bucket

The precision of the aerial device controls at the bucket should be such that the operator can approach his work area slowly and safely. Coming from a distance of 1 m, the operator should be able to position the bucket at less than 50 mm from the work area without tilting, or requiring a second use of the controls. This should be done for each of the upper controls.

## 11 Determination of the flammability for insulating buckets and liners

This test is carried out according to IEC 707. The material shall comply at least with category FV2.

## SECTION 4 - ESSAIS DE SÉRIE SUR PRÉLÈVEMENTS ET ESSAIS INDIVIDUELS DE SÉRIE

### 12 Essais (de série) sur prélèvements

Après accord entre le constructeur et le client, tous les essais de type décrits précédemment, ou seulement une partie d'entre eux, doivent être à nouveau effectués en tant qu'essais sur prélèvement. Ils doivent être effectués sous la responsabilité du constructeur qui doit en tenir les résultats à la disposition du client. L'effectif du lot est choisi d'un commun accord par le constructeur et le client.

### 13 Essais individuels de série

Le constructeur doit tenir à la disposition du client les résultats des essais. Dans le but de démontrer la conformité avec cette spécification, il doit prouver à l'acquéreur que les essais individuels de série ont été mis en application, avec succès, sur les matériels se conformant à:

- l'identité des matériels considérés avec ceux qui ont subi les essais de type;
- l'uniformité des matériels considérés.

NOTE - Le client peut demander un certificat prouvant que cela a été fait.

#### 13.1 *Contrôle visuel*

Chaque équipement élévateur doit être inspecté visuellement pour détecter la présence de défauts de fabrication.

#### 13.2 *Fonctionnement*

Chaque équipement élévateur doit être manoeuvré pour vérifier son fonctionnement correct et ses performances.

#### 13.3 *Essais diélectriques*

Les essais diélectriques décrits en 8.5, au tableau I, doivent être effectués sur chaque équipement élévateur. La tension doit être appliquée pour vérifier que l'équipement élévateur est conforme à 8.5 et que les composants employés sont compatibles avec les surtensions de manoeuvre.

#### 13.4 *Essais mécaniques*

Les essais mécaniques décrits dans le paragraphe 9.2 doivent être effectués sur chaque équipement élévateur.

## SECTION 4 - SAMPLING AND ROUTINE TESTS

### 12 Sampling tests

After agreement between the manufacturer and the customer, all the type tests described above, or only part of them, shall be carried out again as sampling tests. They shall be made under the responsibility of the manufacturer who shall make their results available to the customer. The sample size is chosen by agreement between the manufacturer and the customer.

### 13 Routine tests

The manufacturer shall make available to the customer the results of the tests. In order to show compliance with this specification, the manufacturer shall provide evidence to the customer that the routine tests have been carried out successfully on materials conforming to the following:

- conformity of the constituent materials to those which underwent the type tests;
- consistency of the constituent materials.

NOTE - The customer may request a certificate that this has been done.

#### 13.1 *Visual inspection*

Each aerial device shall be visually inspected to check for manufacturing defects.

#### 13.2 *Operation*

Each aerial device shall be operated to check for correct function and performance.

#### 13.3 *Dielectric tests*

The dielectric tests specified in Table I of 8.5 shall be carried out on each aerial device. The voltage shall be applied to determine that the aerial device complies with 8.5 and that the components, as employed, are suitable for switching surge.

#### 13.4 *Mechanical tests*

The mechanical tests specified in subclause 9.2 shall be carried out on each aerial device.

### 13.5 *Essai par la méthode de l'émission acoustique*

Après accord entre le client et le constructeur, l'essai par émission acoustique est effectué sur l'équipement élévateur, en particulier sur les parties en plastique renforcées de fibres lorsque l'engin est neuf et avant utilisation pour établir les données qui seront prises comme références permanentes pour contrôler la performance de ces différentes parties. Cette méthode fournit un moyen de vérifier les défauts de vieillissement et de détecter les endroits présentant une anomalie (voir annexe L).

#### NOTES

- 1 Bien qu'actuellement l'essai soit considéré comme applicable en priorité à la partie isolante des bras neufs, il est aussi très utile pour détecter les défauts mécaniques dans toutes les parties de l'engin élévateur.
- 2 Des modifications pour inclure des valeurs et des données acceptables plus détaillées, et des techniques pour établir des périodes de vieillissement sont expliquées dans l'annexe L.

### 13.6 *Détermination de la stabilité de l'engin*

La stabilité de l'équipement élévateur doit être déterminée en utilisant l'ISO 4305 et l'ISO 4302. Pour l'évaluation des charges, celles qui sont indiquées en 9.2 plus celles qui sont dues aux personnes pendant les opérations de travail (voir 10.1) doivent toutes être prises en compte simultanément, en plus de celles qui sont dues au vent.

La valeur de service de la vitesse du vent doit être notée sur la plaque signalétique du constructeur et incluse dans tous les documents de l'équipement élévateur.

## SECTION 5 - CLAUSES SPÉCIALES

### 14 **Marquage**

Chaque équipement élévateur doit porter au moins le marquage spécifié en figure F1 de l'annexe F. Le nombre de nacelles pour lequel l'engin élévateur est conçu et essayé doit être spécifié de même que la vitesse nominale du vent. Le marquage ne doit pas nuire aux qualités des parties isolantes.

### 15 **Modifications**

Avant de modifier une quelconque des caractéristiques pendant la réalisation d'une commande, le constructeur doit obtenir l'accord du client. Il est recommandé que toute modification faite par le client sur un équipement élévateur réceptionné soit approuvée par le constructeur.

Certaines modifications peuvent exiger de nouveaux essais de type, dans leur totalité ou en partie, suivant le degré des modifications.

### 16 **Essais de réception**

Voir l'article 2, et l'annexe G pour des indications supplémentaires.

### 13.5 *Acoustic emission test method*

Upon agreement between the customer and the manufacturer, acoustic emission testing shall be performed on the aerial device, in particular on the fibre reinforced plastic components, when new and before use, to establish the data needed as a permanent reference to monitor the performance of these components. This method provides a means to check ageing and point out anomalies (see Appendix L).

#### NOTES

- 1 Although the test is considered to be primarily applicable to the insulating portion of new booms at this time, it is very useful for detecting mechanical defects in all aerial device components.
- 2 Modifications to include more detailed acceptable values and data, and techniques for establishing ageing periods are under consideration in relation to Appendix L.

### 13.6 *Determination of device stability*

Aerial device stability shall be determined using ISO 4305 and ISO 4302. In making the loading evaluation, the loads indicated in 9.2, plus those of personnel during work operations (see 10.1), shall all be simultaneously taken into consideration, in addition to wind.

The rated value of the in-service wind speed shall be noted on the nameplate and included in all aerial device documents.

## SECTION 5 - SPECIAL CLAUSES

### 14 **Marking**

Each aerial device shall carry at least the marking specified in Figure F1 of Appendix F. The number of buckets that the aerial device is rated and tested for shall be specified, as well as the rated wind speed. The marking shall not affect the performance of insulating parts.

### 15 **Modifications**

Before carrying out any modification of any characteristics, during the manufacture of an order, the manufacturer shall obtain the agreement of the customer. Any modifications made by the customer on an accepted aerial device should be approved by the manufacturer.

Modifications may require new type tests, in whole or in part, according to the extent of the modifications.

### 16 **Acceptance tests**

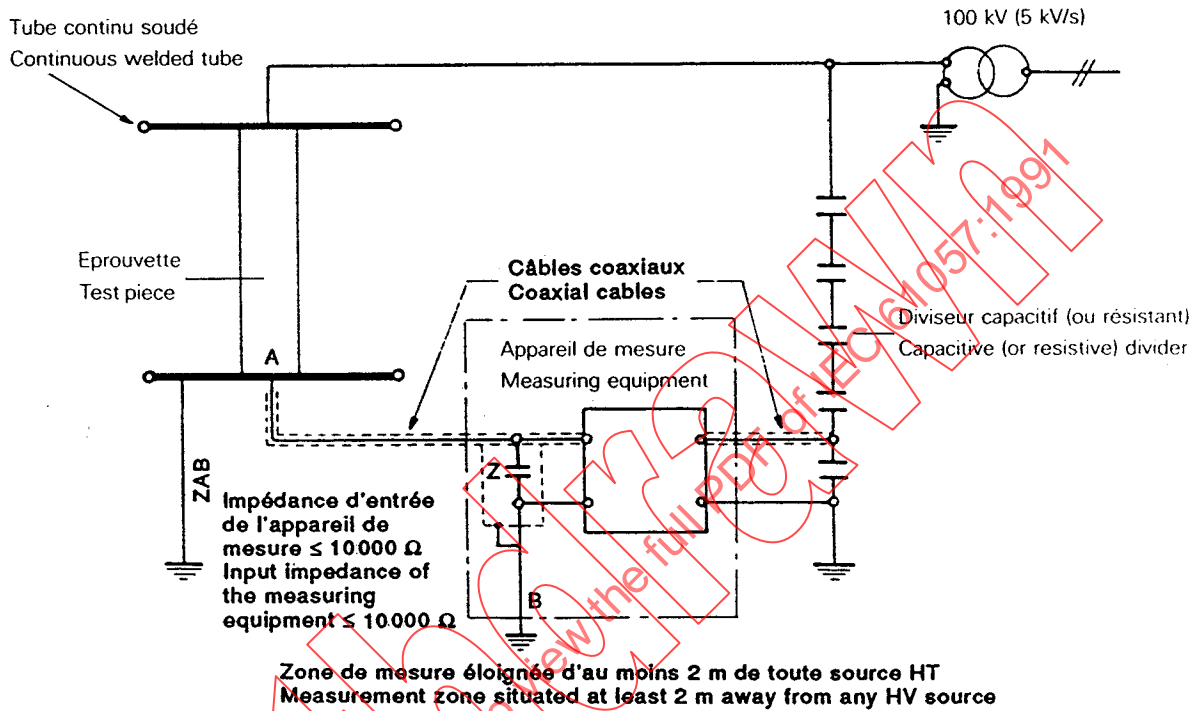
See Clause 2 and Appendix G for supplementary guidance.

