

**NORME
INTERNATIONALE
INTERNATIONAL
STANDARD**

**CEI
IEC
895**

Première édition
First edition
1987

**Vêtements conducteurs pour travaux sous tension
jusqu'à 800 kV de tension nominale en courant
alternatif**

**Conductive clothing for live working
at a nominal voltage up to 800 kV a.c.**



Numéro de référence
Reference number
CEI/IEC 895: 1987

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 auprès du Bureau Central de la CEI.

Les renseignements relatifs à ces révisions, à l'établissement des éditions révisées et aux amendements peuvent être obtenus auprès des Comités nationaux de la CEI et dans les documents ci-dessous:

- **Bulletin de la CEI**
- **Annuaire de la CEI**
Publié annuellement
- **Catalogue des publications de la CEI**
Publié annuellement et mis à jour régulièrement

Terminologie

En ce qui concerne la terminologie générale, le lecteur se reportera à la CEI 50: *Vocabulaire Electrotechnique International* (VEI), qui se présente sous forme de chapitres séparés traitant chacun d'un sujet défini. Des détails complets sur le VEI peuvent être obtenus sur demande. Voir également le dictionnaire multilingue de la CEI.

Les termes et définitions figurant dans la présente publication ont été soit tirés du VEI, soit spécifiquement approuvés aux fins de cette publication.

Symboles graphiques et littéraux

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

- la CEI 27: *Symboles littéraux à utiliser en électro-technique;*
- la CEI 417: *Symboles graphiques utilisables sur le matériel. Index, relevé et compilation des feuilles individuelles;*
- la CEI 617: *Symboles graphiques pour schémas;*

et pour les appareils électromédicaux,

- la CEI 878: *Symboles graphiques pour équipements électriques en pratique médicale.*

Les symboles et signes contenus dans la présente publication ont été soit tirés de la CEI 27, de la CEI 417, de la CEI 617 et/ou de la CEI 878, soit spécifiquement approuvés aux fins de cette publication.

Publications de la CEI établies par le même comité d'études

L'attention du lecteur est attirée sur les listes figurant à la fin de cette publication, qui énumèrent les publications de la CEI préparées par le comité d'études qui a établi la présente publication.

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 from the IEC Central Office.

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

- **IEC Bulletin**
- **IEC Yearbook**
Published yearly
- **Catalogue of IEC publications**
Published yearly with regular updates

Terminology

For general terminology, readers are referred to IEC 50: *International Electrotechnical Vocabulary* (IEV), which is issued in the form of separate chapters each dealing with a specific field. Full details of the IEV will be supplied on request. See also the IEC Multilingual Dictionary.

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

Graphical and letter symbols

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

- IEC 27: *Letter symbols to be used in electrical technology;*
- IEC 417: *Graphical symbols for use on equipment. Index, survey and compilation of the single sheets;*
- IEC 617: *Graphical symbols for diagrams;*

and for medical electrical equipment,

- IEC 878: *Graphical symbols for electromedical equipment in medical practice.*

The symbols and signs contained in the present publication have either been taken from IEC 27, IEC 417, IEC 617 and/or IEC 878, or have been specifically approved for the purpose of this publication.

IEC publications prepared by the same technical committee

The attention of readers is drawn to the end pages of this publication which list the IEC publications issued by the technical committee which has prepared the present publication.

**NORME
INTERNATIONALE
INTERNATIONAL
STANDARD**

**CEI
IEC
895**

Première édition
First edition
1987

**Vêtements conducteurs pour travaux sous tension
jusqu'à 800 kV de tension nominale en courant
alternatif**

**Conductive clothing for live working
at a nominal voltage up to 800 kV a.c.**

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

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

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

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



Commission Electrotechnique Internationale
International Electrotechnical Commission
Международная Электротехническая Комиссия

CODE PRIX
PRICE CODE

U

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

SOMMAIRE

	Pages
PRÉAMBULE	4
PRÉFACE	4
INTRODUCTION	6
SECTION UN — GÉNÉRALITÉS	
Articles	
1. Domaine d'application	6
2. Terminologie	6
SECTION DEUX — CARACTÉRISTIQUES TECHNIQUES REQUISES	
3. Caractéristiques techniques exigées des matériaux constitutifs	8
SECTION TROIS — ESSAIS DE TYPE	
4. Matériau tissé ou tricoté utilisé pour le vêtement, la cagoule, les chausses et les gants et matériau de protection de base utilisé pour protéger le visage	12
5. Vêtement conducteur (assemblage complet)	30
SECTION QUATRE — CLAUSES PARTICULIÈRES	
6. Essais sur prélèvement	36
7. Essais individuels de série	36
8. Essais et contrôles de réception	38
9. Modification	38
Annexe A — Détermination des propriétés de résistance électrique d'un tissu destiné aux vêtements conducteurs pour travaux sous tension. Evaluation de la peinture conductrice	40
Annexe B — Exemple de description générale du vêtement	43
Annexe C —	44
Annexe D — Points de mesure sur combinaison conductrice (exécution type de combinaison) .	52
Annexe E — Mesure de l'efficacité de l'écran électrostatique. Vêtement terminé	53

CONTENTS

	Page
FOREWORD	5
PREFACE	5
INTRODUCTION	7

SECTION ONE — GENERAL

Clause	
1. Scope	7
2. Terminology	7

SECTION TWO — TECHNICAL REQUIREMENTS

3. Technical requirements on components	9
---	---

SECTION THREE — TYPE TESTS

4. Knitted or woven fabric used for the suit, hood, socks and gloves, and basic shielding fabric used for face shield	13
5. Conductive clothing (complete assembly)	31

SECTION FOUR — SPECIAL CLAUSES

6. Sampling tests	37
7. Routine tests	37
8. Acceptance checks and tests	39
9. Modification	39

Appendix A — Determination of electrical resistance properties of fabric intended for conductive clothing for live working. Evaluation of conductive paint	41
--	----

Appendix B — Example of general arrangement of suit	43
---	----

Appendix C —	44
--------------------	----

Appendix D — Conductive suit measurement points (typical suit construction)	52
---	----

Appendix E — Measurement of the efficiency of the electrostatic screen. Complete suit ...	53
---	----

COMMISSION ÉLECTROTECHNIQUE INTERNATIONALE

**VÊTEMENTS CONDUCTEURS POUR TRAVAUX SOUS TENSION
JUSQU'À 800 kV DE TENSION NOMINALE
EN COURANT ALTERNATIF**

PRÉAMBULE

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

PRÉFACE

La présente norme a été établie par le 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
78(BC)15	78(BC)21

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

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

Publications n° 50 (151) (1978): Vocabulaire Electrotechnique International (VEI), chapitre 151: Dispositifs électriques et magnétiques.

212 (1971): Conditions normales à observer avant et pendant les essais de matériaux isolants électriques solides.

456 (1974): Méthodes de mesure de l'aptitude à la fonction des machines électriques à laver le linge pour usages domestiques, Modification n° 1 (1980).

Autres publications citées:

Normes ISO 479 (1975): Papier — Formats bruts — Désignation et tolérances.

3290 (1975): Roulements — Eléments de roulements — Billes pour roulements.

INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION

**CONDUCTIVE CLOTHING FOR LIVE WORKING AT A NOMINAL
VOLTAGE UP TO 800 kV a.c.**

FOREWORD

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

PREFACE

This standard has been prepared by IEC Technical Committee No. 78: Tools for Live Working.

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

Six Months' Rule	Report on Voting
78(CO)15	78(CO)21

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

The following IEC publications are quoted in this standard:

- Publications Nos. 50 (151) (1978): International Electrotechnical Vocabulary (IEV), Chapter 151: Electrical and Magnetic Devices.
- 212 (1971): Standard Conditions for Use Prior to and during the Testing of Solid Electrical Insulating Materials.
- 456 (1974): Methods for Measuring the Performance of Electric Clothes Washing Machines for Household Use, Amendment No. 1 (1980).

Other publications quoted:

- ISO Standards 479 (1975): Paper — Untrimmed Sizes — Designation and Tolerances.
- 3290 (1975): Rolling Bearings — Bearing Parts — Balls for Rolling Bearings.

VÊTEMENTS CONDUCTEURS POUR TRAVAUX SOUS TENSION JUSQU'À 800 kV DE TENSION NOMINALE EN COURANT ALTERNATIF

INTRODUCTION

Le vêtement conducteur, par assemblage de ses différentes parties, devra constituer autour du travailleur une protection électriquement continue avec une exception éventuelle pour le visage. Toutefois, celui-ci peut être protégé par un écran facial relié électriquement au vêtement lui-même.

Si l'on utilise pour l'assemblage du vêtement complet des boutons-pression, des fermetures à glissière, des agrafes et œillets, ou toute autre méthode d'assemblage, il convient de s'assurer de la continuité électrique de l'ensemble.

Il convient de relier électriquement le vêtement conducteur (assemblage complet) au conducteur ou à la partie conductrice sur lesquels le travail sous tension doit être effectué. Cette liaison doit être réalisée à l'aide d'une tresse de connexion fixée par l'une de ses extrémités au vêtement conducteur et à l'autre extrémité par une pince spéciale.

SECTION UN — GÉNÉRALITÉS

1. Domaine d'application

La présente norme est applicable aux vêtements conducteurs portés par les monteurs lorsqu'ils travaillent sous tension (en particulier pour le travail au potentiel) pour des tensions nominales allant jusqu'à 800 kV en courant alternatif à fréquence industrielle.

Elle est applicable aux combinaisons, aux gants ou moufles, aux cagoules, aux chaussures et aux chausses.

En courant continu, le choix des valeurs est encore à l'étude.

2. Terminologie (voir annexe B)

Matériau conducteur

Matériau composé de fils métalliques ou de substances conductrices non métalliques, et de fils naturels ou synthétiques tissés ou tricotés serrés.

Tresse de connexion

Liaison conductrice spéciale pour connecter le vêtement conducteur à la partie métalliques sous tension sur laquelle on travaille.

La tresse de connexion est équipée à l'une de ses extrémités, d'un système de connexion au vêtement conducteur; l'autre extrémité est pourvue d'une pince spéciale.

Cagoule

Partie du vêtement recouvrant la tête.

Écran facial

Partie couvrant le visage du travailleur. Cela peut être réalisé par un écran synthétique et métallisé possédant de bonnes qualités optiques et anti-U.V. ou par une grille conductrice.

CONDUCTIVE CLOTHING FOR LIVE WORKING AT A NOMINAL VOLTAGE UP TO 800 kV a.c.

INTRODUCTION

The conductive clothing by the assembly of its different components should constitute an electrically continuous coverall, surrounding the worker with the possible exception of his face. However the worker can be protected by a face shield electrically connected to the suit itself.

If press studs, zip fasteners, hooks and eyes or any other method of fastening are used in the assembly of the complete suit, care should be taken to ensure that the electrical conductivity of the suit is not impaired.

The conductive clothing (complete assembly) should be electrically connected to the conductor or the conductive part on which the live working has to be carried out. This connection shall be made by a conductive braid fixed at one of its extremities to the conductive suit and at the other by a special clamp.

SECTION ONE — GENERAL

1. Scope

This standard is applicable to conductive clothing worn by electrical workers during live working (especially bare-hand working) at a nominal voltage level up to 800 kV a.c.

It is applicable to suit, gloves or mitts, hoods, shoes and socks.

The corresponding d.c. values are under consideration.

2. Terminology (see Appendix B)

Conductive material

Material composed of metallic threads or non-metallic conductive substances and natural or synthetic threads closely woven or knitted.

Connecting braid

Special conductive braid to connect the conductive suit to the live metal working point.

The connecting braid is equipped at one of its extremities with a connection system to the suit; the other extremity of the braid is equipped with a special clamp.

Hood

Part of the clothing covering the head.

Face shield

Part covering the worker's face. It can be a synthetic and metallized shield having good optical and anti-U.V. qualities, or consisting of a conductive net.

SECTION DEUX — CARACTÉRISTIQUES TECHNIQUES REQUISES

3. Caractéristiques techniques exigées des matériaux constitutifs

Les matériaux utilisés doivent avoir les propriétés suivantes:

3.1 *Non-propagation de la flamme*

Le matériau doit être constitué de façon telle qu'il empêche le feu de s'étendre, lorsqu'il est mis au contact d'une flamme ou d'un feu (un arc électrique par exemple). Cette qualité doit être vérifiée comme indiqué au paragraphe 4.1.

3.2 *Résistance à l'usure*

Le vêtement conducteur doit résister à l'abrasion et aux accrochages.

