

**RAPPORT
TECHNIQUE
TECHNICAL
REPORT**

**CEI
IEC
1423-1**

Première édition
First edition
1995-06

**Câbles chauffants pour applications
industrielles –**

Partie 1:
Prescriptions de performance
et méthodes d'essai

Heating cables for industrial applications –

Part 1:
Performance requirements and test methods



Numéro de référence
Reference number
CEI/IEC 1423-1: 1995

Numéros des publications

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

Publications consolidées

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

Validité de la présente publication

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

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

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

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

Terminologie, symboles graphiques et littéraux

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

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

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

Numbering

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

Consolidated publications

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

Validity of this publication

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

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

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

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

Terminology, graphical and letter symbols

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

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

* See web site address on title page.

**RAPPORT
TECHNIQUE – Type 2
TECHNICAL
REPORT – Type 2**

**CEI
IEC
1423-1**

Première édition
First edition
1995-06

**Câbles chauffants pour applications
industrielles –**

Partie 1:
Prescriptions de performance
et méthodes d'essai

Heating cables for industrial applications –

Part 1:
Performance requirements and test methods

© CEI 1995 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

M

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

SOMMAIRE

	Pages
AVANT-PROPOS	4
Articles	
1 Généralités	8
1.1 Domaine d'application	8
1.2 Références normatives	8
1.3 Dispositions de base	8
2 Définitions	10
3 Performance du câble	10
4 Marques et indications	10
4.1 Marque d'origine et repérage du câble	10
4.2 Autres informations	12
5 Méthodes d'essai et prescriptions	12
5.1 Conditions d'essai et échantillons	12
5.2 Essais de type	12
5.2.1 Essais électriques	12
5.2.2 Essai d'endurance thermique	16
5.2.3 Essais mécaniques	16
5.2.4 Essai de souplesse	20
5.2.5 Résistance à la propagation de la flamme	20
5.3 Essai de routine	20
5.3.1 Contrôle de la puissance	20
5.3.2 Essais diélectriques	20
Figure 1 – Appareil pour l'essai d'enroulement à froid	24

CONTENTS

	Page
FOREWORD	5
Clause	
1 General	9
1.1 Scope	9
1.2 Normative references	9
1.3 Basic provisions	9
2 Definitions	11
3 Cable performance	11
4 Marking	11
4.1 Indication of origin and cable identification	11
4.2 Additional information	13
5 Test methods and requirements	13
5.1 Test conditions and samples	13
5.2 Type tests	13
5.2.1 Electrical tests	13
5.2.2 Thermal endurance test	17
5.2.3 Mechanical tests	17
5.2.4 Flexibility test	21
5.2.5 Flame retardance	21
5.3 Routine tests	21
5.3.1 Output characteristic test	21
5.3.2 Dielectric tests	21
Figure 1 – Cold bend test apparatus	25

COMMISSION ÉLECTROTECHNIQUE INTERNATIONALE

CÂBLES CHAUFFANTS POUR APPLICATIONS INDUSTRIELLES -

Partie 1: Prescriptions de performance et méthodes d'essai

AVANT-PROPOS

- 1) La CEI (Commission Electrotechnique Internationale) est une organisation mondiale de normalisation composée de l'ensemble des comités électrotechniques nationaux (Comités nationaux de la CEI). La CEI a pour objet de favoriser la coopération internationale pour toutes les questions de normalisation dans les domaines de l'électricité et de l'électronique. A cet effet, la CEI, entre autres activités, publie des Normes internationales. Leur élaboration est confiée à des comités d'études, aux travaux desquels tout Comité national intéressé par le sujet traité peut participer. Les organisations internationales, gouvernementales et non gouvernementales, en liaison avec la CEI, participent également aux travaux. La CEI collabore étroitement avec l'Organisation Internationale de Normalisation (ISO), selon des conditions fixées par accord entre les deux organisations.
- 2) Les décisions ou accords officiels de la CEI en ce qui concerne les questions techniques, préparés par les comités d'études 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.
- 3) Ces décisions constituent des recommandations internationales publiées sous forme de normes, de rapports techniques ou de guides et agréées comme telles par les Comités nationaux.
- 4) Dans le but d'encourager l'unification internationale, les Comités nationaux de la CEI s'engagent à appliquer de façon transparente, dans toute la mesure possible, les Normes internationales de la CEI dans leurs normes nationales et régionales. Toute divergence entre la norme de la CEI et la norme nationale ou régionale correspondante doit être indiquée en termes clairs dans cette dernière.
- 5) La CEI n'a fixé aucune procédure concernant le marquage comme indication d'approbation et sa responsabilité n'est pas engagée quand un matériel est déclaré conforme à l'une de ses normes.