**ANNEXE A**  
(normative)

**Essais électriques avant  
et après conditionnement humide**

**APPENDIX A**  
(normative)

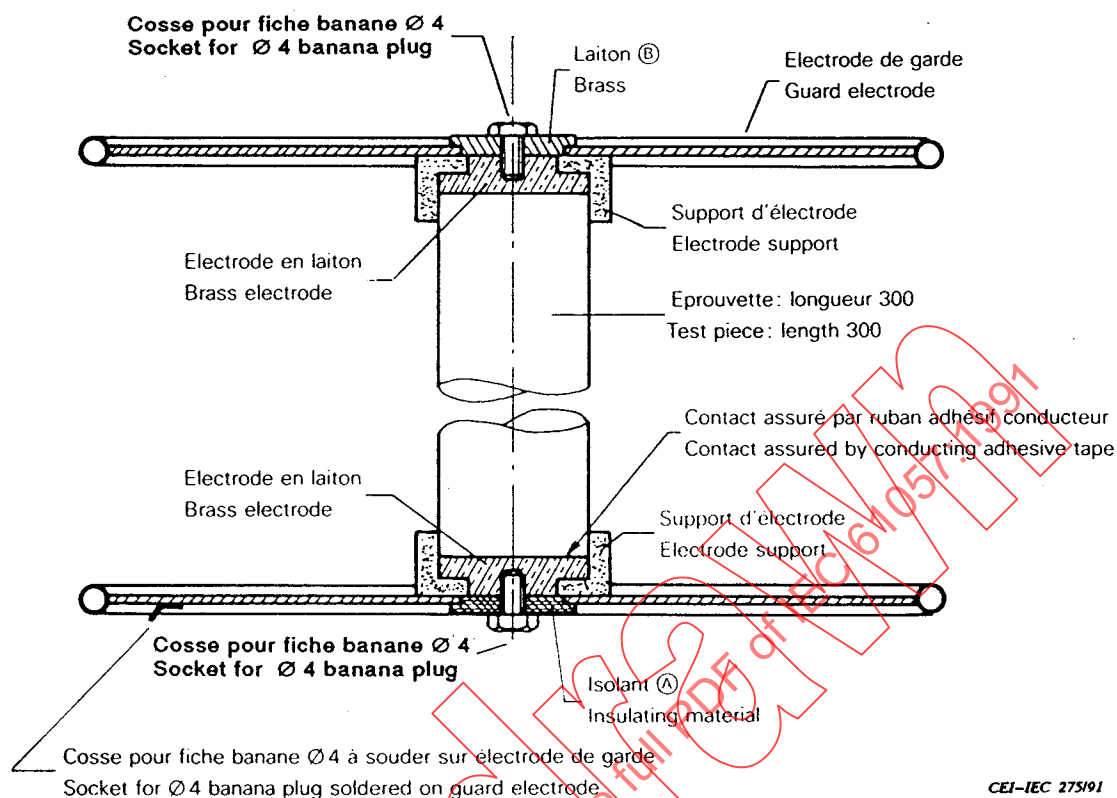
**Electrical tests before and  
after exposure to humidity**



CEI-IEC 274/91

**Figure A1 - Montage d'essai**

**Test arrangement**



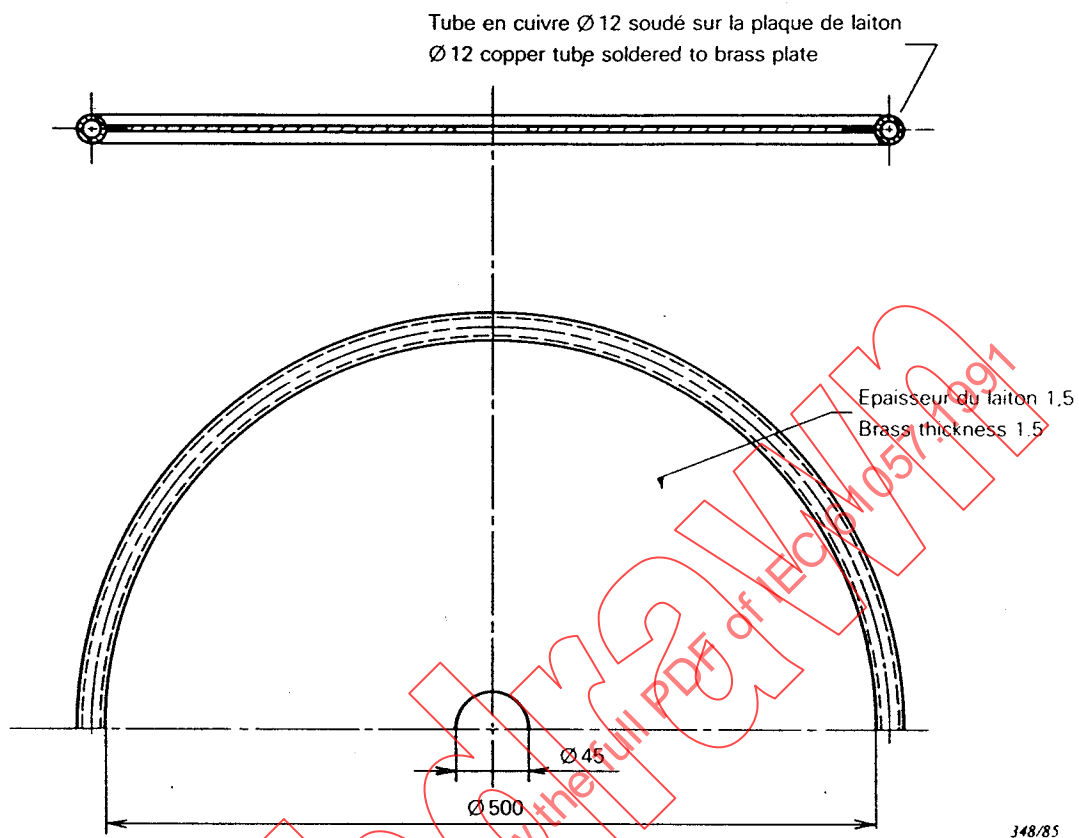
CEI-IEC 275191

Dimensions en millimètres

Dimensions in millimetres

Figure A2 - Schéma de montage (normatif)

Assembly diagram (normatif)

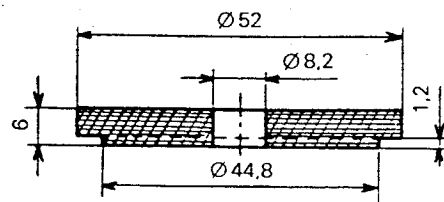


Dimensions en millimètres

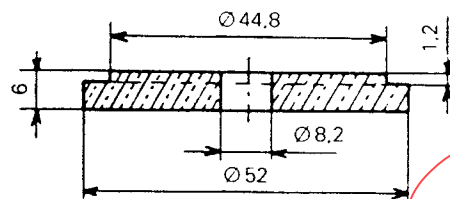
Dimensions in millimetres

Figure A3 - Plan d'exécution des électrodes de garde (deux exemplaires requis)

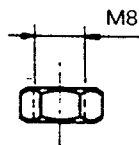
Constructional drawing for guard electrodes (two required)



Isolant (A)  
Insulating material



Laiton (B)  
Brass



2 écrous M8 en laiton  
pour tiges  
2 x M8 brass nuts for  
rods



2 vis M8-10 laiton  
percées à Ø 4 pour tubes  
2 x M8-10 brass screws  
with Ø 4 holes for tubes