Du fait de la difficulté de concevoir et de réaliser des essais spéciaux pour contrôler ces qualités, l'acheteur devra se contenter de prendre en considération la durée de vie du vêtement et la satisfaction de l'utilisateur.

3.3 *Résistance électrique*

Cette qualité peut être considérée comme un élément de base qui détermine la capacité d'écoulement du courant et élimine les étincelles de décharge.

Pour un travailleur, une valeur correcte de la résistance électrique est un élément nécessaire pour obtenir une faible différence de potentiel existant entre deux points du vêtement en contact avec la peau, et constitue donc un élément de confort.

3.4 *Capacité d'écoulement du courant*

Pendant le déplacement du monteur vers sa position de travail dans un engin élévateur (à partir de la structure métallique du pylône ou depuis le sol) et au moment de sa connexion au conducteur sous tension, des courants capacitifs s'écoulent dans son vêtement. Ceux-ci peuvent être importants et il est nécessaire que le vêtement les supporte sans conséquences nuisibles (chaleur, fumée...).

Cette absence de conséquences doit être contrôlée comme indiqué au paragraphe 4.3.

3.5 *Efficacité d'effet d'écran*

Le matériau doit avoir une efficacité d'effet d'écran meilleure que 40 dB.

L'efficacité d'effet d'écran d'un tissu conducteur est définie par le rapport entre l'énergie qui serait reçue par le corps dépourvu d'écran et l'énergie reçue par le même corps protégé par ce tissu conducteur. Le rapport de deux tensions mesurées dans ces conditions est utilisé pour calculer l'efficacité d'effet d'écran du tissu conducteur.

3.6 *Exigences en matière de nettoyage*

Pour s'assurer que des nettoyages répétés ne réduisent pas dans de trop fortes proportions l'efficacité d'effet d'écran et la non-propagation de la flamme, le vêtement sera soumis à 10 cycles de lavage en machine et (ou) à 10 cycles de nettoyage à sec. Après les essais de nettoyage, les propriétés d'effet d'écran et de non-propagation de la flamme devront rester conformes aux exigences de la présente norme.

SECTION TWO — TECHNICAL REQUIREMENTS

3. Technical requirements on components

The material used shall have the following properties:

3.1 *Flame retardancy*

Placed in contact with a flame or a fire (e.g. an electric arc), the material shall be constituted to prevent the fire from spreading. This quality shall be checked as indicated in Sub-clause 4.1.

3.2 *Wear resistance*

The conductive clothing shall be resistant to abrasion and to tearing.

As special tests to check these qualities are difficult to set up and to perform, the satisfaction of the wearer and the life duration of the cloth will be the only elements to consider.

3.3 *Electrical resistance*

This quality can be considered as a basic element which determines the current carrying capability and the spark discharge properties.

The only direct consequence for a worker of the correct value of electrical resistance, is the low potential difference between two points of the cloth in contact with the skin and is consequently an element of comfort.

3.4 *Current-carrying capability*

During the worker's travel to his working position (from the metallic structure of the tower or from the ground in an aerial device) and at the moment of his connection to the live conductor, capacitive currents flow through his clothing. These can be significant and it is necessary for the suit to be able to conduct them without damage (heating, smoke...).

This capability will be checked as indicated in Sub-clause 4.3.

3.5 *Screening efficiency*

Material must have a screening efficiency better than 40 dB.

Screening efficiency of a conductive fabric is defined by the ratio of energy that would be received by a body without a screen to energy received by the same body screened by the conductive fabric. A ratio of two voltages measured in these conditions is used to calculate screening efficiency of the conductive fabric.

3.6 *Cleaning requirements*

To ensure that the screening efficiency and flame retardant properties of the clothing do not deteriorate excessively after repeated cleaning, the clothing shall be subjected to 10 wash-dry cycles and/or 10 dry-cleaning cycles. The screening effect and flame retardant properties shall still meet the specified requirements after the tests.

3.7 *Elimination des étincelles de décharge*

Pour éliminer les étincelles de décharge au travailleur, l'espace entre deux éléments individuels conducteurs et adjacents au tissu (à l'exception de l'écran facial) ne doit pas être supérieur à 5 mm lors d'un usage normal du vêtement, y compris l'étirement (par exemple aux genoux et aux coudes).

3.8 *Exigences en matière de:*

3.8.1. *Gants et chaussees*

La résistance des gants et des chaussees doit être suffisamment faible pour que le courant maximal capable de s'y écouler ne soit pas perceptible par le travailleur. Cette résistance doit avoir une valeur maximale de 100 Ω pour les gants et de 10 Ω pour les chaussees, lors d'une mesure faite avec les électrodes spécifiées.

3.8.2 *Chaussures*

La résistance des chaussures devra être suffisamment faible pour que, si celles-ci sont utilisées seules sans vêtement conducteur, la différence de potentiel à travers les chaussures, due au courant induit dans une personne par le champ le plus élevé auquel on puisse s'attendre, ne se traduise pas par des décharges désagréables. Cette résistance doit avoir une valeur maximale de 500 Ω lors d'une mesure faite avec les électrodes spécifiées. Si l'on utilise des chaussees conductrices, les chaussures peuvent être d'un modèle courant sans propriétés conductrices spéciales.

3.8.3 *Cagoule et écran facial*

Une cagoule conductrice est nécessaire pour faire effet d'écran.

Elle peut être complétée, en particulier à partir de tensions très élevées, par un écran facial conducteur. Sinon, des languettes de protection, une visière conductrice, ou la forme de la cagoule doivent assurer la protection du visage. Une liaison doit être réalisée entre la cagoule, l'écran facial et le vêtement.

3.8.4 *Combinaison (assemblage complet)*

Des essais complémentaires (voir paragraphe 5.6) doivent être réalisés sur l'assemblage complet pour s'assurer des valeurs réelles de l'efficacité d'effet d'écran et de la résistance, afin de détecter des défauts de fabrication.

3.8.5 *Marquage*

Chaque vêtement conducteur doit porter au moins, de façon permanente, les informations suivantes:

- nom ou marque du fabricant,
- référence du type et taille (en accord avec les normes ISO),
- année de fabrication.

Chaque pièce du vêtement conducteur doit porter un triangle bleu solidement cousu, collé ou fixé par tout autre moyen approprié. Ce triangle sera:

- bleu foncé en bordure (3 mm) sur un fond bleu clair,
- les côtés du triangle seront de 50 mm ou plus petit si la pièce de vêtement ne peut pas supporter un triangle d'une telle taille.

3.7 *Spark discharge protection*

To provide protection from spark discharges directly to the worker, the spacing between any individual adjacent conducting components in the fabric (except for face shield) shall not exceed 5 mm under all normal wearing conditions including stretching (such as at the elbows or knees).

3.8 *Requirements on:*

3.8.1. *Gloves and socks*

The resistance of gloves and socks shall be low enough for the maximum expected current flow through them not to be perceptible to the worker. This resistance shall have a maximum value of 100 Ω for gloves and 10 Ω for socks, when measured using the specified electrodes.

3.8.2 *Footwear*

The footwear resistance shall be low enough so that if the footwear is used alone, without conductive clothing, the voltage drop across the footwear, due to the induced current in a person in the highest expected field strength, will not result in an annoying discharge. The resistance shall have a maximum value of 500 Ω , when measured using the specified electrodes. If conductive socks are used, the shoes may be of a normal type without special conducting properties.

3.8.3 *Hood and face shield*

A conductive hood is necessary to provide screening effect.

It may be completed especially for very high voltages by a facial conductive shield. If no face shield is provided, protective flaps, conductive visor and the shape of the hood, shall ensure face protection. A bond between hood, facial shield and suit shall be provided.

3.8.4 *Clothing (complete assembly)*

Additional tests (Sub-clause 5.6) shall be carried out on the complete assembly to prove the actual values of screening efficiency and resistance in order to detect manufacturing faults.

3.8.5 *Marking*

Each conductive suit shall carry at least the following permanent information:

- name or trade mark of the manufacturer,
- type reference and size (in accordance with ISO standards),
- year of manufacture.

Each conductive item shall carry a blue triangle firmly attached, by sewing, adhesion or other suitable means. This triangle will be:

- dark blue 3 mm border on light blue background,
- side dimension shall be 50 mm or smaller if the conductive item is too small for such a triangle.

3.8.6 Emballage

Comme les fils conducteurs d'un tissu conducteur peuvent s'oxyder à l'air ambiant, le vêtement conducteur doit être emballé de façon telle que cette oxydation soit retardée pendant un stockage de longue durée. Par exemple, le vêtement conducteur peut être emballé dans un sac de plastique et protégé préalablement du contact avec ce sac par du papier de soie.

SECTION TROIS — ESSAIS DE TYPE

4. Matériau tissé ou tricoté utilisé pour le vêtement, la cagoule, les chaussees et les gants et matériau de protection de base utilisé pour protéger le visage

4.1 Essai de non-propagation de la flamme

4.1.1 Principe de l'essai

Inflammation, dans des conditions déterminées et avec une amorce, d'une éprouvette rectangulaire maintenue verticalement. Mesure de la surface brûlée pour classification du tissu essayé.

4.1.2 Appareillage d'essai

Les appareils utilisés sont:

- une chambre d'essai,
- un porte-éprouvette,
- des accessoires.

4.1.2.1 La chambre d'essai (voir annexe C, figures C1, C2, C3 et C4, page 44) est faite de plaques d'acier d'environ 1,5 mm d'épaisseur. Les faces intérieures de la chambre sont peintes en noir.

La chambre se compose:

- a) d'une boîte d'acier de 570 mm de large, 400 mm de profondeur et 1000 mm de hauteur, avec une prise d'air au bas des faces avant et arrière. Ces prises d'air doivent avoir les dimensions suivantes:
hauteur = 116 mm, longueur = 440 mm;
- b) d'une porte vitrée au-dessus de la prise d'air avant;
- c) d'un déflecteur en tôle d'acier de 300 mm × 300 mm, placé au-dessus de la chambre qui est perforée d'un trou de 200 mm de diamètre;
- d) la chambre d'essai doit avoir un support pour le porte-éprouvette (voir annexe C, figures C5 et C6, page 45). Le bas du porte-éprouvette doit être à 110 mm au-dessus du plancher de la chambre.

4.1.2.2 Le porte-éprouvette (voir annexe C, figures C5, C6 et C7, page 45) est composé:

- a) d'un support (1) sur lequel sont fixées, à 150 mm l'une de l'autre, deux tiges de 5 mm d'épaisseur (2);
- b) de deux tiges de serrage (3), de 5 mm d'épaisseur, fixées sur les deux tiges (2) avec des pinces.

Le support (1) et les tiges (2 et 3) doivent être métalliques.

3.8.6 Packaging

As the conductive thread of the conductive fabric may become oxidized in the ambient air, the conductive fabric shall be packaged so that such oxidation is retarded during long storage. For example, the conductive suit may be packaged inside a plastic bag with tissue paper protecting the conductive suit from contact with the plastic bag.

SECTION THREE — TYPE TESTS

4. Knitted or woven fabric used for the suit, hood, socks and gloves, and basic shielding fabric used for face shield

4.1 Flame retardancy test

4.1.1 Principle of test

Ignition of a rectangular test specimen vertically hung, by a standard ignition specimen, according to prescribed conditions is the principle of the test, and includes the measurement of the burned area and classification of the tested fabric according to results.

4.1.2 Test apparatus

Apparatus shall consist of:

- a test chamber,
- a specimen holder,
- accessories.

4.1.2.1 The test chamber (see Appendix C, Figures C1, C2, C3 and C4, page 44) is made of approximating 1.5 mm thickness steel plates. The interior walls of the chamber will be painted black.

The chamber is composed of:

- a) a steel box 570 mm wide × 400 mm deep × 1000 mm high, with an air vent in the lower part of the back and of the front. These air vents shall have the following dimensions:

height = 116 mm, length = 440 mm;

- b) a glass door above the front air vent;
- c) a 300 mm × 300 mm steel deflector plate, above the top of the chamber which is penetrated by a 200 mm diameter hole;
- d) the test chamber shall have a support for the test specimen holder (see Appendix C, Figures C5 and C6, page 45). The lower part of the test specimen holder shall be placed 110 mm above the base of the chamber.

4.1.2.2 The test specimen holder (see Appendix C, Figures C5, C6 and C7, page 45) is composed of:

- a) a support (1) on which two 5 mm thick bars (2), spaced 150 mm apart, are fixed.
- b) two holding bars (3), 5 mm thick held on the two bars (2) with clips.

The support (1) and the bars (2) and (3) shall be of metal.

La section des tiges 2 et 3 (voir annexe C, figure C6) doit être suffisante pour assurer un bon maintien des éprouvettes à essayer.