La tâche principale des comités d'études de la CEI est d'élaborer des Normes internationales. Exceptionnellement, un comité d'études peut proposer la publication d'un rapport technique de l'un des types suivants:

- type 1, lorsque, en dépit de maints efforts, l'accord requis ne peut être réalisé en faveur de la publication d'une Norme internationale;
- type 2, lorsque le sujet en question est encore en cours de développement technique ou lorsque, pour une raison quelconque, la possibilité d'un accord pour la publication d'une Norme internationale peut être envisagée pour l'avenir mais pas dans l'immédiat;
- type 3, lorsqu'un comité d'études a réuni des données de nature différente de celles qui sont normalement publiées comme Normes internationales, cela pouvant comprendre, par exemple, des informations sur l'état de la technique.

Les rapports techniques de types 1 et 2 font l'objet d'un nouvel examen trois ans au plus tard après leur publication afin de décider éventuellement de leur transformation en Normes internationales. Les rapports techniques de type 3 ne doivent pas nécessairement être révisés avant que les données qu'ils contiennent ne soient plus jugées valables ou utiles.

La CEI 1423-1, rapport technique de type 2, a été établie par le sous-comité 20B: Câbles de basse tension, du comité d'études 20 de la CEI: Câbles électriques.

INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION

HEATING CABLES FOR INDUSTRIAL APPLICATIONS –

Part 1: Performance requirements and test methods

FOREWORD

- 1) The IEC (International Electrotechnical Commission) is a worldwide organization for standardization comprising all national electrotechnical committees (IEC National Committees). The object of the IEC is to promote international cooperation on all questions concerning standardization in the electrical and electronic fields. To this end and in addition to other activities, the IEC publishes International Standards. Their preparation is entrusted to technical committees; any IEC National Committee interested in the subject dealt with may participate in this preparatory work. International, governmental and non-governmental organizations liaising with the IEC also participate in this preparation. The IEC collaborates closely with the International Organization for Standardization (ISO) in accordance with conditions determined by agreement between the two organizations.
- 2) 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.
- 3) They have the form of recommendations for international use published in the form of standards, technical reports or guides and they are accepted by the National Committees in that sense.
- 4) In order to promote international unification, IEC National Committees undertake to apply IEC International Standards transparently to the maximum extent possible in their national and regional standards. Any divergence between the IEC Standard and the corresponding national or regional standard shall be clearly indicated in the latter.
- 5) The IEC provides no marking procedure to indicate its approval and cannot be rendered responsible for any equipment declared to be in conformity with one of its standards.

The main task of IEC technical committees is to prepare International Standards. In exceptional circumstances, a technical committee may propose the publication of a technical report of one of the following types:

- type 1, when the required support cannot be obtained for the publication of an International Standard, despite repeated efforts;
- type 2, when the subject is still under technical development or where for any other reason there is the future but not immediate possibility of an agreement on an International Standard;
- type 3, when a technical committee has collected data of a different kind from that which is normally published as an International Standard, for example "state of the art".

Technical reports of types 1 and 2 are subject to review within three years of publication to decide whether they can be transformed into International Standards. Technical reports of type 3 do not necessarily have to be reviewed until the data they provide are considered to be no longer valid or useful.

IEC 1423-1, which is a technical report of type 2, has been prepared by sub-committee 20B: Low-voltage cables, of IEC technical committee 20: Electrical cables.