349/85

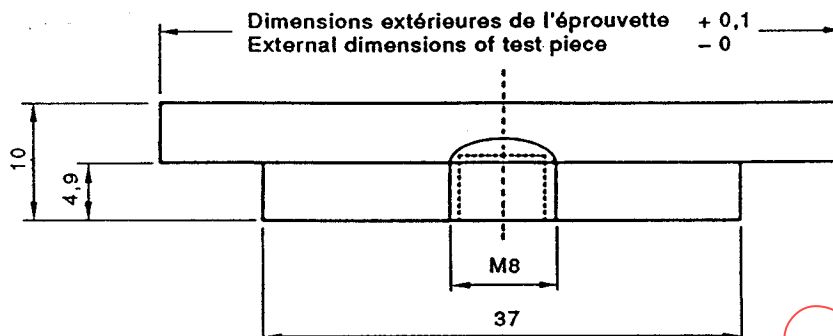
Dimensions en millimètres

Dimensions in millimetres

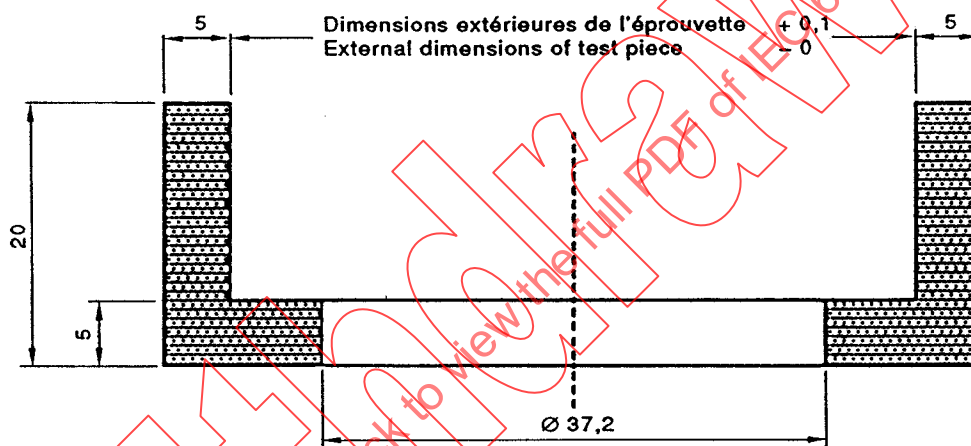
Figure A4 - Plan d'exécution des accessoires pour électrodes  
de garde - Pièces (A) et (B)

Constructional drawing for guard electrodes -  
Parts (A) and (B)

2 électrodes en laiton  
2 brass electrodes



2 supports isolants  
2 insulating supports



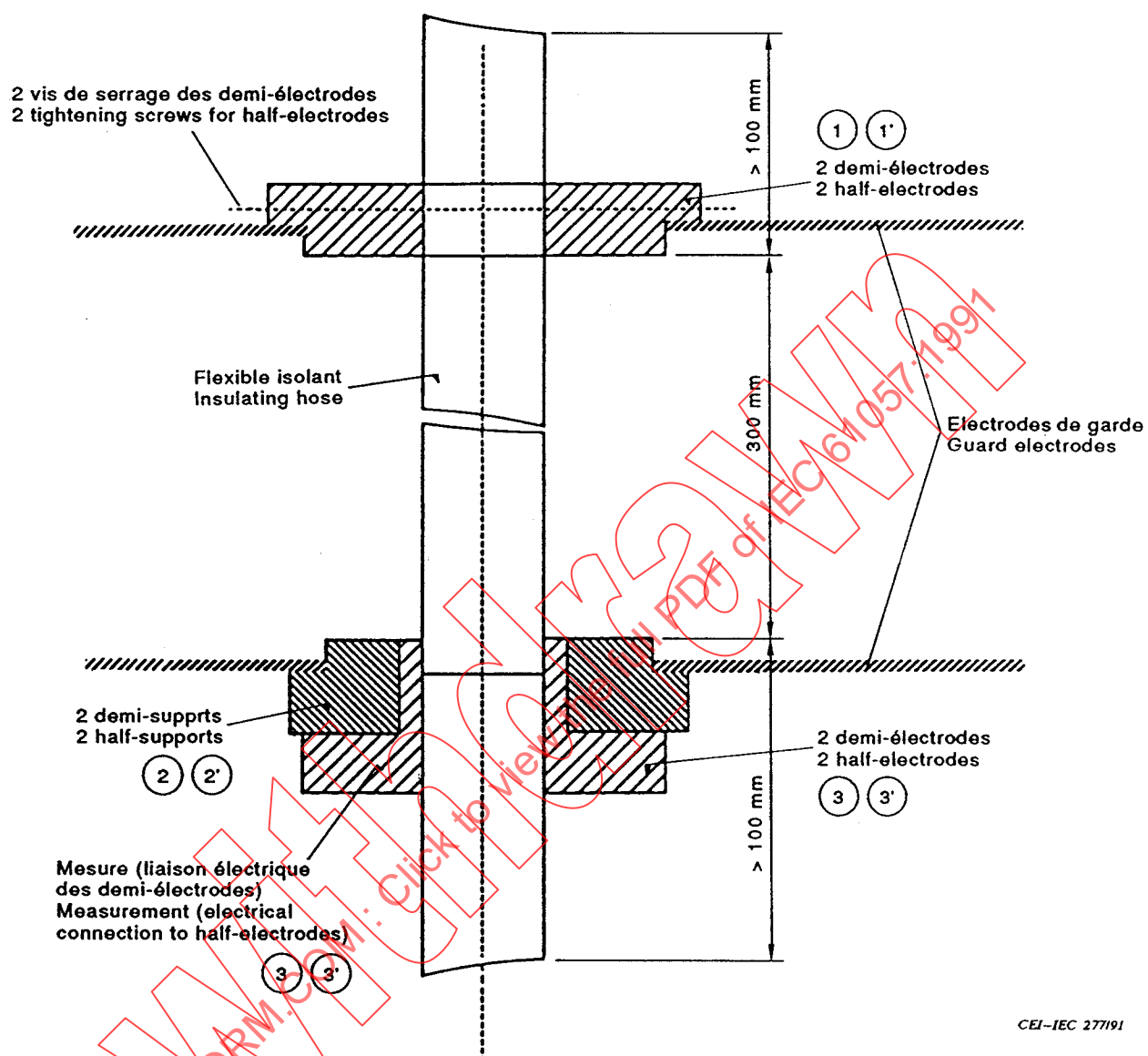
CEI-IEC 27691

Dimensions en millimètres

Dimensions in millimetres

Figure A5 - Plan d'exécution des accessoires pour électrodes de garde  
selon la section des éprouvettes

Constructional drawing for guard electrode parts according to  
test piece section