4.1.2.3 Les accessoires comprennent:

- a) une amorce en toile: blanchie, non apprêtée, composée de 67% polyester, 33% coton — 110 g/m².
- b) une agrafeuse;
- c) des pinces;
- d) une balance (précision 0,001 g);
- e) un modèle pour découper les éprouvettes;
- f) du papier-calque;
- g) un miroir d'environ 250 mm × 300 mm, placé dans un coin de la chambre, utilisé pour observer la combustion sur la face arrière de l'éprouvette.

4.2 Eprouvettes

4.2.1 Forme et dimensions

Les éprouvettes doivent être rectangulaires et avoir des dimensions telles que la surface soumise à l'essai soit de 150 mm × 300 mm après fixation sur le porte-éprouvette.

Pour les matériaux tricotés (par exemple, chaussettes et gants), le fabricant doit fournir des éprouvettes planes ayant ces dimensions.

4.2.2 Nombre

a) Matériau tissé

L'essai doit être réalisé sur trois éprouvettes coupées de façon telle que leur longueur soit parallèle à la chaîne et sur trois autres de longueur parallèle à la trame.

b) Matériau tricoté

Trois éprouvettes seulement doivent être fournies pour les matériaux tricotés, sauf s'ils ne sont pas uniformes quelle que soit la direction considérée. Dans ce cas, six éprouvettes (trois par sens) doivent être fournies.

4.2.3 Réalisation des éprouvettes

Les contours des éprouvettes sont dessinés à partir du modèle de façon telle que leur longueur corresponde au sens du tissu selon lequel l'essai est effectué.

Les éprouvettes doivent être coupées de façon telle que:

- le point milieu soit sur une ligne oblique à 45° par rapport aux bords du rouleau de tissu;
- les côtés soient parallèles aux bords du rouleau de tissu.

Les éprouvettes doivent être prélevées de façon répartie en des endroits où n'apparaissent pas de défauts. Les contours des éprouvettes périphériques doivent se situer à au moins 50 mm des bords du rouleau de tissu.

4.3 Procédure d'essai

Pour chaque éprouvette, la procédure d'essai est la suivante:

The size of bars (2) and (3) (see Appendix C, Figure C6) shall be such that the test specimen is well supported.

4.1.2.3 The accessories include:

- a) standard ignition linen specimen: whitened, not dressed, textile 67% polyester, 33% cotton — 110 g/m².
- b) clamp;
- c) clips;
- d) scale (0.001 g precision);
- e) pattern for test specimen cutting;
- f) tracing-paper;
- g) a mirror of approximately 250 × 300 mm, placed in a corner of the chamber, used to observe the burning on the rear of the fabric.

4.2 *Test specimens*

4.2.1 *Shape and dimensions*

Rectangular test specimens shall have dimensions of 150 mm × 300 mm after being attached to the specimen holder.

For knitted fabric (e.g. socks and gloves) the manufacturer shall provide flat test specimens with the above dimensions.

4.2.2 *Number*

a) Woven fabric

Tests shall be performed on three test specimens which are cut so that their length is parallel with the warp direction and three test specimens having their length parallel to the weft direction.

b) Knitted fabric

Only three test specimens shall be provided for knitted material unless it is not directionally uniform. In this case, six test specimens shall be provided (three for each direction).

4.2.3 *Sampling*

The outlines of the test specimens are drawn from the model so that their length corresponds to the direction of test.

The test specimens shall be cut so that:

- the middle point is on a 45° oblique line in regard of edges of a roll of fabric;
- the sides are parallel with the exterior edges of a roll of fabric.

A distribution of test specimens shall be taken in places where no defect appears. The outlines of the exterior of the test specimen shall be at least 50 mm from the edges of the roll of fabric.

4.3 *Procedure of test*

For each test specimen, the procedure of the test shall be as follows:

4.3.1 Préparation de l'amorce (voir annexe C, figure C8, page 45)

Couper une bande de 25 mm × 80 mm dans un mélange polyester-coton (voir paragraphe 4.1.2.3) de longueur parallèle à la chaîne. Cette bande de tissu est pliée dans le sens de la longueur pour atteindre les dimensions de 25 mm × 20 mm. Les extrémités de la bande sont placées à l'intérieur du pli (annexe C, figure C8).

4.3.2 Accrochage de l'amorce

L'amorce est fixée au milieu du bas de l'éprouvette. L'agrafe est fixée horizontalement de façon que:

- l'amorce présente deux épaisseurs sur chaque face de l'éprouvette;
- l'extrémité inférieure de l'amorce soit située 10 mm en dessous de l'extrémité inférieure de l'éprouvette.

4.4 Essai

L'éprouvette est fixée sur son support de façon que la partie basse de l'éprouvette coïncide avec la partie basse du support. L'amorce doit être placée à égale distance des tiges verticales.

Le porte-éprouvette est maintenu verticalement dans la chambre d'essai.

L'amorce brûle normalement pendant 25 s à 30 s.

Appliquer la flamme au bas de l'amorce jusqu'à ce qu'elle s'enflamme (à peu près 2 s) et fermer immédiatement la porte de la chambre d'essai.

Observer la combustion de l'éprouvette durant l'essai et noter les faits éventuels suivants:

- points d'incandescence résiduelle,
- fusion,
- déformation de l'éprouvette,
- fumée.

Mesure de la surface brûlée.

A la fin de l'essai et après 15 min dans les conditions atmosphériques conformément au code 18°C–28°C/45%–75% de la Publication 212 de la CEI, éliminer les surfaces complètement brûlées ou fondues avec des ciseaux,

- poser l'éprouvette à plat sur le modèle en faisant coïncider les contours intacts avec ceux du modèle,
- mesurer la surface brûlée de l'éprouvette en coupant et en pesant le calque, par planimétrie, ou mesure d'une surface géométrique.

4.5 Résultats

L'essai est considéré comme satisfaisant si les conditions suivantes sont vérifiées pour chacune des éprouvettes:

- la surface brûlée de l'éprouvette est inférieure ou égale à 100 cm²,
- la surface brûlée ne s'est pas étendue aux parties verticales du porte-éprouvette, ni au bord supérieur de l'éprouvette.

4.6 Résistance électrique

Une des deux méthodes A ou B décrites ci-dessous doit être utilisée pour déterminer la résistance électrique du tissu. En cas de litige, la méthode B doit être utilisée.

Note. — Les procédures habituelles pour déterminer la résistance électrique de tissus en relation avec leurs propriétés antistatiques ne sont pas fiables pour des tissus fortement conducteurs. En effet, ces procédures ne tiennent pas compte de l'incidence de la résistance de contact entre électrodes et éprouvettes, élément de première importance pour la mesure de très faibles résistances.

4.3.1 Preparation of standard ignition specimen (see Appendix C, Figure C8, page 45)

Cut a 25 mm × 80 mm strip of polyester-cotton (see Sub-clause 4.1.2.3) (the length is parallel with the warp direction). This textile strip is folded in the length direction to 25 mm × 20 mm dimensions. The ends of the specimen are put in the interior of the fold (Appendix C, Figure C8).

4.3.2 Clamping standard ignition specimen

The standard ignition specimen shall be clamped in the centre of the lower part of the test specimen. The clamp shall be fixed horizontally, so that:

- the standard ignition specimen has two thicknesses on each side of the test specimen,
- the end of the standard ignition specimen is 10 mm lower than the lower part of the test specimen.

4.4 Test

The test specimen is fixed on the specimen holder, so that the lower part of the test specimen coincides with the lower part of the specimen holder. The standard ignition specimen must be equidistant from the vertical rods.

The specimen holder is hung vertically in the test chamber.

A standard ignition specimen shall burn normally for about 25 s to 30 s.

Apply a flame to the lower part of the standard ignition specimen until it is ignited (about 2 s) and immediately close the door of the test chamber.

Observe the burning test specimen during test and note the following:

- points of residual afterglowing,
- melting,
- distortion of test specimen,
- smoke.

Measurement of burned area:

At the end of the test and after 15 min in the atmospheric conditions according to code 18°C–28°C/45%–75% of IEC Publication 212, using scissors, remove the completely burned or melted areas,

- lay the test specimen flat on the model so that remaining contours coincide with the model ones,
- measure the burned area of the test specimen by cutting up and scaling tracing-paper planimetry, or measurement of a geometric area.

4.5 Results

The test is considered as successful if the following conditions are met by each of the six specimens:

- the burned area of test specimen is less than or equal to 100 cm²,
- the burned area does not extend to the vertical parts of the specimen holder, nor to the upper edge of the test specimen.

4.6 Electrical resistance

Either method A or method B below shall be used to determine the electrical resistance of the fabric. In case of dispute, method B shall be used.

Note. — Standard procedures to determine electrical resistance of fabric in connection with its antistatic properties are unreliable when the electrical resistance of highly conductive fabric has to be determined. Indeed, these standard procedures do not take into account the interference of the transition resistance from electrode to test specimen which is of primary importance when low resistance test specimens have to be measured.

4.6.1 Méthode A

4.6.1.1 Appareillage

a) Electrodes de mesure

Les mesures de résistance électrique de tissus requièrent en général l'utilisation d'électrodes spéciales pour réaliser le contact électrique avec l'éprouvette.

Le dispositif de mesure comprend une électrode centrale cylindrique (1) entourée d'une électrode-anneau (2) comme indiqué dans la figure C9, page 46 de l'annexe C.

Ces électrodes sont réalisées en cuivre et reliées l'une à l'autre par un disque de plastique (3) isolant de 10 mm d'épaisseur. Un nombre adéquat de vis (5) maintient les électrodes au disque de plastique.

La hauteur du système (h de la figure C9) doit être telle que le poids total de celui-ci, disque de plastique, vis et connexions électriques inclus, soit de $20 \pm 0,5$ N. Par conséquent, la pression de contact sur l'éprouvette correspondra approximativement à 4000 Pa. On doit prendre spécialement soin des surfaces qui font contact avec l'éprouvette (surfaces 6 sur la figure C9). Toutes les surfaces 6 doivent être:

- dans le même plan,
- polies,
- recouvertes d'or, épaisseur 5 ± 1 μm .

b) Mesure de la résistance

Pour mesurer la résistance, on doit utiliser un appareil de mesure pour résistances faibles, ayant une gamme s'étendant de 0 à 1 Ω avec une précision de 1 m Ω .

4.6.1.2 Préparation des éprouvettes

a) Nombre et dimensions des éprouvettes

On doit couper trois éprouvettes mesurant 120 mm $\times$ 120 mm environ dans le rouleau de tissu à essayer.

b) Peinture de contact sur l'éprouvette

Pour réduire la résistance de contact entre électrodes et éprouvettes, les surfaces de celles-ci en contact avec les électrodes (partie supérieure de la figure C9, page 46 de l'annexe C) doivent être recouvertes d'une peinture conductrice ayant les caractéristiques décrites à l'annexe A.

Un processus d'oxydation pourrait détériorer la conductivité de la peinture sur l'éprouvette. Par conséquent, il convient de réaliser les mesures moins de 24 h après l'application de la peinture sur l'éprouvette.

c) Conditionnement des éprouvettes

Avant d'appliquer la peinture conductrice et d'effectuer les mesures, les éprouvettes doivent être conditionnées conformément au code 24 h/23 °C/50% de la Publication 212 de la CEI.

4.6.1.3 Procédure

On place l'éprouvette sur une surface isolante plane. L'électrode est placée sur le dessus de l'éprouvette exactement en regard de la surface peinte de l'éprouvette.

4.6.1 Method A

4.6.1.1 Apparatus

a) Measuring electrodes

Electrical resistance measurements of textile materials in general require the use of a special electrode system for making electrical contact with the test specimen.

Such a measuring electrode system consists of a cylindrical centre-electrode (1) surrounded by a ring-electrode (2), respectively indicated as (1) and (2) in Figure C9, page 46.

The material of these electrodes shall be copper. Both electrode parts are mounted together with an insulating plastic disc (3) 10 mm thick. A well chosen number of screws (5) lock the electrodes to the plastic disc.

The height of the system (h of Figure C9) shall be such that the total weight of the system inclusive of the plastic disc, screws and electrical connecting parts is 20 ± 0.5 N. As a consequence, the contact pressure on the test specimen will correspond to approximately 4000 Pa. Special care shall be taken with those surface parts which will make contact with the test specimen (surfaces 6 in Figure C9). All surfaces 6 shall be:

- in one plane,
- lapped,
- gold plated. The thickness of the coating will be 5 ± 1 μm .

b) Resistance measurement

For the resistance measurement, a low resistance measuring device with a range of 0 to 1 Ω and an accuracy of 1 m Ω shall be used.