Le texte de ce rapport technique est issu des documents suivants:

DIS	Rapport de vote	Amendement au DIS	Rapport de vote
20B(BC)121	20B(BC)134	20B(BC)144	20B(BC)151

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

Le présent document est publié dans la série des rapports techniques de type 2 (conformément au paragraphe G.4.2.2 de la partie 1 des Directives CEI/ISO) comme «norme prospective d'application provisoire» dans le domaine des isolateurs car il est urgent d'avoir des indications sur la meilleure façon d'utiliser les normes dans ce domaine afin de répondre à un besoin déterminé.

Ce document ne doit pas être considéré comme une «Norme internationale». Il est proposé pour une mise en oeuvre provisoire, dans le but de recueillir des informations et d'acquérir de l'expérience quant à son application dans la pratique. Il est de règle d'envoyer les observations éventuelles relatives au contenu de ce document au Bureau Central de la CEI.

Il sera procédé à un nouvel examen de ce rapport technique de type 2 trois ans au plus tard après sa publication, avec la faculté d'en prolonger la validité pendant trois autres années, de le transformer en Norme internationale ou de l'annuler.

The text of this technical report is based on the following documents:

DIS	Report on voting	Amendment to DIS	Report on voting
20B(CO)121	20B(CO)134	20B(CO)144	20B(CO)151

Full information on the voting for the approval of this technical report can be found in the reports on voting indicated in the above table.

This document is issued in the type 2 technical report series of publications (according to G.4.2.2 of part 1 of the IEC/ISO Directives) as a "prospective standard for provisional application" in the field of insulators because there is an urgent requirement for guidance on how standards in this field should be used to meet an identified need.

This document is not to be regarded as an "International Standard". It is proposed for provisional application so that information and experience of its use in practice may be gathered. Comments on the content of this document should be sent to the IEC Central Office.

A review of this type 2 technical report will be carried out not later than three years after its publication, with the options of either extension for a further three years or conversion to an International Standard or withdrawal.

CÂBLES CHAUFFANTS POUR APPLICATIONS INDUSTRIELLES –

Partie 1: Prescriptions de performance et méthodes d'essai

1 Généralités

1.1 *Domaine d'application*

Le présent rapport technique s'applique aux câbles chauffants étanches à l'eau de tension assignée supérieure à 50 V mais ne dépassant pas 450/750 V en courant alternatif, avec des éléments à résistances ayant un coefficient de température positif, destinés à une majorité d'applications industrielles telles que le traçage de conduits et le chauffage de chaudières de réaction et des équipements associés. Il s'applique uniquement à la partie chauffante du câble et non pas à tout l'élément complet comprenant les sorties froides et les extrémités. Les câbles chauffants non étanches à l'eau ne sont pas pris en considération.

Ce rapport technique, CEI 1423-1, est rédigé en termes de performance et la CEI 1423-2 en termes de dimensions et de caractéristiques des matériaux.

1.2 *Références normatives*

Les documents normatifs suivants contiennent des dispositions qui, par suite de la référence qui y est faite, constituent des dispositions valables pour le présent rapport technique. Au moment de la publication, les éditions indiquées étaient en vigueur. Tout document normatif est sujet à révision et les parties prenantes aux accords fondés sur le présent rapport technique sont invitées à rechercher la possibilité d'appliquer les éditions les plus récentes des documents normatifs ci-après. Les membres de la CEI et de l'ISO possèdent le registre des Normes internationales en vigueur.

CEI 227-2: 1979, *Conducteurs et câbles isolés au polychlorure de vinyle, de tension nominale au plus égale à 450/750 V – Deuxième partie: Méthodes d'essai*

CEI 332-1: 1993, *Essais des câbles électriques soumis au feu – Partie 1: Essai sur un conducteur ou câble isolé vertical*

CEI 811-1-2: 1985, *Méthodes d'essais communes pour les matériaux d'isolation et de gainage des câbles électriques – Première partie: Méthodes d'application générale – Section deux: Méthodes de vieillissement thermique*
Amendement 1 (1989)

CEI 1423-2: 1995, *Câbles chauffants pour applications industrielles – Partie 2: Constitution des câbles et caractéristiques des matériaux*

1.3 *Dispositions de base*

Les câbles chauffants doivent être conçus et construits pour fournir une durabilité électrique, thermique et mécanique telle qu'en usage normal, leur fonctionnement soit sûr et sans danger pour l'utilisateur ou l'environnement.