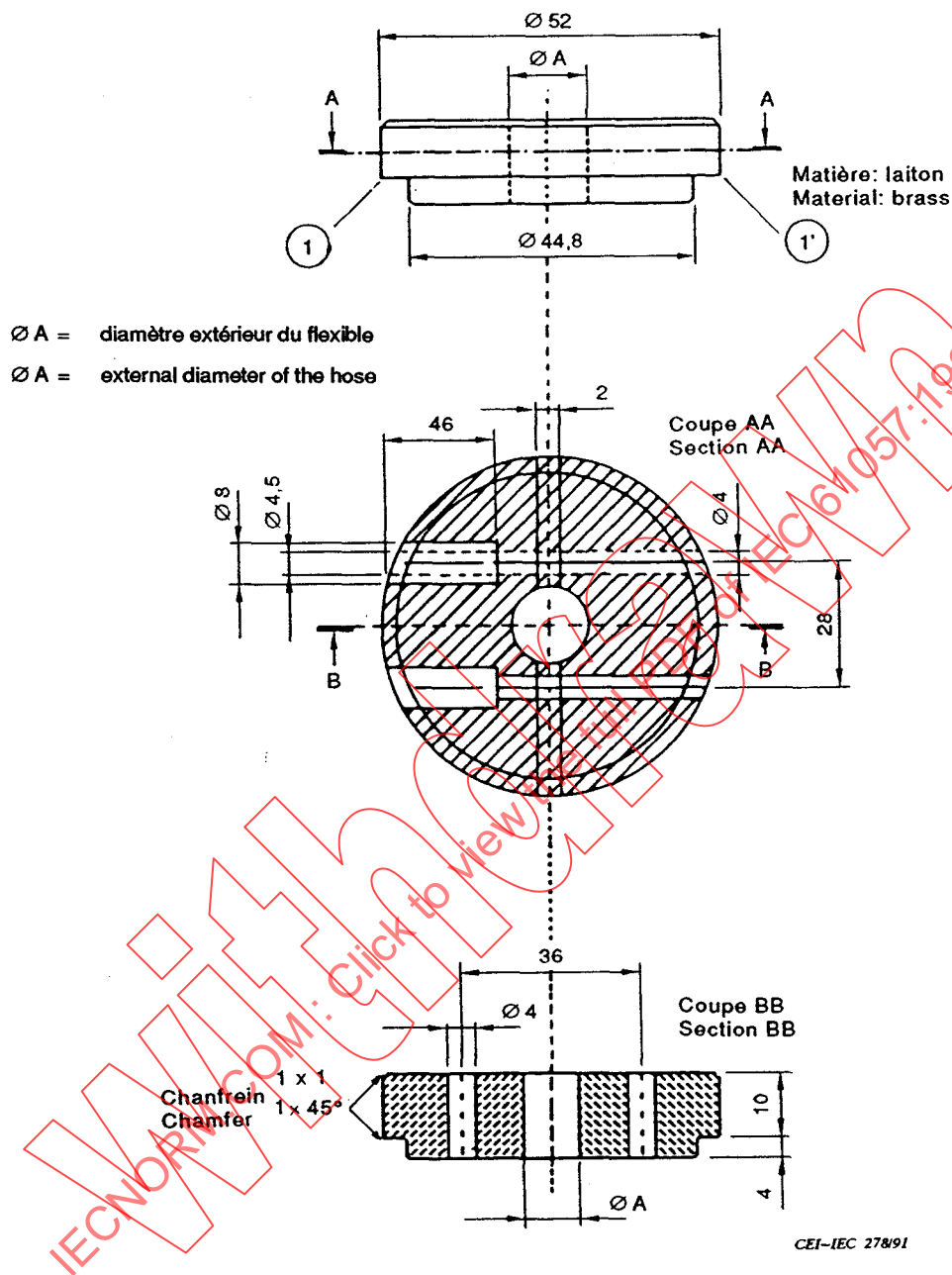


La définition des éléments 1 - 1', 2 - 2', 3 - 3' est donnée en figure A7.

The definition of the elements 1 - 1', 2 - 2', 3 - 3' is given in Figure A7.

Figure A6 - Schéma de montage pour flexibles isolants

Assembly diagram for insulating hoses

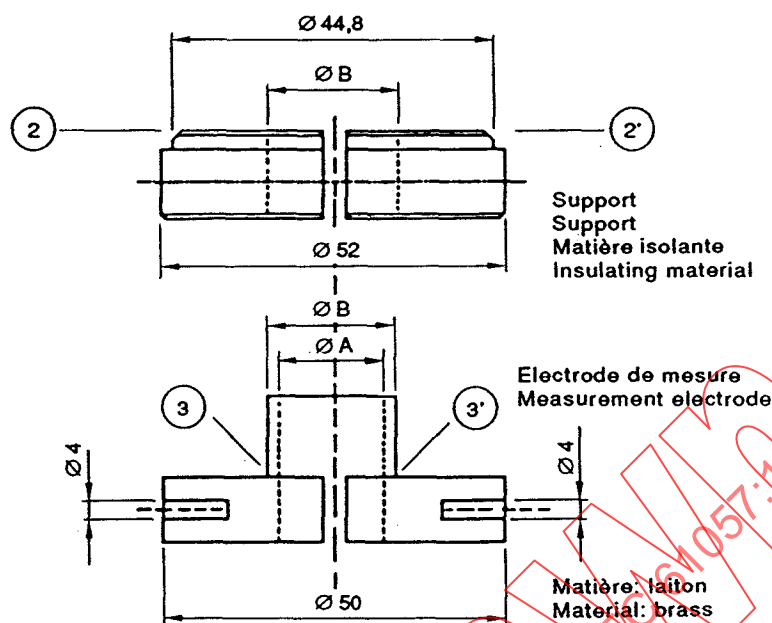


Dimensions en millimètres

Dimensions in millimetres

Figure A7a - Plan d'exécution des accessoires pour électrodes de garde pour flexibles - Pièces 1 et 1'

Constructional drawing for guard electrodes accessories for hoses - Parts 1 and 1'



Ø A = diamètre extérieur du conduit flexible

Ø A = external diameter of the hose

Ø B = Ø A + 6

Le système de liaison entre les pièces 2 et 2' est identique à celui des pièces 1 et 1' décrites en figure A7a.

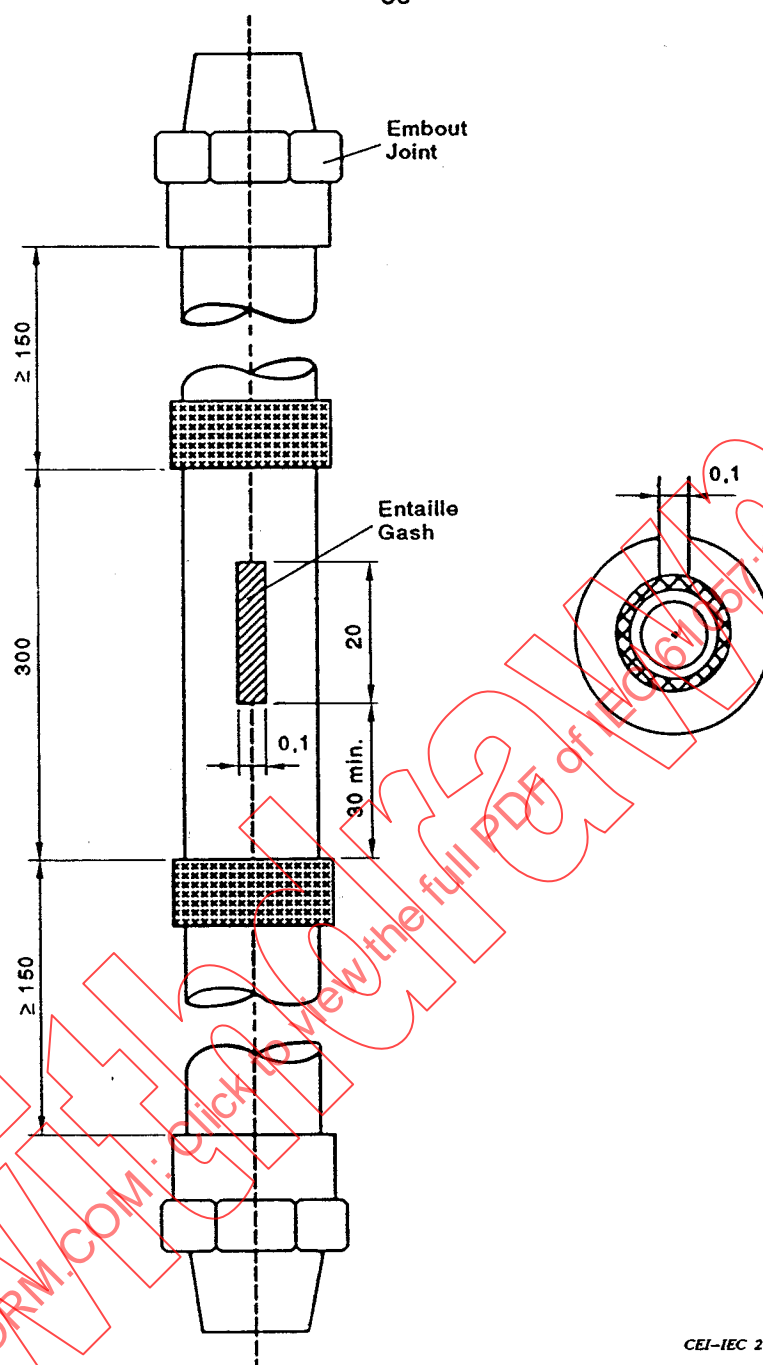
The linking device between parts 2 and 2' is identical with the device between parts 1 and 1' described in Figure A7a.