4.6.1.2 Preparation of test specimens

a) Number and dimensions of test specimens

Three pieces approximately 120 mm $\times$ 120 mm shall be cut from the fabric to be tested.

b) Contact coating on test specimen

In order to decrease the transition resistance between electrode-system and test specimen, the surfaces of the samples in contact with the electrodes (upper surface shown in Figure C9) shall be coated with a conductive paint having characteristics as described in Appendix A.

An oxidation process might deteriorate the conductivity of the paint on the test specimen. As a consequence, the measurements should take place within 24 h after the paint has been applied to the test specimen.

c) Conditioning of test specimen

Before applying the paint and carrying out tests, the test specimens shall be conditioned according to code 24 h/23 °C/50% of IEC Publication 212.

4.6.1.3 Procedure

The test specimen shall be laid on a flat insulating surface. The electrode set shall be placed on top of the test specimen to match exactly the coated pattern on the test specimen.

L'ohmmètre spécifié au point b) du paragraphe 4.6.1.1 est relié à l'électrode et on enregistre la valeur mesurée. La résistance électrique R_s est donnée par la formule:

$$R_s = R_{\text{mesurée}} \times \frac{\text{largeur}}{\text{longueur}}$$

Application numérique (méthode A):

$$R_s = R_{\text{mesurée}} \times \frac{(69,2 + 50,4) \times 3,14/2}{(69,2 - 50,4/2)} = R_{\text{mesurée}} \times 20$$

4.6.1.4 Evaluation

La moyenne arithmétique calculée à partir de trois mesures doit être inférieure à 1 Ω .

4.6.2 Méthode B

4.6.2.1 Appareillage

La réalisation de l'essai nécessite les éléments suivants:

- un générateur de courant alternatif à fréquence industrielle permettant d'ajuster, puis de maintenir le courant de charge à 2 A sous 30 V;
- un ampèremètre alternatif;
- deux électrodes de contact, fournissant une surface de contact de 20 mm $\times$ 20 mm sur chaque face de l'éprouvette de tissu. La pression de contact doit être supérieure à 100 kPa (voir annexe C, figure C10, page 47);
- deux électrodes de mesure de tension, telles que des aiguilles à coudre ou des épingles;
- un voltmètre alternatif.

4.6.2.2 Préparation des éprouvettes

Quatre éprouvettes de tissu mesurant environ 200 mm $\times$ 20 mm doivent être coupées respectivement dans le sens de la chaîne, dans celui de la trame et suivant deux directions perpendiculaires faisant un angle de 45° avec la chaîne et la trame (voir annexe C, figure C12, page 47).

Ces éprouvettes seront essayées successivement après un conditionnement de 24 h, conformément au code 24 h/23 °C/50% de la Publication 212 de la CEI.

4.6.2.3 Procédure

L'éprouvette est placée non tendue entre les électrodes de contact (voir annexe C, figure C10).

Les électrodes de mesure de tension sont épinglées à 100 mm l'une de l'autre (figure C10).

On ferme le circuit électrique (voir annexe C, figure C11, page 47). On fait passer un courant de 0,2 A à travers l'éprouvette non tendue.

Après 1 min, la tension est mesurée.

4.6.2.4 Résultats d'essai

La tension mesurée est proportionnelle à la résistance électrique de l'éprouvette.

The ohmmeter as specified in item *b*) of Sub-clause 4.6.1.1 is connected to the electrode system and the measured value is recorded. Electrical resistance R_s is given by formula:

$$R_s = R_{\text{measured}} \times \frac{\text{width}}{\text{length}}$$

Numerical application (Method A):

$$R_s = R_{\text{measured}} \times \frac{(69.2 + 50.4) \times 3.14/2}{(69.2 - 50.4) / 2} = R_{\text{measured}} \times 20$$

4.6.1.4 Evaluation

The arithmetic mean value is calculated from three measured values. It shall be lower than 1 Ω .

4.6.2 Method B

4.6.2.1 Apparatus

The following apparatus is needed for the test:

- one alternating current generator of power frequency, allowing an adjustable and regulated load current of up to 2 A at 30 V;
- one a.c. ammeter;
- two contact electrodes, providing a contact surface of 20 mm $\times$ 20 mm on both faces of cloth test specimen. Contact pressure shall be more than 100 kPa (see Appendix C, Figure C10, page 47);
- two voltage measuring electrodes, such as sewing pins or needles;
- one a.c. voltmeter.

4.6.2.2 Preparation of test specimens

Four clothing test specimens measuring approximately 200 mm $\times$ 20 mm are respectively cut in warp, weft and two perpendicular directions making a 45° angle with warp and weft (see Appendix C, Figure C12, page 47).

These test specimens will be tested successively after a 24 h conditioning using the code 24 h/23°C/50% of IEC Publication 212.

4.6.2.3 Procedure

The test specimen is placed unstretched between the contact electrodes (see Appendix C, Figure C10).

The voltage measuring electrodes are inserted at a distance of 100 mm apart (Figure C10).

The electrical circuit is completed (see Appendix C, Figure C11, page 47). A 0.2 A current is established through the unstretched test specimen.

After 1 min the voltage is measured.

4.6.2.4 Test results

The voltage measured is proportional to the electrical resistance of the test specimen.

La résistance électrique est donnée par la formule:

$$R_s = R_{\text{mesurée}} \times \frac{\text{largeur}}{\text{longueur}} = \frac{V \times l}{I \times L}$$

Application numérique (R_s en ohms et V en volts):

$$R_s = \frac{V}{0,2} \times \frac{20}{100} V$$

La moyenne arithmétique des quatre mesures de résistance électrique doit être inférieure à 1 Ω . Aucune valeur individuelle ne doit être supérieure à 2 Ω .

4.7. Capacité d'écoulement du courant

L'une des méthodes A ou B décrites ci-dessous doit être utilisée pour déterminer la capacité d'écoulement du courant dans le tissu.

En cas de litige, la méthode B sera utilisée.

4.7.1. Méthode A

4.7.1.1. Appareillage

a) Electrodes de mesure

Les électrodes de mesure sont constituées par deux blocs de cuivre ayant une surface approximative de 10 mm $\times$ 20 mm et une hauteur de 20 mm.

b) Montage de l'éprouvette et des électrodes

Le montage des électrodes est illustré dans la figure C13, page 48, de l'annexe C). L'éprouvette décrite au paragraphe 4.7.1.2 est placée au centre d'une plaque de polytétrafluoréthylène de dimensions approximatives 120 mm $\times$ 50 mm $\times$ 5 mm. Ensuite, les électrodes sont placées sur les zones peintes de l'éprouvette (paragraphe 4.7.1.2) et sont recouvertes d'une masse de 2 kg. Si la masse est réalisée dans un matériau conducteur, on placera une nappe isolante entre les électrodes et la masse.

c) Matériel de mesure

- une source de puissance réglable couvrant la gamme 15 V continu – 2 A continu,
- un appareil de mesure de courant, couvrant la gamme 1 A – 2,5 A.

4.7.1.2. Préparation des éprouvettes

a) Nombre et dimensions des éprouvettes

Quatre éprouvettes doivent être coupées dans le tissu dans le sens de la trame, de la chaîne et suivant deux directions perpendiculaires faisant un angle de 45° avec la trame et la chaîne.

Dimensions approximatives: 10 mm $\times$ 90 mm.

b) Peinture de contact sur les éprouvettes

Pour réduire la résistance de contact entre électrodes et éprouvettes, les surfaces de celles-ci en contact avec les électrodes (hachurées dans la figure C14, page 48, de l'annexe C) doivent être recouvertes d'une peinture conductrice ayant les caractéristiques décrites dans l'annexe A.

The electrical resistance is given by the formula:

$$R_s = R_{\text{measured}} \times \frac{\text{width}}{\text{length}} = \frac{V \times l}{I \times L}$$

Numerical application (R_s in ohms and V in volts):

$$R_s = \frac{V}{0.2} \times \frac{20}{100} V$$

The arithmetic mean value of the four measured electrical values shall be lower than 1 Ω . No individual value shall be higher than 2 Ω .

4.7. Current-carrying capability

Either method A or method B below shall be used to prove the current carrying capability of the fabric.

In case of dispute, method B shall be used.

4.7.1. Method A

4.7.1.1. Apparatus

a) Measuring electrodes

The measuring electrodes consist of two copper blocks with a base of approximately 10 mm $\times$ 20 mm and a height of 20 mm.

b) Test specimen and electrode set-up

The electrode set-up is shown in Figure C13, page 48, of Appendix C. The test specimen as described in Sub-clause 4.7.1.2 is put in the middle of a polytetrafluorethylene plate with dimensions approximately 120 mm $\times$ 50 mm $\times$ 5 mm. Afterwards, the electrodes are placed on the painted part of the test specimen and loaded with a mass of 2 kg. If the load is electrically conductive, an insulation layer shall be provided between electrode and load.

c) Measuring equipment

- a variable power supply range 15 V d.c. – 2 A d.c.,
- a current measuring device range of 1 A – 2.5 A.

4.7.1.2 Preparation of test specimens

a) Number and dimensions of test specimens

Four test specimens shall be cut out of the fabric in warp, weft and two perpendicular directions making a 45° angle with warp and weft.

Dimensions approximately: 10 mm $\times$ 90 mm.

b) Contact coating on test specimen

In order to decrease the transition resistance between electrode system and test specimen, the test specimens shall be coated with a conductive paint having characteristics as described in Appendix A. The shaded surfaces of Figure C14, page 48, of Appendix C shall be coated with the conductive paint.

Un processus d'oxydation pourrait détériorer la conductivité de la peinture sur l'éprouvette. Par conséquent, il convient de réaliser les mesures moins de 24 h après l'application de la peinture sur l'éprouvette.

c) Conditionnement des éprouvettes

Avant d'appliquer la peinture conductrice et d'effectuer les mesures, les éprouvettes doivent être entreposées dans une pièce, dans les conditions normales conformément au code 24 h/23°C/50% de la Publication 212 de la CEI.

4.7.1.3 *Procédure*

La source variable de courant continu est réglée de façon telle que le système d'électrodes décrit au point a) du paragraphe 4.7.1.1 soit parcouru par un courant de $0,5 \pm 0,01$ A.

Une période de 5 min est nécessaire pour laisser la température se stabiliser. Durant ces 5 min, il peut être nécessaire de retoucher le réglage de la source de courant continu pour maintenir le courant à 0,5 A.

4.7.1.4 *Conditions d'acceptation*

Après cette période de 5 min, l'essai est considéré comme satisfaisant si:

- la tension continue aux bornes de la source est inférieure à 1,5 V*,
- on ne constate pas de dommages ou de brûlures sur l'éprouvette.

4.7.2 *Méthode B*

4.7.2.1 *Appareillage*

Identique à celui décrit au paragraphe 4.6.2.1, résistance électrique.

4.7.2.2 *Préparation des éprouvettes*

Même procédure que celle décrite au paragraphe 4.6.2.2.

4.7.2.3 *Procédure*

Identique au paragraphe 4.6.2.3 sauf que:

- l'on fait passer un courant de 1 A dans l'éprouvette,
- et que l'on mesure la tension après 15 min.

4.7.2.4 *Résultats d'essai*

Pendant l'essai, il ne doit y avoir ni flamme, ni point incandescent, ni fumée, ni carbonisation entre les électrodes de mesure de la tension. La moyenne arithmétique des quatre valeurs de tension mesurées au bout de 15 min doit être inférieure à 5 V*. Aucune valeur individuelle ne doit dépasser 10 V.

4.8 *Exigences en matière de nettoyage*

Pour s'assurer que l'efficacité d'effet d'écran et les propriétés de non-propagation de la flamme ne se détériorent pas excessivement après des nettoyages répétés, l'une des deux procédures suivantes doit être mise en œuvre. Si l'une des deux méthodes ne peut s'appliquer au vêtement, le fabricant devra l'indiquer et on n'utilisera que la méthode indiquée par le fabricant.

* Ces valeurs correspondent à une puissance maximale par unité de surface de 2500 W/m², valeur qui induit une élévation maximale de température de 50°C (la relation entre la puissance par unité de surface et l'élévation de température est linéaire et ne dépend pas du tissu).

An oxidation process might deteriorate the conductivity of the paint. As a consequence, the measurements should take place within 24 h after the paint has been applied to the test specimen.

c) Conditioning of test specimens

Prior to applying the conductive coating and conducting the measurements, the test specimens shall be conditioned in normal room conditions using the code 24 h/23 °C/50% of IEC Publication 212.