HEATING CABLES FOR INDUSTRIAL APPLICATIONS –

Part 1: Performance requirements and test methods

1 General

1.1 Scope

This technical report applies to waterproof heating cables having a rated voltage greater than 50 V but not exceeding 450/750 V a.c. with positive temperature co-efficient resistive elements for a majority of industrial applications such as pipe tracing and heating of vessels and associated equipment. It applies only to the heated part of the cable and not to any complete unit including cold tails and terminations. Non-waterproof heating cables are not considered.

This technical report, IEC 1423-1, is written in terms of performance parameters and IEC 1423-2 in terms of dimensions and material properties.

1.2 Normative references

The following normative documents contain provisions which, through reference in this text, constitute provisions of this technical report. At the time of publication, the editions indicated were valid. All normative documents are subject to revision and parties to agreements based on this technical report are encouraged to investigate the possibility of applying the most recent editions of the normative documents indicated below. Members of IEC and ISO maintain registers of currently valid International Standards.

IEC 227-2: 1979, *Polyvinyl chloride insulated cables of rated voltages up to and including 450/750 V – Part 2: Test methods*

IEC 332-1: 1993, *Tests on electric cables under fire conditions – Part 1: Test on a single vertical insulated wire or cable*

IEC 811-1-2: 1985, *Common test methods for insulating and sheathing materials of electric cables – Part 1: Methods for general application – Section Two: Thermal ageing methods*
Amendment 1 (1989)

IEC 1423-2: 1995, *Heating cables for industrial applications – Part 2: Constructional and material requirements*

1.3 Basic provisions

Heating cables shall be designed and constructed to give electrical, thermal and mechanical durability so that in normal use their performance is reliable and without danger to the user or surroundings.

2 Définitions

Pour les besoins du présent rapport technique, les définitions suivantes s'appliquent:

2.1 câble chauffant: Câble avec ou sans blindage, écran, gaine ou armure métallique prévu pour produire de la chaleur.

2.2 gaine: Revêtement tubulaire uniforme et continu d'un matériau métallique ou non métallique, généralement extrudé.

2.3 température maximale de fonctionnement: Température la plus élevée déclarée par le constructeur à laquelle le câble peut être exposé soit de façon continue soit pour une durée spécifiée par le contact avec un conducteur chauffé ou par des conditions ambiantes.

2.4 tension assignée: Tension à laquelle les caractéristiques diélectriques se réfèrent.

2.5 tension de service: Tension à laquelle les caractéristiques de fonctionnement se réfèrent.

2.6 câble chauffant en parallèle: Câble constitué d'éléments chauffants isolés qui sont électriquement connectés en parallèle, soit de façon continue, soit en zones, de telle sorte que la puissance disponible par unité de longueur est constante, quelle que soit la longueur du câble.

2.7 câble chauffant en série: Câble monoconducteur ou multiconducteur utilisant des conducteurs chauffants isolés connectés en série à une source d'énergie.

2.8 courant de démarrage: Courant transitoire passant à travers l'élément chauffant à la tension de service lorsque le câble est mis sous tension à une température spécifiée.

2.9 température minimale d'installation assignée: Température la plus basse à laquelle le câble chauffant peut être installé.

3 Performance du câble

La performance du câble doit être définie par les caractéristiques électriques, thermiques et mécaniques ainsi que par sa résistance à la propagation de la flamme, selon le cas.

4 Marques et indications

4.1 *Marque d'origine et repérage du câble*

Tous les câbles chauffants doivent être identifiés de l'une des façons suivantes par le nom ou la marque de fabrique du fournisseur ou du fabricant, ainsi que par la référence d'identification du câble:

- par un marquage durable à l'encre, en relief ou en creux, sur l'enveloppe isolante ou la gaine ou un ruban d'identification conforme à 1.8 de la CEI 227-2;
- par une étiquette durable attachée à chaque longueur de câble.