Dimensions en millimètres

Dimensions in millimetres

Figure A7b - Plan d'exécution des accessoires pour électrodes de garde pour flexibles - Pièces 2 - 2' et 3 - 3'

Constructional drawing of guard electrodes accessories for hoses - Parts 2 - 2' and 3 - 3'



CEI-IEC 280/91

Dimensions en millimètres

Dimensions in millimetres

Figure A8 - Préparation de l'éprouvette pour essai après entaille superficielle

Preparation of specimen for test after the infliction of a gash

**ANNEXE B**  
 (normative)

**Essai diélectrique sous pluie**
**APPENDIX B**  
 (normative)

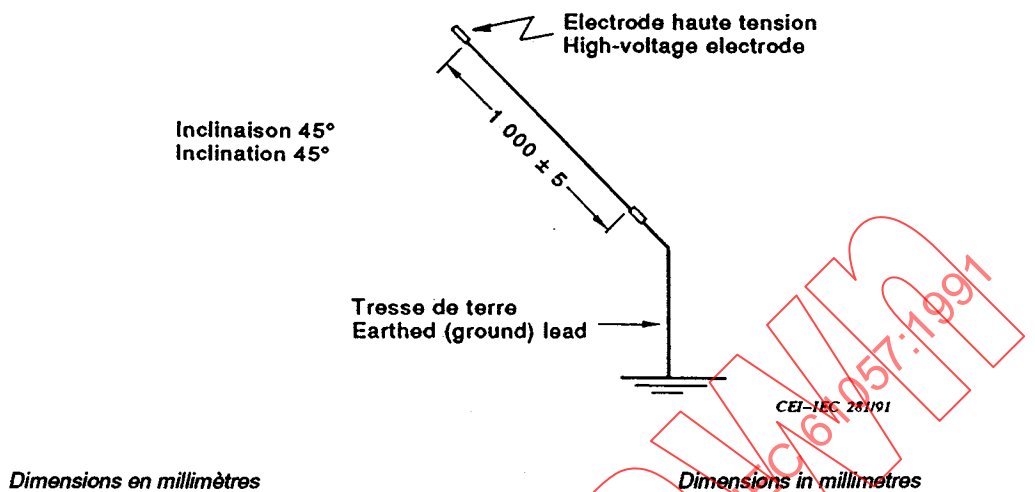
**Dielectric wet test**


Figure B1 - Exemple type de montage d'essai

Typical test arrangement

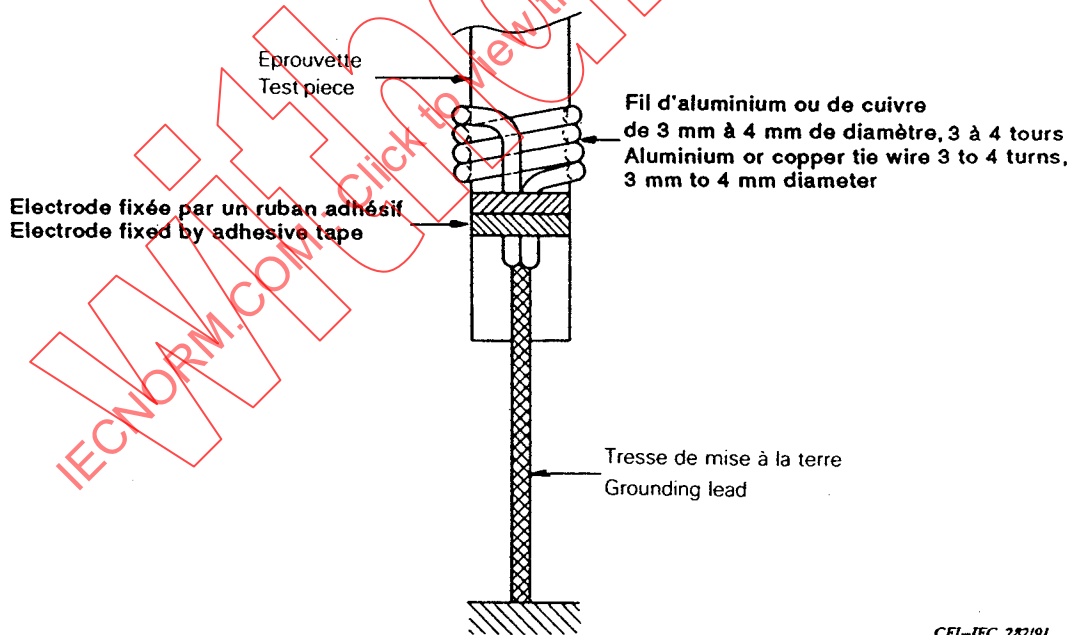


Figure B2 - Détails de la disposition de l'électrode

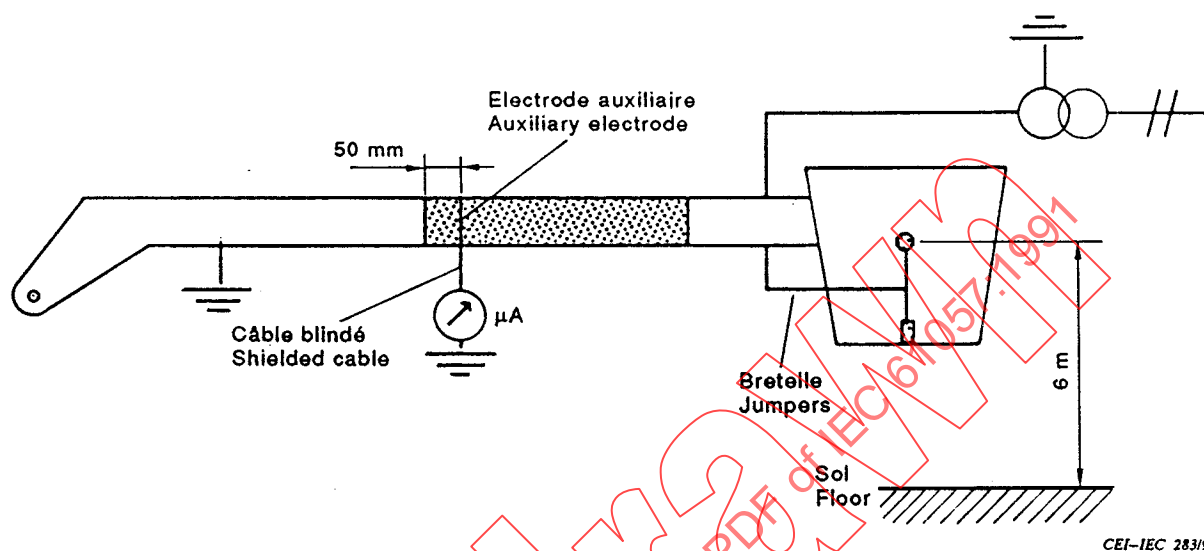
Details of electrode arrangement

**ANNEXE C**  
(normative)

**Essais électriques des engins  
élévateurs**

**APPENDIX C**  
(normative)

**Electrical tests for aerial  
devices**



Les extrémités inférieures métalliques des flexibles  
(si elles existent) doivent être reconnectées à l'électrode  
auxiliaire.

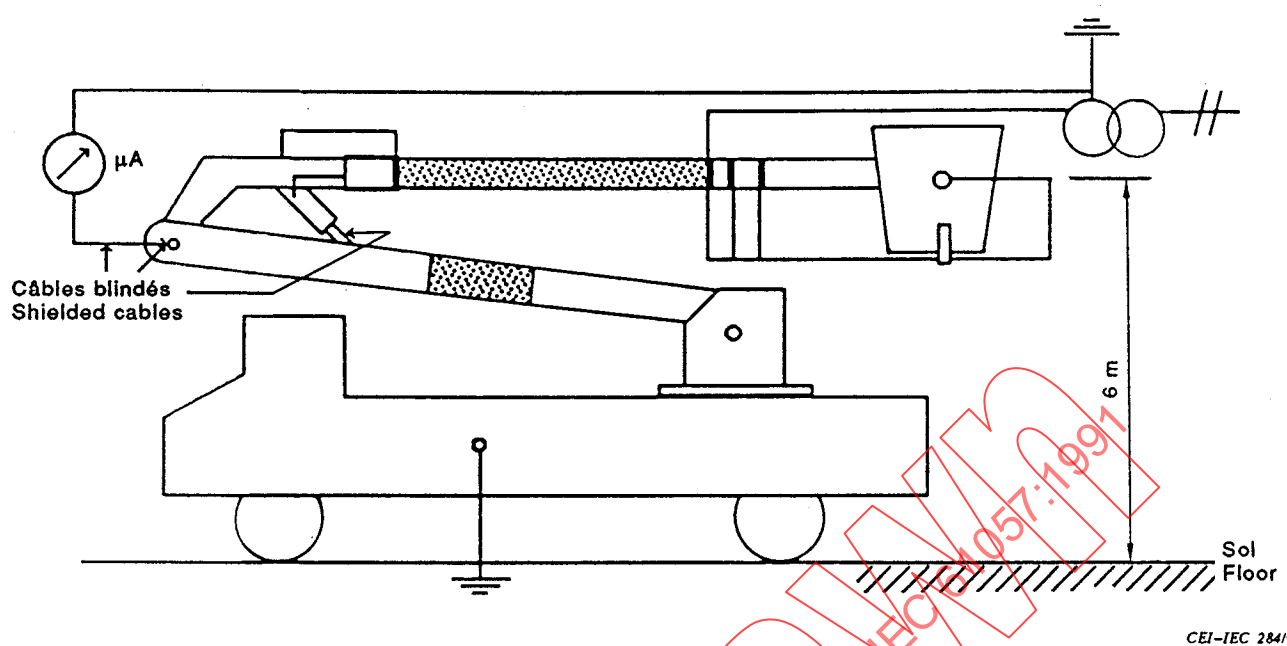
Si la tension assignée de l'équipement élévateur  
dépasse 200 kV, le bras doit être levé à sa hauteur verticale  
maximale.