4.7.1.3 *Procedure*

A variable d.c. source shall be applied so that a current of 0.5 ± 0.01 A flows through the electrode system, as described in Item a) of Sub-clause 4.7.1.1.

A period of 5 min will be allowed for stabilization of the temperature. During this period, it might be necessary to adjust the setting of the d.c. source so as to maintain the current at the 0.5 A level.

4.7.1.4 *Acceptance conditions*

After the 5 min period, the test shall be considered as successful if:

- the d.c. voltage of the source is lower than 1.5 V*,
- the test specimen does not show any deterioration or burned spots.

4.7.2 *Method B*

4.7.2.1 *Apparatus*

Same test-set as in Sub-clause 4.6.2.1, electrical resistance.

4.7.2.2 *Preparation of test specimens*

Same procedure as in Sub-clause 4.6.2.2.

4.7.2.3 *Procedure*

As in Sub-clause 4.6.2.3 except:

- a 1 A current is established through the test specimen,
- after 15 min, the voltage is measured.

4.7.2.4 *Test results*

During the test, there shall be no flame, incandescent point, smoke, or carbonization between the voltage measuring electrodes. The arithmetic mean value of four measured voltage values after 15 min shall be lower than 5 V*. No individual value shall be greater than 10 V.

4.8 *Cleaning requirements*

To ensure that the screening efficiency and flame retardant properties of the clothing do not deteriorate excessively after repeated cleaning, one or both of the following procedures shall be carried out. If the garment is not suitable for cleaning by one of the two methods, the manufacturer shall mark the garment accordingly, and only one of the two test methods need be used.

* The values correspond to a maximum power per unit surface of 2500 W/m² that induces a maximum temperature rise of 50 °C (relation between power per unit surface and temperature elevation is linear and does not depend on fabric).

4.8.1 *Lavage*

Deux exemplaires du vêtement doivent être lavés dans une machine à laver domestique automatique, essorés, puis séchés dans un tambour de séchage. Les appareils et les réactifs doivent avoir les caractéristiques suivantes:

a) Une machine à laver automatique:

- soit à chargement par la partie supérieure, à agitateur, vitesse normale de l'agitateur 70 ± 5 cycles/min,
- soit à chargement frontal, vitesse de 52 tr/min, tournant alternativement dans les deux sens pendant 12 s avec 3 s d'arrêt entre les deux, ou
- réglage du temps de lavage entre 0 et 15 ± 1 min,
- vitesse de rotation d'essorage: vitesse normale à 515 ± 5 tr/min.

b) Un séchoir à tambour rotatif, cylindrique de diamètre 750 mm environ et de profondeur supérieure ou égale à 400 mm, tournant à 50 ± 5 tr/min équipé pour maintenir une température de 50°C à 70°C mesurée dans l'orifice de sortie aussi près que possible du tambour, assurant une période de 5 min de refroidissement pendant la rotation, à la fin du cycle de séchage.

c) Détergent commercial ne contenant pas de décolorant. En cas de litige, on peut utiliser le détergent standard spécifié dans le tableau II de la Modification n° 1 à la Publication 456 de la CEI, pour un détergent sans perborate (type II).

d) Charge d'appoint: morceaux tissés de fils non teints de polypropylène, de masse approximative 0,16 kg/m².

- Placer les vêtements à essayer dans la machine à laver et ajouter suffisamment de charge d'appoint pour obtenir une charge totale égale à 2 kg de tissu. Remplir la machine de 40 ± 4 litres d'eau et mettre en marche la machine sur le programme normal (50°C à 70°C). Si la masse des éprouvettes dépasse 2 kg, le volume d'eau sera augmenté proportionnellement.
- Ajouter suffisamment de poudre à laver détergente et domestique pour assurer un bon lavage et régler la machine pour un lavage de 10 min. (Si cela est nécessaire, faire avancer les opérations à la main de façon que le rinçage commence après 10 min de nettoyage). Continuer jusqu'à la fin du dernier cycle de rotation.

Après achèvement du dernier cycle de rotation, retirer les vêtements de la machine et les placer avec la charge d'appoint (s'il y en a) dans le tambour du séchoir, la température à l'orifice de sortie du tambour étant réglée entre 65°C et 70°C (pour des tissus normaux). Faire fonctionner le séchoir jusqu'à ce que le chargement soit sec, puis continuer de faire tourner 5 min sans chauffage. Retirer immédiatement les éprouvettes. Un cycle lavage-séchage aura ainsi été réalisé complètement.

4.8.2 *Nettoyage à sec*

Deux éprouvettes du tissu des vêtements doivent être nettoyées à sec, en utilisant les appareils et les réactifs suivants:

L'appareil doit être constitué d'un cylindre, de préférence en métal, de 330 mm de haut et de 220 mm de diamètre approximativement (capacité approximative: 11 l). Le cylindre doit être monté sur un axe incliné de 50° par rapport à l'axe du cylindre quand ce dernier est en position verticale. On remplit le cylindre au tiers de son volume total avec du perchloréthylène à 100%, sans eau et sans acide et on le fait tourner autour de son axe à la vitesse de 45 tr/min à 50 tr/min.

Ensuite, on retire les éprouvettes du cylindre et on retire le solvant en excès par des moyens adéquats, par exemple par centrifugation ou filtrage à travers des couches de tissu de coton blanc

4.8.1 *Laundering*

Two specimens of the garment shall be washed in an automatic, domestic washing machine, excess water removed and dried in a tumble drier. The apparatus and reagents shall have the following specifications:

- a) Automatic washing machine capable of being operated under the following conditions:
 - either
 - a top loading, agitator type with a “normal” agitator speed of 70 ± 5 rev/min,
 - or
 - a front loading machine with a speed of 52 rev/min, revolving alternatively in each direction for 12 s, and 3 s rest in between,
 - washing time adjustment controllable between 0 and 15 ± 1 min,
 - spin speed: normal 515 ± 5 rev/min.
- b) Drier of the rotary tumble type having a cylindrical basket approximately 750 mm in diameter and not less than 400 mm in depth, rotating at approximately 50 ± 5 rev/min, equipped with means for maintaining a drying temperature of 50°C to 70°C measured in the exhaust vent as close as possible to the drying cylinder, and providing a cooling period of 5 min when tumbling, at the end of the drying cycle.
- c) Commercial detergent not containing bleach. The standard detergent specified in Table II of Amendment No. 1 to IEC Publication 456 for a detergent without perborate (type II), can be used in cases of dispute.
- d) Dummy load: Pieces of undyed spun polypropylene fabric, mass approximately 0.16 kg/m^2 .
 - Place the specimens in the washing machine and add sufficient dummy load to make a total dry fabric load of 2 kg. Fill the machine to operate with 40 ± 4 litres of water and set the machine to operate at the normal setting (50°C to 70°C). If the mass of the test specimen(s) exceeds 2 kg, the amount of water shall be increased proportionately.
 - Add sufficient detergent to provide good running suds and set the machine to wash for 10 min. (If necessary, advance the operation of the machine manually to begin the rinse cycle after 10 min of washing.) Continue until the end of the final spin cycle.

On completion of the final spin cycle, remove the specimens from the machine and place them and the dummy load (if any) in the tumble drier with the temperature of the exhaust from the drum set at 65°C to 70°C (for normal fabrics). Operate the drier until the load is dry and continue tumbling, with the heat turned off, for 5 min. Remove the test specimens immediately. One wash-dry cycle will then have been completed.

4.8.2 *Dry cleaning*

Two test specimens of the garment material shall be dry cleaned using the following apparatus and reagents:

The apparatus shall consist of a cylinder, preferably of metal approximately 330 mm high and 220 mm in diameter (capacity approximately 11 l). The cylinder shall be mounted on an axis inclined at an angle of 50° to the axis of the cylinder when the latter is in a vertical position. The cylinder is filled approximately one-third full with 100% perchlorethylene, dry and free from acid, and rotated about its axis at a speed of 45 rev/min to 50 rev/min.

The test specimens are then taken from the cylinder and excess solvent removed from them by convenient means, such as centrifuging or squeezing between layers of white cotton cloth or

ou de papier buvard blanc; puis on les étend sur du bois couvert de mousseline ou sur un écran métallique inoxydable. On lissera à la main les faux plis importants et les éprouvettes pourront sécher à la température de la pièce.

Un cycle de nettoyage à sec aura ainsi été réalisé complètement.

4.8.3 Acceptabilité du tissu

Après la réalisation de 10 cycles de lavage-séchage ou 10 cycles de nettoyage à sec, les vêtements essayés ou les éprouvettes de tissu doivent être placés sur une surface plane et laissés dans l'atmosphère ambiante pendant au moins 4 h. Puis les essais d'efficacité d'effet d'écran et de non-propagation de la flamme sont répétés. Si les valeurs mesurées au cours de ces essais ne sont pas conformes aux valeurs spécifiées, le tissu doit être rejeté.

4.9 Efficacité d'effet d'écran

Note. — Les essais réalisés dans les conditions prescrites par cette spécification ont montré que l'efficacité d'effet d'écran ne dépend pas de la fréquence d'essai entre 50 Hz et 5 kHz. Pour faciliter l'essai, la fréquence 5 kHz a été choisie; à cette fréquence, l'essai est au moins aussi sévère qu'à 50 Hz ou 60 Hz.

4.9.1 Appareillage

- a) Un générateur de tension sinusoïdale: 400 V eff. à 5 kHz.
- b) Une plaque isolante plane circulaire de 300 mm de diamètre.
- c) Une plaque métallique plane circulaire de 300 mm de diamètre avec une pince de connexion.
- d) Une plaque isolante plane circulaire de 400 mm de diamètre, réalisée dans une nappe en élastomère de $3,5 \pm 0,5$ mm d'épaisseur, ayant une dureté de surface comprise entre 60° et 65° sur l'échelle Shore.
- e) Une électrode pesant 3 kg, réalisée selon le schéma donné dans la figure C15, page 49, de l'annexe C et montée avec une résistance shunt de 100 k Ω .
- f) Un appareil de mesure (multimètre ou oscilloscope) ayant une impédance d'entrée constante supérieure ou égale de 1 M Ω , en parallèle avec une capacité maximale de 47 pF.
- g) Un voltmètre permettant la mesure de 400 V eff. à 5 kHz.

4.9.2 Montage d'essai

4.9.2.1

On superpose les parties suivantes dans l'ordre spécifié sur un support horizontal relié à la terre (annexe C, figure C16, page 49):

- plaque circulaire isolante de 300 mm de diamètre,
- plaque circulaire métallique de 300 mm de diamètre et de 3 mm à 5 mm d'épaisseur,
- plaque en élastomère de 400 mm de diamètre et de 3 mm à 5 mm d'épaisseur,
- éprouvette, de dimensions minimales 120 mm $\times$ 120 mm,
- le montage d'électrodes (qui ne doit pas dépasser les contours de l'éprouvette). L'épaisseur de l'isolant en polyvinyle entre l'électrode de mesure et l'éprouvette doit être de 0,8 mm (figure C15).

4.9.2.2 Mise à la terre

On relie ensemble et à la terre les parties suivantes:

- le point de masse du générateur de tension,
- la connexion à la terre des électrodes,
- le point de masse du voltmètre.

white blotting paper. They are then laid on a muslin-covered frame or a non-rusting, metal screen. Heavy wrinkles are smoothed out with the hand and the test specimens are allowed to dry at room temperature.

One dry cleaning cycle will then have been completed.

4.8.3 *Acceptability of fabric*

When 10 wash-dry cycles, or 10 dry cleaning cycles, have been completed, the test specimens shall be placed on a flat surface and conditioned to the atmosphere for at least 4 h and then the screening efficiency and flame retardancy tests repeated. If the values measured in these tests no longer meet the specified requirements, the fabric shall be rejected.

4.9 *Screening efficiency*

Note. — Tests carried out in the actual conditions of this specification have shown that screening efficiency does not depend on test frequency between 50 Hz and 5 kHz. To facilitate testing, 5 kHz is chosen. At this frequency, the test is at least as severe as at 50 Hz or 60 Hz.

4.9.1 *Apparatus*

- a) One 400 V r.m.s. sine wave voltage generator at 5 kHz.
- b) One insulating circular plate 300 mm diameter.
- c) One metallic circular plate 300 mm diameter with connection clip.
- d) One insulating circular plate 400 mm diameter made from an elastomeric 3.5 ± 0.5 mm thick sheet having a surface hardness between 60° and 65° on Shore scale.
- e) One electrode assembly weighing 3 kg built according to the scheme given in Figure C15, page 49, of Appendix C and fitted with a 100 k Ω shunt.
- f) One measuring device (multimeter or oscilloscope) with constant input impedance greater or equal to 1 M Ω , in parallel with a capacitance of 47 pF maximum.
- g) One voltmeter allowing measurement of 400 V r.m.s. at 5 kHz.