2 Definitions

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

- 2.1 **heating cable:** Cable, with or without a metallic shield, screen, sheath or armour intended for heating purposes.
- 2.2 **sheath:** Uniform and continuous tubular covering of metallic or non-metallic material, generally extruded.
- 2.3 **maximum withstand temperature:** Highest temperature specified by the manufacturer to which the cable may be exposed continuously or for a period of time by contact with a heated conductor or by ambient conditions.
- 2.4 **rated voltage:** Voltage to which the dielectric characteristics are referred.
- 2.5 **operating voltage:** Voltage in which performance characteristics are referred.
- 2.6 **parallel heating cable:** Cable consisting of insulated heating elements that are electrically connected in parallel, either continuously or in zones, such that the power output per unit length is maintained irrespective of any change in length.
- 2.7 **series heating cable:** Single or multi-core cable using insulated heating conductors which are connected in series across a power source.
- 2.8 **starting (inrush) current:** Transient current passing through the heating element at operating voltage when the cable is energized at a specified temperature.
- 2.9 **rated minimum installation temperature:** Lowest temperature at which the heating cable may be installed.

3 Cable performance

Cable performance shall be defined by electrical, thermal and mechanical characteristics and flame retardance where applicable.

4 Marking

4.1 *Indication of origin and cable identification*

All heating cables shall be identified with the manufacturer's or supplier's name or trade mark, and cable identification reference, in one of the following ways:

- by durable printing or embossing on the insulation, or sheath or marker tape in accordance with 1.8 of IEC 227-2;
- by a durable label attached to each length of cable.

4.2 *Autres informations*

En plus des prescriptions de 4.1, chaque longueur de câble doit, selon le cas, porter les informations suivantes sur l'étiquette:

4.2.1 Type de câble: S (Série) ou P (Parallèle)

4.2.2 Tension de service maximale (V/valeur efficace)

4.2.3 Résistance (Ω /m ou Ω /longueur de zone)

4.2.4 Température maximale de fonctionnement ($^{\circ}\text{C}$ en fonctionnement continu/ $^{\circ}\text{C}$ pendant une durée)

4.2.5 Catégorie de résistance mécanique L, M ou H; voir 5.2.3.1

4.2.6 Rayon de courbure minimal (mm)

4.2.7 Température d'installation minimale ($^{\circ}\text{C}$)

4.2.8 Débit thermique nominal (W/m à une tension spécifiée)

4.2.9 Souplesse (voir 5.2.4)

L'acheteur doit se reporter aux notices indicatives du fournisseur pour d'autres informations ou pour des instructions concernant l'installation.

5 Méthodes d'essai et prescriptions

5.1 *Conditions d'essai et échantillons*

Sauf spécification contraire, les essais de type et de routine sont effectués à une température ambiante de $23^{\circ}\text{C} \pm 5^{\circ}\text{C}$, les tensions d'essai sont en courant alternatif de 49 Hz à 61 Hz, approximativement en onde sinusoïdale, le rapport valeur de crête/valeur efficace étant égal à $\sqrt{2}$ avec une tolérance de $\pm 7\%$.

On utilise des échantillons séparés pour chaque essai de type. Ils doivent avoir une longueur d'au moins 3 m, sauf spécification contraire, et être préparés conformément aux recommandations des fabricants.

5.2 *Essais de type*

5.2.1 *Essais électriques*

5.2.1.1 *Courant de démarrage*

L'essai doit être effectué dans une chambre froide stabilisée à la température de démarrage à froid déclarée par le fabricant à $\pm 2^{\circ}\text{C}$, sur trois échantillons de câble terminé fixés à une masse thermique (puits à chaleur).

4.2 *Additional information*

In addition to the requirements of 4.1, each length of cable shall carry the following information on the label where relevant.