The metal lower ends of the hoses (if any)  
shall be reconnected to the auxiliary electrode.

If the rated voltage of the aerial device is more than  
200 kV, the boom shall be extended to its  
maximum vertical height.

**Figure C1 - Equipement élévateur sans insert isolant sur bras inférieur**

**Aerial device with lower boom without insulating insert**



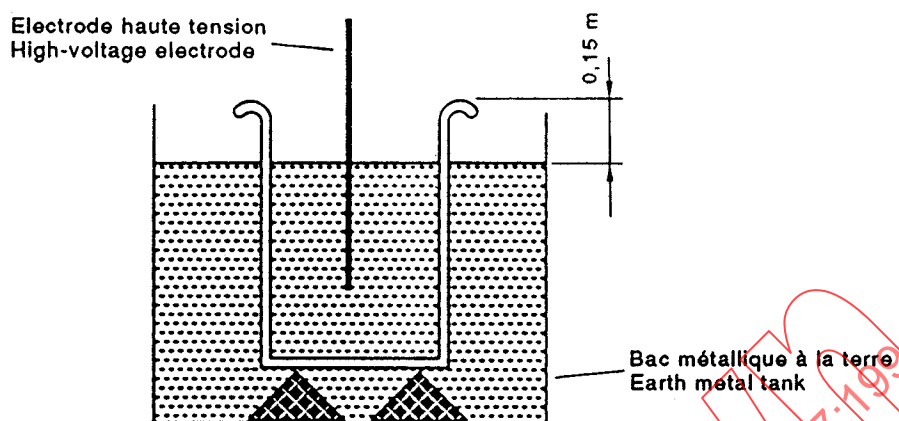
CEI-IEC 284/91

Si la tension assignée de l'équipement élévateur dépasse 200 kV, le bras doit être sorti à sa hauteur verticale maximale.

If the rated voltage of the aerial device is more than 200 kV, the boom shall be extended to its maximum vertical height.

Figure C2 - Equipement élévateur avec insert isolant sur bras inférieur

Aerial device with lower boom with insulating insert



CEI-IEC 285/91

Figure C3 - Essai de perforation de nacelle et double enveloppe isolante

Puncture test on insulating bucket or liner

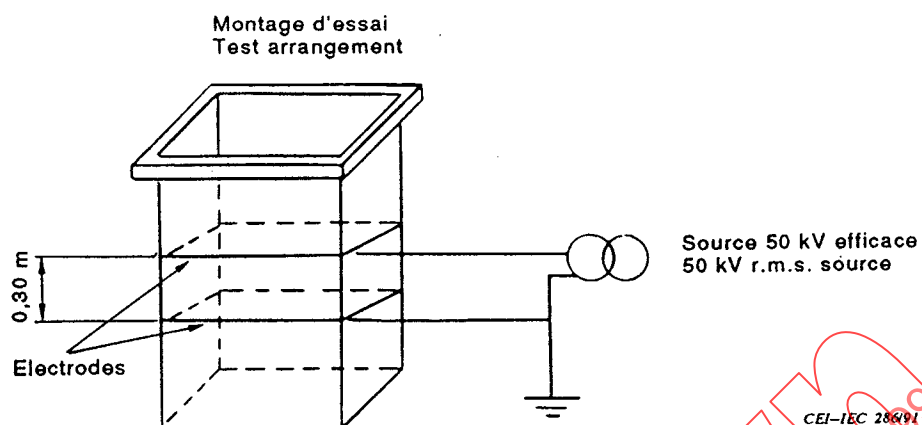
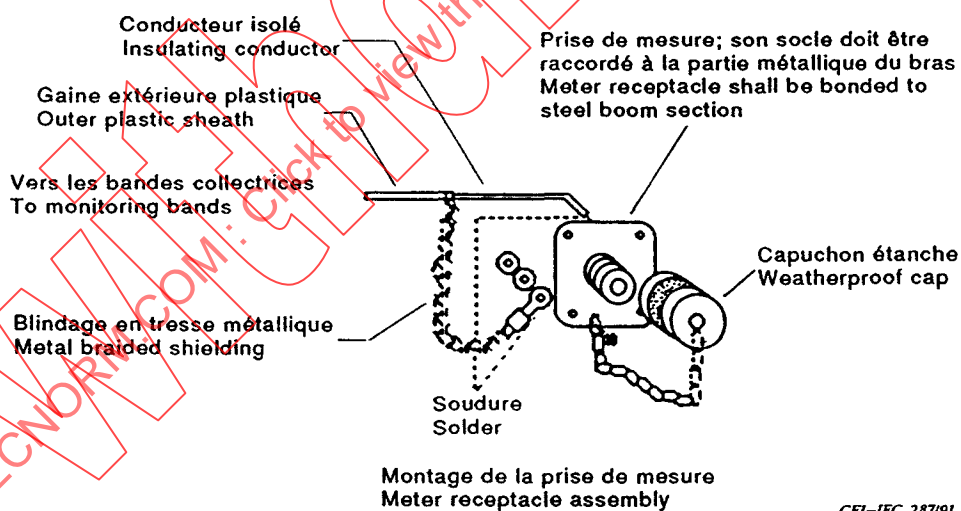
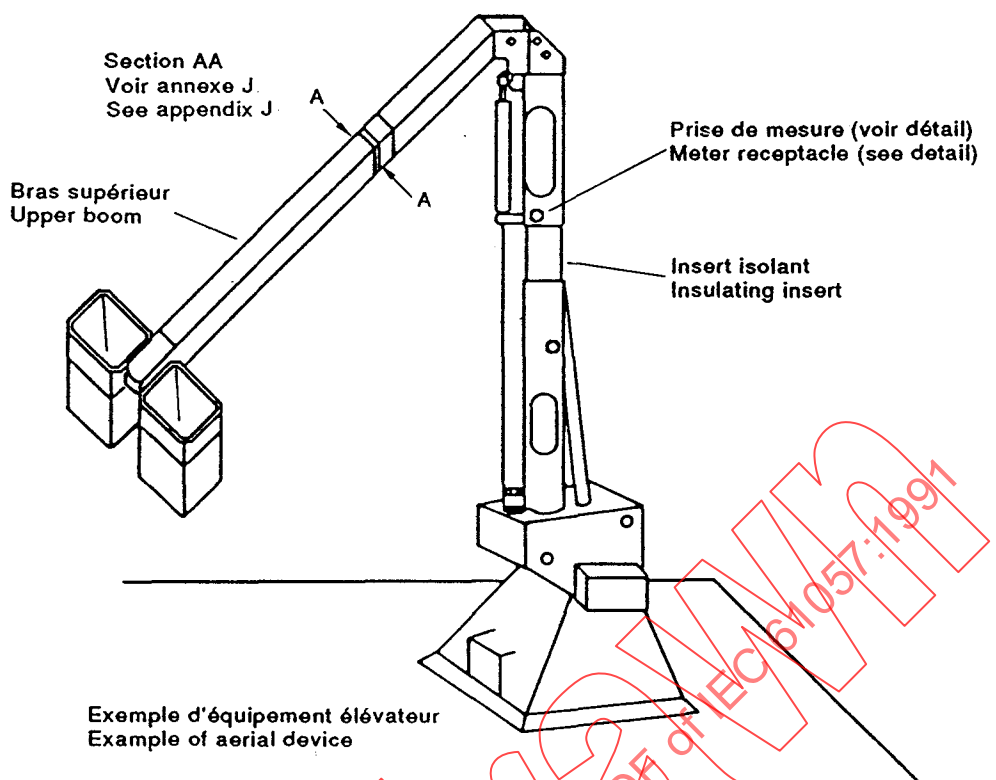