4.9.2 *Test mounting*

4.9.2.1

The following parts are assembled in the specified order upon a grounded horizontal support (Appendix C, Figure C16, page 49):

- circular insulating plate 300 mm diameter,
- circular metal plate 300 mm diameter and 3 mm to 5 mm thick,
- circular elastomeric plate 400 mm diameter and 3 mm to 5 mm thick,
- test specimen, minimal dimensions 120 mm $\times$ 120 mm,
- electrode assembly (not allowed to pass beyond the edge of test specimen). The thickness of the polyvinyl insulating plate between the electrode and the test specimen shall be 0.8 mm (Figure C15).

4.9.2.2 *Earth connection*

The following parts are connected together and earthed:

- frame connection of voltage generator,
- earth connection of electrode assembly,
- frame connection of voltmeter.

4.9.2.3 Point de potentiel

On relie ensemble et on isole de la terre les parties suivantes:

- le point de potentiel du générateur de tension,
- la pince de connexion de la plaque métallique de 300 mm de diamètre,
- le point de potentiel du voltmètre.

4.10 Procédure d'essai

4.10.1 Détermination de la tension de référence

On applique 400 V eff. à 5 kHz entre point de potentiel et point de masse sans utiliser l'éprouvette de tissu. On lit la tension sur l'appareil de mesure. Cette tension est notée comme U_{ref} .

4.10.2 Mesure avec l'éprouvette

L'éprouvette de tissu est mise en place (paragraphe 4.9.2.1) et on procède de la même façon qu'au paragraphe 4.10.1. La tension mesurée U est notée.

4.10.3 Efficacité d'écran

L'efficacité d'écran est donnée par la formule:

$$SE_{dB} = 20 \log_{10} \left(\frac{U_{ref}}{U} \right)$$

4.11 Critère d'acceptation

L'efficacité d'écran doit être supérieure à 40 dB.

5. Vêtement conducteur (assemblage complet)

5.1 Gants conducteurs

Deux électrodes doivent être réalisées sur le gant en utilisant de la peinture conductrice ayant les caractéristiques décrites à l'annexe A. L'une, placée au bout du doigt le plus long, consiste en un carré de 5 mm de côté, l'autre, parallèle et adjacente au bord de l'ouverture du gant, consiste en un rectangle de 25 mm de long et de 5 mm de large environ (voir annexe C, figure C17, page 50). La résistance mesurée entre ces deux électrodes ne doit pas être supérieure à 100 Ω .

Pour protéger la main des étincelles de décharge qui pourraient l'atteindre directement à travers le matériau, le plus petit espace entre deux éléments conducteurs adjacents du matériau ne doit pas excéder 5 mm, même lorsque le matériau est étiré dans toutes les directions avec une force pouvant atteindre 50 N.

5.2 Chausses conductrices

On prépare une électrode de 25 mm de long, parallèle au bord de l'ouverture de la chausse, et de 5 mm de large environ en appliquant, sur la surface correspondante, de la peinture conductrice ayant les caractéristiques décrites à l'annexe A. Le fond de la chausse doit être placé sur une plaque de métal et on remplit la chausse de billes en acier inoxydable au nickel de 4 mm de diamètre, conformes à la Norme ISO 3290, sur une épaisseur allant jusqu'à 20 mm (voir annexe C, figure C18, page 50). Puis on mesure la résistance entre l'électrode et la plaque de métal; elle ne doit pas être supérieure à 100 Ω .

4.9.2.3 *Line connection*

The following parts are connected together and insulated from earth:

- line connection of voltage generator,
- connection clip of metallic plate 300 mm diameter,
- line connection of voltmeter.

4.10 *Test procedure*

4.10.1 *Determination of reference voltage*

Without the fabric specimen, a voltage of 400 V r.m.s. at 5 kHz is applied between the line and earth connections. The voltage is read on the measuring device and noted as U_{ref} .

4.10.2 *Measuring with test specimen*

The fabric test specimen is installed (Sub-clause 4.9.2.1) and the test procedure is carried out in the same way as described in Sub-clause 4.10.1. The measured voltage U is recorded.

4.10.3 *Screen efficiency*

Screen efficiency is given by formula:

$$SE_{\text{dB}} = 20 \log_{10} \left(\frac{U_{\text{ref}}}{U} \right)$$

4.11 *Acceptance criteria*

The screening efficiency shall be greater than 40 dB.

5. **Conductive clothing** (complete assembly)

5.1 *Conductive gloves*

Two electrodes shall be painted on the glove using a conductive paint having the characteristics described in Appendix A. One shall be 5 mm square, on the end of the longest finger, the other shall be 25 mm long, parallel and adjacent to the open edge of the glove and about 5 mm wide (see Appendix C, Figure C17, page 50). The resistance measured between these electrodes shall not exceed 100 Ω .

To provide protection from spark discharges directly to the hand through the material, the closest spacing between individual adjacent conducting components in the material shall not exceed 5 mm even when the material is stretched with a force of up to 50 N in any direction.

5.2 *Conductive socks*

An electrode 25 mm long and parallel to the open edge of the sock and about 5 mm wide shall be painted on the specimen using a conductive paint having the characteristics described in Appendix A. The sole of the sock shall then be placed on a metal plate and 4 mm diameter nickel stainless steel balls, conforming to ISO Standard 3290, poured into the sock to a depth of 20 mm (see Appendix C, Figure C18, page 50). The resistance shall then be measured between the electrode and the metal plate and shall not exceed 100 Ω .

5.3 Chaussures conductrices

On dispose la chaussure sur une plaque de métal et on place une électrode sur la semelle à l'intérieur, au niveau du talon. Puis on couvre la semelle de billes d'acier inoxydable au nickel de 4 mm de diamètre, conformes à la Norme ISO 3290, en entourant l'électrode sur une épaisseur pouvant atteindre 20 mm au talon (voir annexe C, figure C19a, page 51).

La résistance est ensuite mesurée entre la plaque de métal et l'électrode; elle ne doit pas dépasser 500 Ω .

Si des cordons sont utilisés pour relier électriquement la chaussure au vêtement, on mesure alors la résistance entre le cordon et la plaque de métal sur laquelle on laisse la chaussure avec, à l'intérieur, les billes d'acier non reliées au circuit de mesure (voir annexe C, figure C19b, page 51).

Toutes les parties métalliques de la chaussure dont la surface est supérieure à 10 cm² doivent être reliées électriquement entre elles au cours de la fabrication.

Si des chausses sont utilisées avec des chaussures à haute résistance, la résistance de ces chaussures ne doit pas excéder 0,5 M Ω . Ces chaussures peuvent être utilisées seules, sans vêtement conducteur complet, pour se protéger de décharges désagréables, lorsqu'on travaille au sein d'un champ électrique.

5.4 Cagoule et écran facial

L'équipement utilisé pour faire écran à la tête et au visage doit satisfaire aux exigences des paragraphes 5.6.3 et 5.6.4 et doit laisser entière liberté de mouvement à la tête.

5.5 Vêtements conducteurs sans les accessoires

Ces accessoires sont ceux dont il est question dans les paragraphes 5.1 à 5.4.

5.5.1 Généralités

La résistance électrique doit être mesurée entre les points indiqués ci-après. Ces points sont à une distance d'au moins 50 mm d'un ourlet ou d'une couture.

- a) Dans le cas d'un vêtement deux pièces, trois points sont choisis à une distance d'au moins 50 mm du bord de la jointure des deux pièces.
- b) Pour effectuer ces mesures, le vêtement complet ou les pièces de vêtement sont placés sur un mannequin en matériau non conducteur, conformément à la manière dont le travailleur les porte.
- c) La surface de contact des électrodes, faite de feuille d'aluminium, doit avoir une dimension de 25 mm au carré et être fixée au vêtement avec un ruban conducteur, afin d'obtenir une pression de contact suffisante. Lorsque la pression ne peut pas être atteinte en raison de l'endroit où la mesure est prise, ou de la forme du corps, une pression suffisante doit être appliquée avec les doigts pour obtenir une lecture valable. A la taille, on doit placer une ceinture de monteur pour assurer un bon contact entre la pièce du haut du vêtement et celle du bas.

5.5.2 Points de mesure

- a) Dans le cas d'un vêtement deux pièces, trois points doivent être choisis à une distance minimale de 50 mm de la jointure des deux pièces.
- b) Les mesures pour tous les vêtements doivent être prises, selon le cas, entre chaque point indiqué et les points de contact situés à 50 mm du poignet, au bas de la jambe, à la tresse de connexion et aux coutures situées au cou et à l'entrejambe.

5.3 *Conductive footwear*

The footwear shall be placed on a metal plate and one electrode placed on the inside of the sole below the ankle opening. Nickel stainless steel balls, 4 mm in diameter, conforming to ISO 3290-1975, shall then be poured in around the electrode to cover the complete sole to a depth of 20 mm at the heel (see Appendix C, Figure C19a, page 51).

The resistance shall then be measured between the metal plate and the electrode and shall not exceed 500 Ω .

If straps are used to connect the footwear electrically to the suit, then the resistance shall be measured between the strap and the metal plate on which the footwear is resting, with the steel balls inside but not connected in the circuit (see Appendix C, Figure C19b, page 51).

Any metal parts in the footwear larger than 10 cm² must be electrically bonded together during manufacture.

If conductive socks are used in conjunction with high-resistance shoes, the resistance of these shoes shall not exceed 0.5 M Ω . The footwear can be used alone, without a complete conductive suit, for protection against annoying spark discharges when working in an electric field.

5.4 *Hood and face shield*

Equipment used for shielding the head and face shall meet the requirements of Sub-clauses 5.6.3 and 5.6.4 and allow for free movement of the head.

5.5 *Conductive suit without fittings*

Fittings are those described in Sub-clauses 5.1 to 5.4.

5.5.1 *General*

The electrical resistance shall be measured between the points indicated, which shall be at least 50 mm from the edge of the material or joint location:

- a) In the case of a two-piece suit, three points shall be chosen, and shall be at least 50 mm from the edge of the joint.
- b) Measurements shall be made with the suit, or suit pieces, mounted on (supported by) a manikin or non-conductive model (dummy) to support the suit, to conform to the shape it will assume when worn by the worker.
- c) Contact electrodes of 25 mm square aluminium foil pads, secured to the suit with electrical tape (to ensure sufficient contact pressure), shall be used. When this pressure cannot be achieved due to the location on "body" shape, sufficient pressure shall be achieved by applying pressure with the hand to obtain this lowest reading. A safety belt shall be secured around the waist to obtain a good contact between the upper and lower portions of a two-piece suit.

5.5.2 *Measurement locations*

- a) In the case of a two-piece suit, three points shall be chosen, and shall be at least 50 mm from the edge of the joint.
- b) For all suits, measurements shall be made between each point indicated, with contact points being approximately 50 mm from the edge of the cuff, leg, and bonding strap ends, and neck and crotch seams.

c) Selon le cas, les mesures doivent être prises entre les points suivants:

- extrémités de chaque manche,
- extrémités de chaque jambe,
- extrémités de chaque manche et celles de chaque jambe,
- nuque et entre-jambe d'un vêtement d'une pièce,
- tresse de connexion et extrémités de chaque manche,
- tresse de connexion et extrémités de chaque jambe,
- tresse de connexion entre la cagoule et l'écran facial.

5.5.3 Valeur admise

Le vêtement doit être considéré comme acceptable si la résistance mesurée entre deux points quelconques, incluant la tresse de connexion, ne dépasse pas 40 Ω .

Note. — Les mesures peuvent être faites avec des électrodes différentes de celles stipulées au point c) du paragraphe 5.5.1, pourvu que les valeurs mesurées soient plus basses que celles requises. La résistance des pinces crocodiles ou des autres fixations devra être comptée dans les valeurs ci-dessus. En cas de litige, il convient d'effectuer les mesures avec des électrodes normalisées.

5.6 Combinaison complète

5.6.1 Généralités

Si le vêtement est fait de plus d'une pièce (par exemple veste et pantalon séparés), on doit s'assurer que le système de fixation des différentes pièces assure une bonne continuité électrique et que ces pièces recouvrent complètement le corps du travailleur.

5.6.2 Contrôle visuel

Une inspection visuelle du vêtement entier doit être faite pour s'assurer qu'il est bien de la taille indiquée et que toutes les pièces s'adaptent bien les unes aux autres. Les fermetures à glissière, les boutons-pression, les agrafes et œillets doivent être contrôlés pour s'assurer qu'ils sont correctement montés et que rien ne vient les empêcher de réaliser une bonne continuité électrique. Les coutures doivent être examinées pour s'assurer qu'elles sont continues, et que les contacts électriques entre les deux ou trois pièces ainsi assemblées sont bien réalisés.

Une inspection visuelle doit permettre de vérifier que le triangle bleu agréé, identifiant un vêtement conducteur, est bien visible sur chaque pièce du vêtement conducteur.

5.6.3 Résistance électrique

On doit assembler, selon les instructions du fabricant, toutes les composantes de vêtement destinées à être utilisées en même temps, puis on doit mesurer la résistance électrique entre les points suivants:

- a) Dans le cas d'un vêtement de deux pièces ou plus, on choisit trois points ou plus, selon le paragraphe 5.5. Ces points seront à 50 mm du bord de chaque jointure de pièces, comme indiqué dans chaque paragraphe correspondant.
- b) En plus des mesures requises dans le paragraphe 5.5, des mesures doivent être effectuées, selon le cas, en suivant la méthode indiquée dans l'article 5, entre:
 - les paumes des mains,
 - les plantes des pieds,
 - la paume de chacune des mains et la plante de chacun des pieds,
 - la paume de chacune des mains et la tresse de connexion,
 - la plante de chacun des pieds et la tresse de connexion,
 - la cagoule, l'écran facial, le casque avec écran et la nuque du vêtement (voir annexe D).

c) Points to be measured:

- end of each arm,
- end of each leg,
- end each arm to end each leg,
- neck and crotch of the complete suit,
- bonding lead and end of each arm,
- bonding lead and end of each leg,
- bonding lead between the hood and the facial conductive shield.

5.5.3 Acceptable values

The suit shall be considered acceptable if the resistance values measured between any points, including the bonding lead, do not exceed 40 Ω .

Note. — Readings may be made using electrodes other than those specified in Item c) of Sub-clause 5.5.1, provided the readings obtained are less than those required. The resistance of alligator clips or similar attachment devices should be included in the above readings.
In case of dispute, the measurements using the standard electrodes specified should apply.

5.6 Complete clothing

5.6.1 General

Care shall be taken if the complete clothing is made up of more than one piece (e.g. separate jacket or trousers) to ensure that the method of attachment of the individual pieces can be made electrically sound and that they cover the body of the worker completely.

5.6.2 Visual checking

A visual inspection shall be made of the complete clothing to ensure that it is the correct size stated and that all component parts fit together. Zip fasteners, metal press studs and metal hooks and eyes shall be checked to ensure that they are correctly inserted and that nothing prevents them from making good electrical contact. The stitching shall be examined to ensure that it is continuous and that the two or more pieces being joined are in good electrical contact.

The visual inspection shall ensure that the agreed blue triangle denoting conductive clothing is prominently affixed on each conductive item of the complete suit.

5.6.3 Electrical resistance

All components of the clothing intended for use together shall be assembled according to the manufacturer's instructions and the electrical resistance measured between the following points:

- a) In the case of two or more piece suits, three or more points shall be chosen, in accordance with Sub-clause 5.5, and shall be 50 mm from the edge of each joint, as noted in the relevant sub-clause.
- b) In addition to the measurements required in Sub-clause 5.5, measurements shall be made, using the procedures specified in Clause 5, as applicable:
 - palm of each hand,
 - sole of each foot,
 - palm of each hand and sole of each foot,
 - bonding lead and each palm,
 - bonding lead and each foot,
 - hood, face shield, shielding hat and neck of suit (see Appendix D).

La résistance entre les parties du vêtement, mentionnées ci-dessus, ne doit pas excéder 60 Ω .

Note. — La note à la fin du paragraphe 5.5.3 s'applique aussi à ce paragraphe.

5.6.4 Effet d'écran

Cet essai doit être réalisé avec une tension phase/terre maximale égale à celle pour laquelle le vêtement est utilisé. La terre doit se trouver au moins à la distance D donnée par la formule:

$$D = \frac{U_{\text{essai}}}{100} + 0,5 \text{ (avec } D \text{ en m et } U \text{ en kV)}$$

Le mannequin doit être équipé avec:

- une ceinture conductrice portée sur la peau,
- une combinaison isolante,
- le vêtement conducteur essayé complet (ceci inclut l'écran facial ou tout autre moyen similaire de protection du visage). (Voir annexe E.)

Il faut vérifier, avant et après l'essai, la bonne isolation entre le vêtement conducteur et la ceinture conductrice portée par le mannequin.

On lit directement sur l'ampèremètre blindé:

- le courant total, I_1 , s'écoulant entre l'électrode de potentiel et le vêtement conducteur relié à la ceinture conductrice.
- le courant I_2 s'écoulant entre l'électrode de potentiel et la ceinture conductrice.

Le rapport $\frac{I_1}{I_2}$ doit être tel que le coefficient d'efficacité $\frac{I_1}{I_1 + I_2}$ ne soit pas inférieur à 99%.

Note. — 99% correspond à 40 dB (voir Norme ISO 479).

SECTION QUATRE — CLAUSES PARTICULIÈRES

6. Essais sur prélèvement

Les essais sur prélèvement, après accord entre le fabricant et l'acheteur, peuvent reprendre tout ou partie des essais de type décrits auparavant. Ils doivent être réalisés sous la responsabilité du fabricant qui devra en laisser les résultats à la disposition de l'acheteur. Le plan d'échantillonnage et le niveau de qualité acceptable doivent être conformes au tableau suivant.

TABLEAU I

Dimension du lot	Dimension de l'échantillon	Nombre d'échantillons défectueux acceptés	Nombre d'échantillons défectueux refusés
2 à 15	2	0	1
16 à 25	3	0	1
26 à 90	5	0	1
91 à 150	8	0	1
151 à 500	13	1	2
501 à 1 200	20	1	2
1 201 à 10 000	32	2	3

7. Essais individuels de série

- 7.1 Si les différentes parties du vêtement conducteur sont fournies par un seul fournisseur, celui-ci doit contrôler sur chaque vêtement:

The resistance between any of the above parts shall not exceed 60 Ω .

Note. — The note at the end of Sub-clause 5.5.3 should apply also to this sub-clause.

5.6.4 Screening effect

This test shall be carried out under the maximum phase/earth voltage for which the clothing is used. The ground shall be at least at a distance D given by formula:

$$D = \frac{U_{\text{test}}}{100} + 0.5 \text{ (with } D \text{ in m and } U \text{ in kV)}$$

The manikin shall be equipped with:

- a conductive belt placed against the skin,
- an insulating suit,
- the complete conductive suit under test (which includes the face shield or any other means to protect the face). (See Appendix E.)

Good insulation between the conductive suit and the conductive belt worn by the manikin shall be checked before and after the test.

Direct reading is made on the shielded ammeter of:

- the total current I_1 , flowing between the live electrode and the conductive suit connected to its conductive belt.
- the current I_2 flowing between the live electrode and the conductive belt.

The ratio $\frac{I_1}{I_2}$ shall be such that the efficiency coefficient $\frac{I_1}{I_1 + I_2}$ shall be not less than 99%.

Note. — 99% corresponds to 40 dB (see ISO Standard 479).

SECTION FOUR — SPECIAL CLAUSES

6. Sampling tests

After agreement between the manufacturer and the purchaser, all the type tests described above or only part of them, may 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 purchaser. The sampling plan and the acceptable quality level shall be as in the following table:

TABLE I

Lot or batch size	Sample size	Acceptance number	Rejection number
2 to 15	2	0	1
16 to 25	3	0	1
26 to 90	5	0	1
91 to 150	8	0	1
151 to 500	13	1	2
501 to 1 200	20	1	2
1 201 to 10 000	32	2	3

7. Routine tests

- 7.1 If the different parts of the conductive suit are provided by one supplier, he shall check on each conductive suit:

- a) la qualité,
- b) la compatibilité,
- c) la continuité électrique.

7.2 Si l'acheteur se fournit chez différents fournisseurs pour les différentes parties du vêtement, chaque fournisseur devra contrôler sur chaque produit:

- a) la forme générale,
- b) la résistance électrique.

Recommandation: L'acheteur devra vérifier la compatibilité et la continuité électrique des différentes parties du vêtement complet.

TABLEAU II

Partie du vêtement	Gants conducteurs	Chausses conductrices	Chaussures conductrices	Cagoule et écran facial	Vêtement sans accessoires	Vêtement complet
Paragraphe	5.1	5.2	5.3	5.4	5.5	5.6

8. Essais et contrôles de réception

Comme il est défini sous la référence VEI 151-04-20 de la Publication 50 (151) de la CEI, un essai de réception est un essai contractuel ayant pour objet de prouver à l'acheteur que le dispositif répond à certaines conditions de sa spécification. Ces essais peuvent être effectués sur chaque unité (essais individuels de série) ou seulement sur quelques échantillons (essais sur prélèvement).

Si l'acheteur indique dans sa spécification que le produit 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 indiqués dans cette spécification.

L'acheteur 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.

L'acheteur peut désirer assister aux essais, y envoyer un témoin, ou simplement faire confiance aux essais effectués par le fabricant. Il peut également spécifier que les essais doivent être effectués dans un laboratoire indépendant de son choix ou même dans son laboratoire.

Enfin, l'acheteur peut demander des essais complémentaires ou augmenter l'importance des prélèvements quand il s'adresse à un nouveau fabricant en raison de certains problèmes rencontrés avec un fournisseur particulier ou parce que son achat se rapporte soit à un nouveau produit, soit à un nouveau procédé de fabrication.

9. Modification

Avant d'apporter toute modification de toute caractéristique spécifiée ou non dans la présente norme, le fabricant doit obtenir l'agrément de l'acheteur.

Toute modification des vêtements conducteurs peut demander de nouveaux essais de type, repris dans leur totalité ou en partie (si le degré de modification le justifie) aussi bien qu'un changement de la référence du type.

- a) quality,
- b) compatibility,
- c) electrical continuity.

7.2 If the user buys the different parts of the suit from different suppliers each supplier shall check on each product:

- a) general fashion,
- b) electrical resistance.

Recommendation: The purchaser should verify the compatibility and the electrical continuity of the different parts of the complete suit.

TABLE II

Part of suit	Conductive gloves	Conductive socks	Conductive footwear	Hood and face shielding	Conductive suit without fittings	Complete clothing
Sub-clause	5.1	5.2	5.3	5.4	5.5	5.6

8. Acceptance checks and tests

An acceptance test is a contractual test to prove to the purchaser that the device meets certain conditions of its specification (see IEC Publication 50 (151), reference number IEV 151-04-20). These tests may be carried out on every unit (routine tests) or on a sample unit (sampling test).

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

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

The purchaser 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 choosing or even in his own laboratory.

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

9. Modification

Before carrying out any modification of any characteristic, whether specified herein or not, the manufacturer shall obtain the agreement of the purchaser.

Any modification of conductive suits may require new type tests, in whole or in part (if the degree of modification so justifies) as well as a change of the type reference.

ANNEXE A

DÉTERMINATION DES PROPRIÉTÉS DE RÉSISTANCE ÉLECTRIQUE D'UN TISSU
DESTINÉ AUX VÊTEMENTS CONDUCTEURS POUR TRAVAUX SOUS TENSION.
ÉVALUATION DE LA PEINTURE CONDUCTRICE

La peinture conductrice appliquée sur la surface de l'éprouvette est essentielle pour la mesure d'une valeur correcte de la résistance surfacique.

La procédure d'essai décrite dans cette annexe permet une évaluation du degré de conductivité de la peinture conductrice.

A1. Procédure

- On recouvrira une plaque de verre de deux couches de la peinture à essayer. On laissera sécher la première couche avant d'appliquer la seconde. L'épaisseur totale de peinture devra avoisiner 50 μm . La surface peinte devra être d'au moins 200 mm $\times$ 200 mm.
- La résistivité de surface de la peinture sera déterminée en utilisant la procédure d'essai décrite au paragraphe auquel cette annexe apporte des précisions.

A2. Appréciation

- La moyenne arithmétique des trois valeurs de résistance de surface devra être inférieure à 1 Ω .
- Aucune valeur individuelle ne devra être supérieure à 2 Ω .
- La prétendue «peinture à l'argent» utilisée comme peinture de surface pour des raisons esthétiques ou de protection anti-corrosion est en réalité de la peinture à l'aluminium et n'est pas convenable comme peinture conductrice.

A3. Remarques

- Comme peinture conductrice, la peinture colloïdale à l'argent est recommandée.
- La peinture à l'argent à grande conductivité est disponible dans le commerce en deux variétés: séchage à l'air libre ou séchage par cuisson à basse température.
- Avant d'utiliser une peinture conductrice comme matériau d'électrode, il faut s'assurer que le solvant contenu dans la peinture n'attaque pas l'éprouvette et ne change donc pas ses propriétés électriques.