Figure C4 - Essai superficiel de nacelle et double enveloppe

Surface test on insulating bucket or liner



CEI-IEC 287/91

Figure C5 - Exemple de système contrôleur de courant de fuite

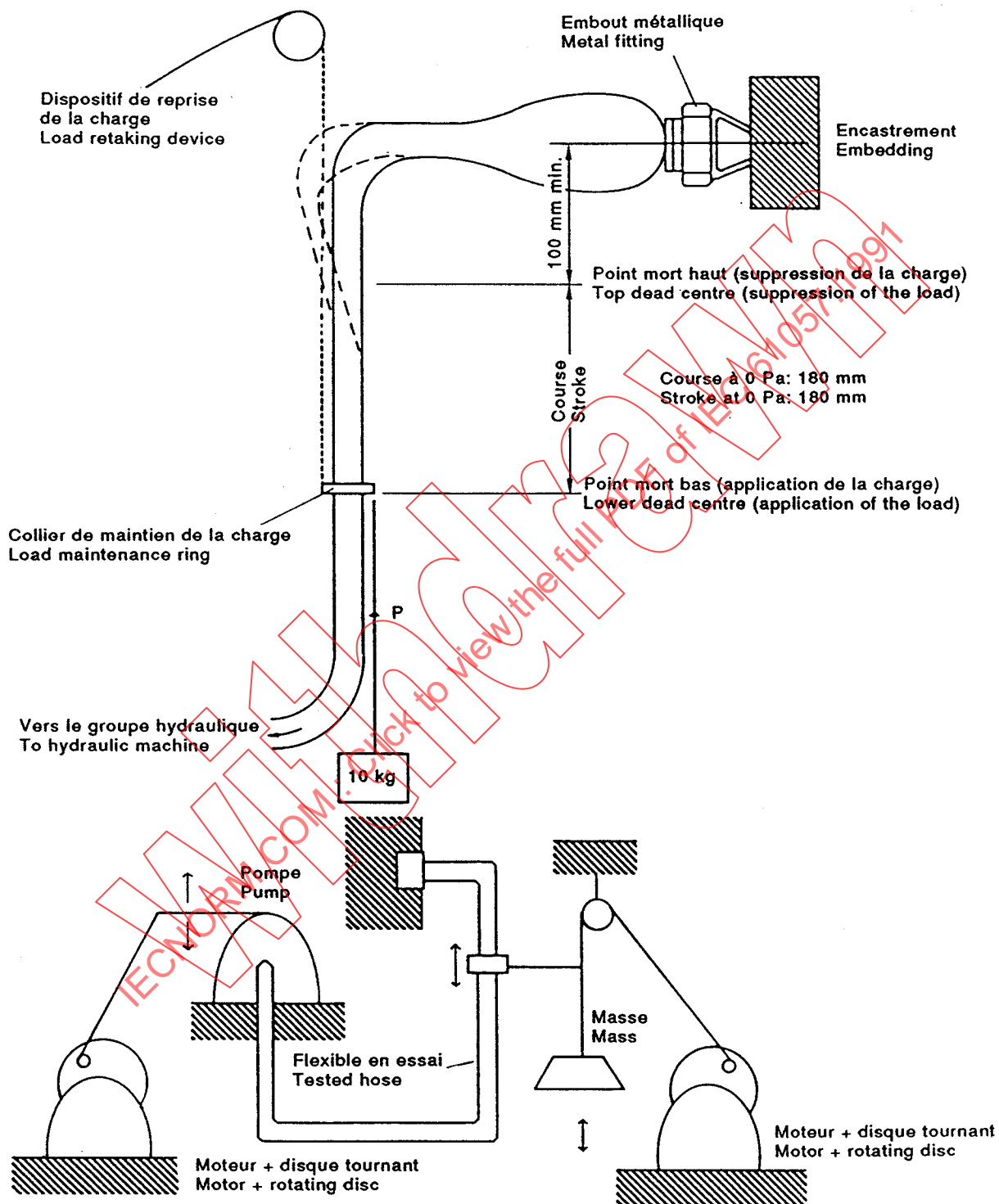
Example of boom current leakage monitoring system

# ANNEXE D (normative)

# APPENDIX D (normative)

## Essai de fatigue des flexibles isolants

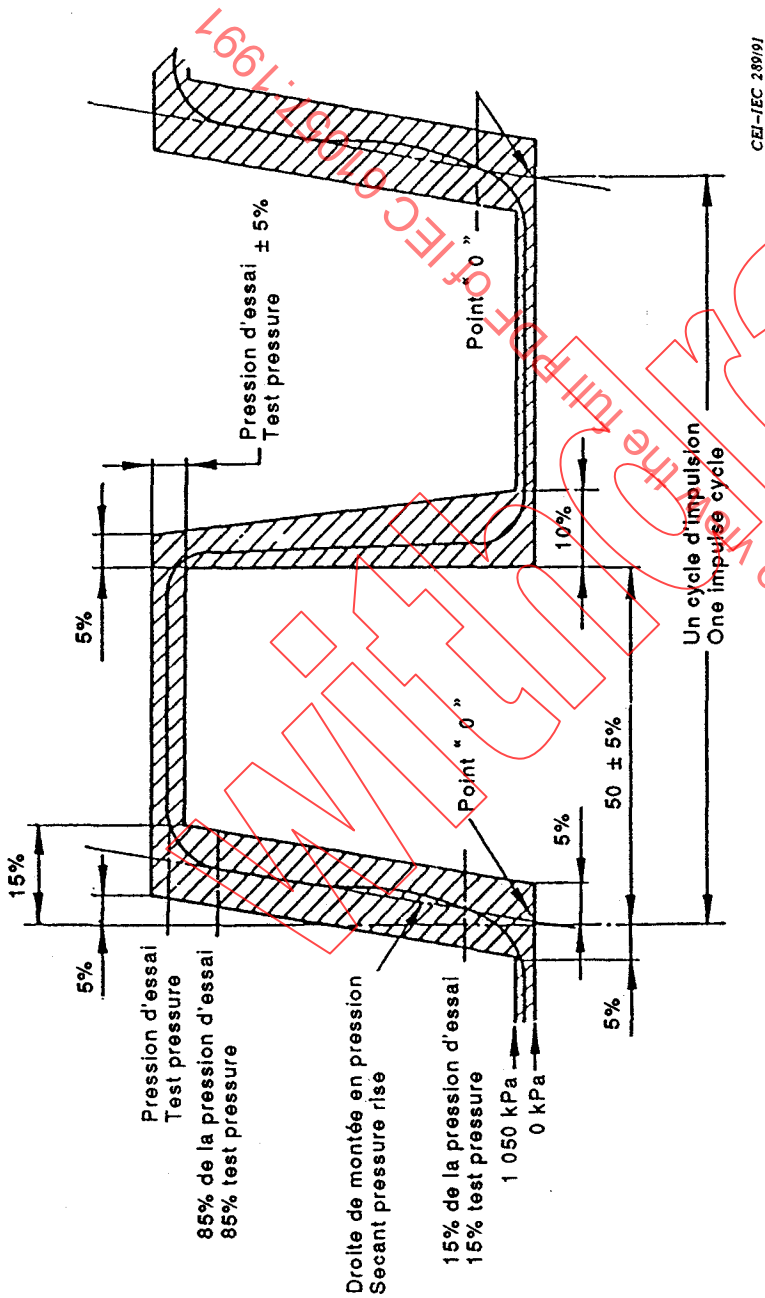
## Fatigue test of insulating hoses



CEI-IEC 288/91

Figure D1 - Appareillage d'essai

Testing device



**Droite de montée en pression -**  
La ligne droite passant par les deux points sur la courbe de montée en pression: un point à 15 % de la pression d'essai et l'autre à 85 % de la pression d'essai.

**Secant pressure rise -**  
The straight line drawn through two points on the pressure rise curve: one point at 15 % of the test pressure and the other at 85 % of the test pressure.

**Point «0» -** L'intersection de la droite de montée en pression avec la pression nulle.

**Point «0'» -** The intersection of the secant pressure rise with 0 pressure.

**Vitesse de montée en pression -**  
La pente de la droite de montée en pression exprimée en kPa par seconde.

**Pressure rise rate -** The slope of the secant pressure rise expressed in kPa per second.

Figure D2 - Essai à la pulsation de flexibles isolants

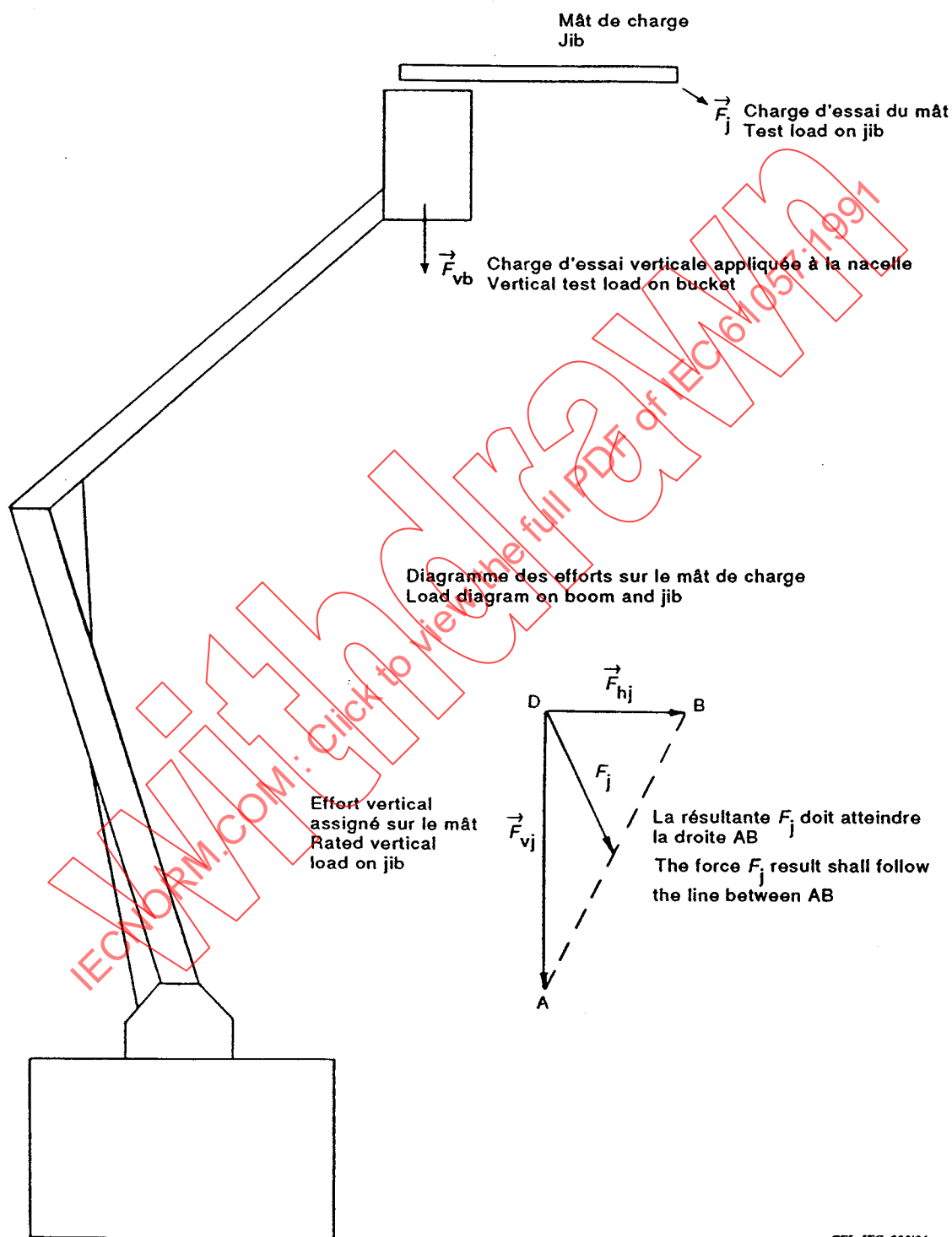
Pressure impulse cycle on insulating hose

## ANNEXE E

## Essai de surcharge

## APPENDIX E

## Overload test



CEI-IEC 290/91

Figure E1 - Essai de surcharge du bras et du mât de charge

Overload test on boom and jib

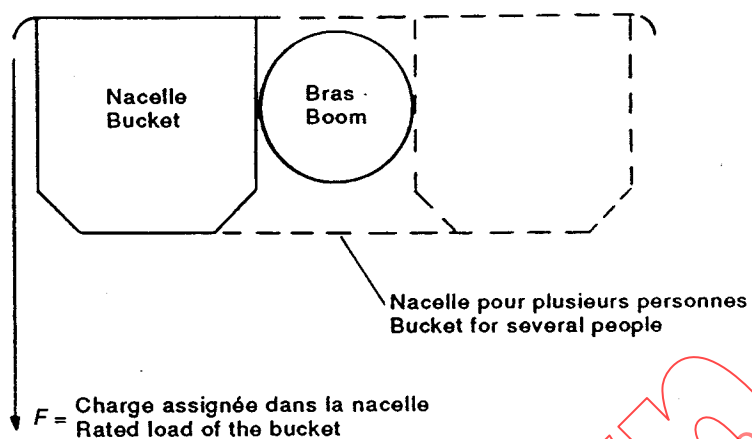


Figure E2 - Essai de torsion sur bras avec nacelle(s)

Torsion test on boom with bucket(s)

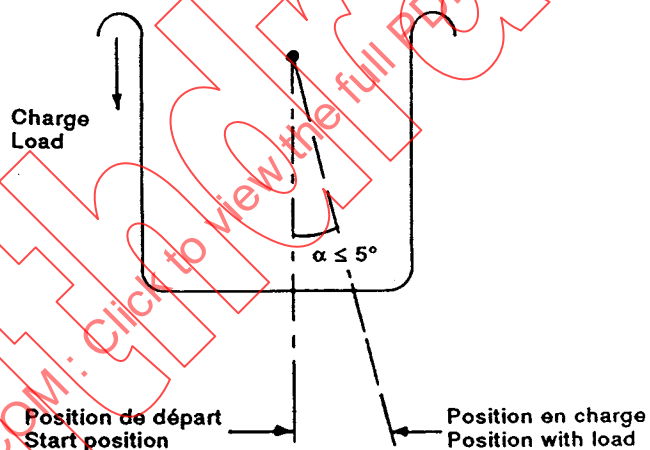


Figure E3 - Angle d'inclinaison de la nacelle

Bucket tilt angle

**ANNEXE F**  
 (normative)

**APPENDIX F**  
 (normative)

**Marquage**
**Marking**

Type : \_\_\_\_\_ N° de série : \_\_\_\_\_  
 Type: \_\_\_\_\_ Serial No. : \_\_\_\_\_

Hauteur de la plate-forme: \_\_\_\_\_ Tension assignée : \_\_\_\_\_  
 Platform height : \_\_\_\_\_ Rated voltage : \_\_\_\_\_

**CHARGES UTILES**

Cet équipement élévateur est conforme aux exigences de la Publication 1057 de la CEI.

**CAPACITY RATING**

This aerial device complies with the requirements of IEC Publication 1057.

Sur sol plat et dur, ses caractéristiques sont:  
 On a firm and level surface its capacity is:

\_\_\_\_\_ N par nacelle  
 \_\_\_\_\_ N per bucket  
 \_\_\_\_\_ N par mât de charge (vertical et horizontal)  
 \_\_\_\_\_ N per jib (vertical and horizontal)  
 \_\_\_\_\_ N total (ensemble nacelles et mâts de charge)  
 \_\_\_\_\_ N total (both buckets and jibs)

Date de réception : \_\_\_\_\_  
 Date of acceptance : \_\_\_\_\_

PRESSION HYDRAULIQUE DE L'ENGIN ÉLEVATEUR : \_\_\_\_\_ MPa  
 AERIAL DEVICE SYSTEM PRESSURE : \_\_\_\_\_

CONSTRUCTEUR DE L'ÉQUIPEMENT ÉLEVATEUR : \_\_\_\_\_ VILLE, DÉPARTEMENT, PAYS : \_\_\_\_\_  
 AERIAL DEVICE MANUFACTURING C° : \_\_\_\_\_ CITY, STATE, COUNTRY : \_\_\_\_\_

Montage par : \_\_\_\_\_  
 Installed by : \_\_\_\_\_

Figure F1 - Marquage

Marking

## **ANNEXE G** **(informative)**

### **Essais de réception**

Comme le VEI 151-04-20 le définit, un essai de réception est un essai contractuel ayant pour objet de prouver au client que le dispositif répond à certaines conditions de sa spécification. Ces essais peuvent être effectués sur chaque unité (essais individuels de série) ou sur seulement quelques échantillons (essais sur prélèvement).

Si le client indique dans sa spécification que le dispositif ne doit répondre qu'à la spécification CEI, les essais de réception (essais individuels de série et essais sur prélèvement) ne doivent comporter que ceux qui sont indiqués dans cette spécification.

Le client peut cependant, s'il le désire, demander des essais complémentaires ou modifier l'importance du prélèvement, mais il doit alors le préciser clairement dans sa spécification.

Le client peut désirer assister aux essais, y envoyer un témoin, ou simplement faire confiance aux essais effectués par le constructeur. Il peut également spécifier que les essais doivent être effectués dans un laboratoire indépendant de son choix ou même dans ses propres laboratoires.

Enfin, le client peut demander des essais complémentaires ou augmenter l'importance des prélèvements quand il s'adresse à un nouveau constructeur, soit parce qu'il a déjà eu des problèmes avec un constructeur particulier, soit parce que son achat se rapporte à un nouveau produit ou à un nouveau procédé de fabrication.

IECNORM.COM: Click to view the PDF file  
WITNESS PDF 01/04/2019 10:57

## APPENDIX G (informative)

### Acceptance tests

As defined in IEC 151-04-20, an acceptance test is a contractual test to prove to the customer that the device meets certain conditions of its specification. These tests may be carried out on every unit (routine test) or on a sampling of the units (sampling tests).

If a customer indicated in his specification that the device shall meet the IEC specification only, the acceptance tests are those (both routine and sampling) which are specified in this specification.

The customer may, however, if he wishes, ask for additional tests or modify the sampling size but shall include this in his own specification.

The customer may wish to witness the tests, have someone witness them or simply accept the results of the tests as carried out by the manufacturer. He may also specify that the tests be carried out in an independent laboratory of his choice or even in his own laboratory.

Further, the customer may specify additional tests or larger sample sizes when he is purchasing from a new manufacturer because he has experienced problems with a particular manufacturer, or he is purchasing a new product or a new design.

IECNORM.COM: Click to view the full PDF document 1057:1991