APPENDIX A

DETERMINATION OF ELECTRICAL RESISTANCE PROPERTIES OF
FABRIC INTENDED FOR CONDUCTIVE CLOTHING FOR LIVE WORKING.
EVALUATION OF CONDUCTIVE PAINT

The conductive paint applied to the test specimen surface is essential for the measurement of the correct value for the surface resistance.

The test procedure as described in this appendix allows for an evaluation of the degree of conductivity of a conductive paint.

A1. Procedure

- A glass plate should be coated with two layers of the paint under test. Allow for a drying period between the two layers. The maximum value of the thickness of total coating should be close to 50 μm . The surface coated should be at least 200 mm $\times$ 200 mm.
- The surface resistivity of the coating will be determined according to the test procedure described in Sub-clause 4.6. More details on this test procedure are given in this appendix.

A2. Appreciation

- The arithmetic mean value of the three measured surface resistance values should be less than 1 Ω .
- No individual value should be greater than 2 Ω .
- The so-called “silver paint” used as surface paint for esthetic reasons or protection against corrosion is in reality aluminium paint and is not suitable as conductive paint.

A3. Remarks

- As conductive paint, colloidal silver paint is recommended.
- Silver paint is available commercially with a high conductivity, either air-drying or low-temperature baking varieties.
- Before a conductive paint is used as an electrode material, it should be established that the solvent in the paint does not attack the material so as to change its electrical properties.

EXEMPLE DE MÉTHODE D'APPLICATION DE LA PEINTURE CONDUCTRICE
EXAMPLE OF APPLICATION OF THE CONDUCTIVE COATING

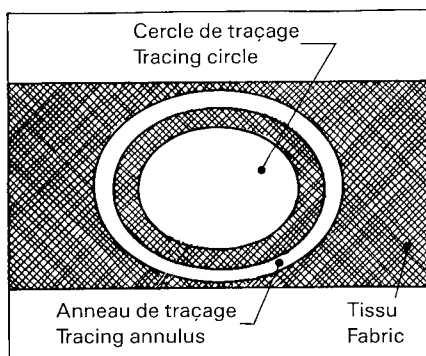


FIG. A1. – Surface à peindre, couverte par le cercle et l'anneau de traçage.
Area to be painted, covered with circle and annulus for tracing.

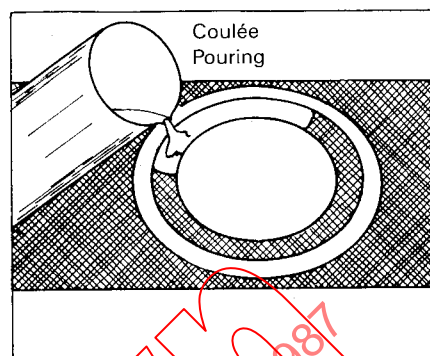


FIG. A2. – Dépôt de paraffine liquide entre le cercle et l'anneau de traçage.
Pouring of liquid paraffin between tracing circle and annulus.

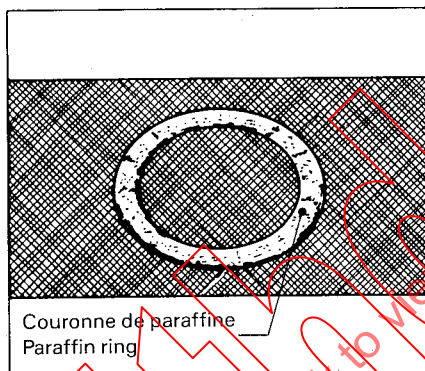


FIG. A3. – Couronne de paraffine après séchage et retrait du cercle et de l'anneau de traçage.
Solidified paraffin ring after removal of the tracing circle and annulus.

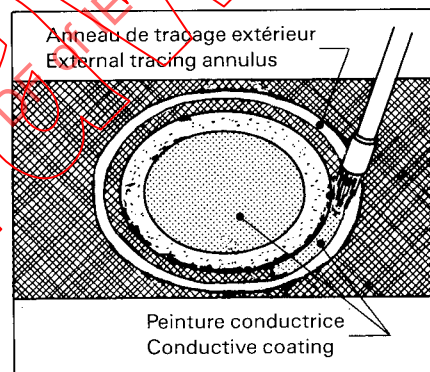


FIG. A4. – Application de la peinture conductrice.
Application of the conductive coating.

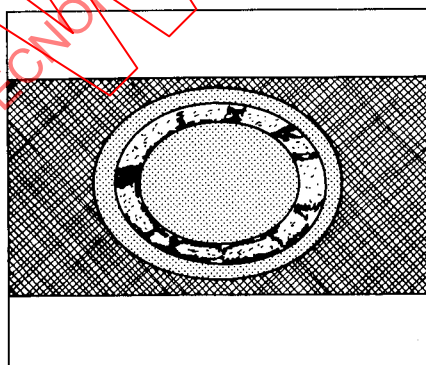


FIG. A5. – Retrait de la couronne de paraffine après séchage de la peinture.
The paraffin ring can be peeled off when the paint has dried.

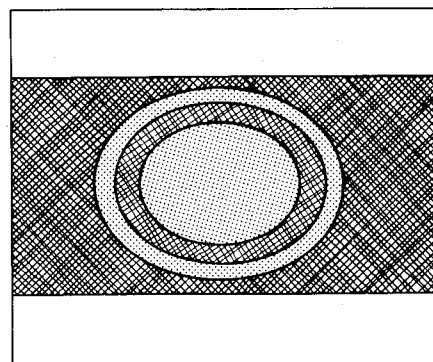
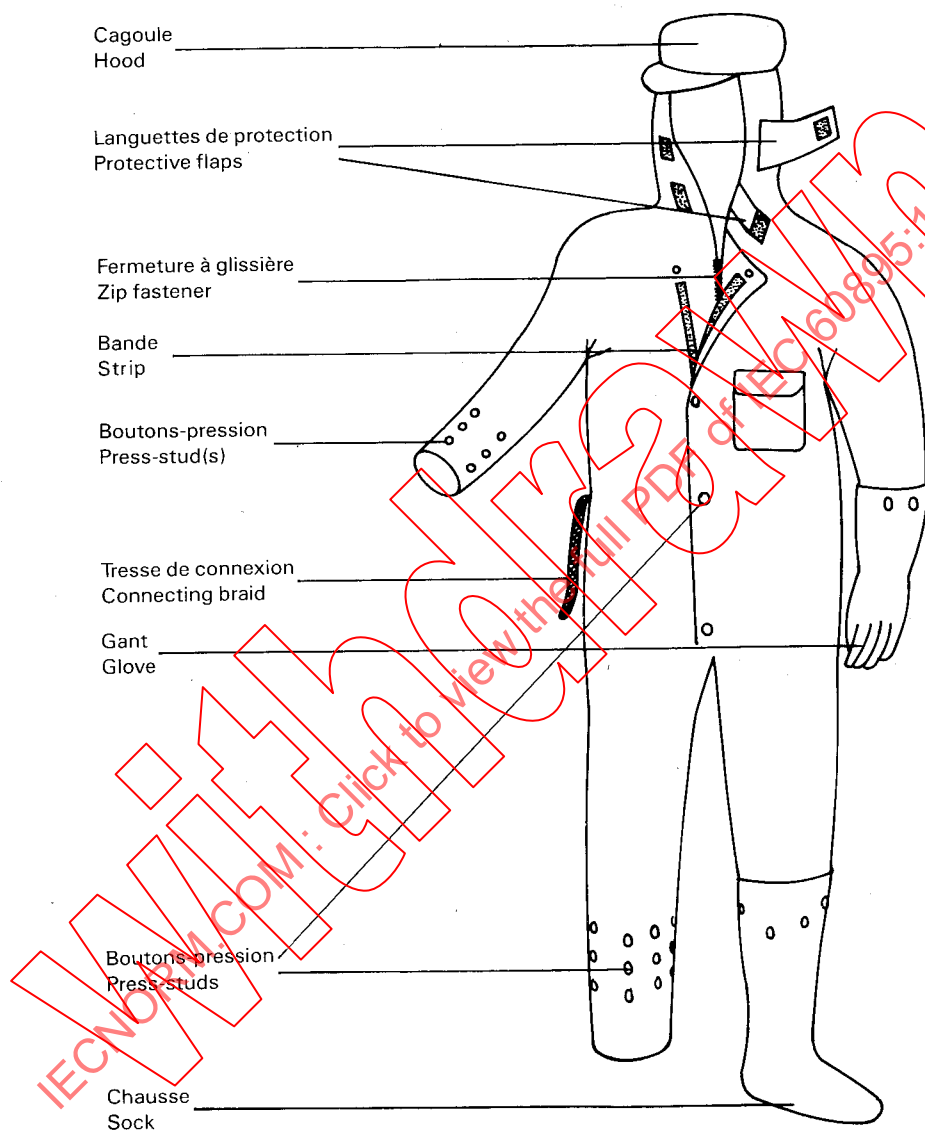


FIG. A6. – Éprouvette prête pour la mesure.
Test piece ready for the measurement.

ANNEXE B

APPENDIX B

EXEMPLE DE DESCRIPTION
GÉNÉRALE DU VÊTEMENTEXAMPLE OF GENERAL
ARRANGEMENT OF SUIT

ANNEXE C

APPENDIX C

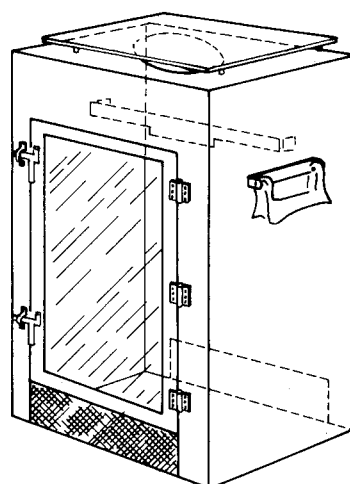


FIGURE C1

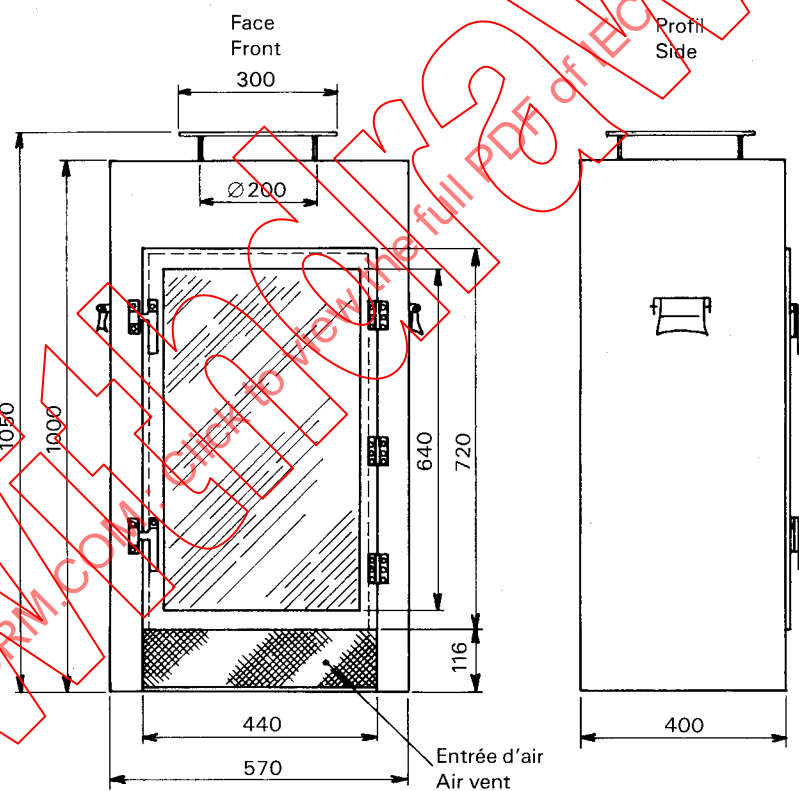


FIGURE C3

FIGURE C2

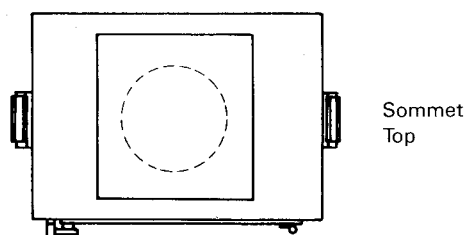


FIGURE C4

Dimensions en millimètres
Dimensions in millimetres