- 4.2.1 Cable type: S (series) or P (parallel)
- 4.2.2 Maximum operating voltage (V r.m.s.)
- 4.2.3 Resistance (Ω /m or Ω /zone length)
- 4.2.4 Maximum withstand temperature ($^{\circ}$ C continuous/ $^{\circ}$ C time)
- 4.2.5 Mechanical strength category L, M or H; see 5.2.3.1
- 4.2.6 Minimum bending radius (mm)
- 4.2.7 Minimum installation temperature ($^{\circ}$ C)
- 4.2.8 Nominal thermal output (W/m at specified voltage)
- 4.2.9 Flexibility (see 5.2.4)

The purchaser shall refer to the supplier's data sheets for other information or for relevant installation instructions.

5 **Test methods and requirements**

5.1 *Test conditions and samples*

Unless otherwise stated, type and routine tests shall be carried out at an ambient temperature of $23^{\circ}\text{C} \pm 5^{\circ}\text{C}$, the test voltages shall be a.c. 49 Hz to 61 Hz, of approximately sinewave form, the ratio peak value/r.m.s. value being equal to $\sqrt{2}$ with a tolerance of $\pm 7\%$.

Separate samples shall be used for each type test. They shall be at least 3 m in length unless otherwise specified and shall be prepared in accordance with the manufacturer's recommendations.

5.2 *Type tests*

5.2.1 *Electrical tests*

5.2.1.1 *Starting (inrush) current*

The test shall be carried out on three samples of completed cable attached to a thermal mass (heat, sink) in a cold chamber stabilized at the manufacturer's declared cold start temperature $\pm 2^{\circ}\text{C}$.

La tension de service doit être appliquée aux échantillons sans les retirer du froid et un enregistrement continu de l'intensité du courant doit être effectué au cours de la première minute de mise sous tension.

La valeur du courant de démarrage à froid ne doit pas dépasser la valeur déclarée par le fabricant de plus de 10 % au-delà des 10 s qui suivent la mise sous tension.

5.2.1.2 *Résistance d'isolement*

Les câbles doivent être immergés dans l'eau, à l'exception des extrémités dont les âmes conductrices sont dénudées à la température ambiante pendant au moins 1 h avant l'essai. La tension d'essai doit être de 80 V à 500 V en courant continu. La résistance d'isolement ne doit pas être inférieure à 500 M Ω pour une longueur d'échantillon de 3 m; elle doit être mesurée selon les modalités suivantes 1 min après l'application de la tension d'essai.

La tension des câbles série doit être appliquée entre chaque âme et les autres reliées à la gaine métallique extérieure, l'eau ou un revêtement de métal appliqué spécialement pour l'essai.

La tension des câbles parallèles doit être appliquée entre les âmes reliées ensemble et la gaine métallique extérieure, l'eau ou le revêtement de métal.

Les câbles sous gaine métallique ou avec le revêtement de métal appliqué spécialement pour l'essai, peuvent subir l'essai après avoir été retirés de l'eau; cependant, l'essai doit être alors effectué dans l'heure suivant ce retrait.

5.2.1.3 *Essai de tension*

L'essai de tension doit être effectué sur les mêmes échantillons que ceux utilisés en 5.2.1.2 et immédiatement après l'essai de résistance d'isolement.

Les câbles à gaine ou écran métalliques extérieurs doivent être essayés par rapport à la gaine ou un écran extérieurs ou par rapport à une électrode immergée dans l'eau d'un réservoir.

Les câbles sans gaine extérieure métallique doivent être essayés par rapport à une électrode également immergée dans l'eau, ou hors de l'eau par rapport à un revêtement de métal spécialement appliqué au câble.

La tension des câbles doit être appliquée entre les âmes reliées entre elles et la gaine métallique extérieure, l'écran, l'eau ou un revêtement métallique spécial. De plus, la tension des câbles série doit être appliquée à tour de rôle à chaque conducteur, les autres étant reliés à la gaine métallique extérieure à l'eau ou à un revêtement de métal spécialement appliqué au câble.

La tension d'essai doit être de $(2 U + 1\ 000)$ V valeur efficace, où U est la tension assignée déclarée par le fabricant; elle doit être appliquée pendant 5 min. Il ne doit se produire aucun claquage.

The operating voltage shall be applied to the samples without removing them from the cold climate and a continuous record of the current flow obtained during the first minute of energization.

The cold start current shall not exceed the manufacturer's declared value by more than 10 % at any time after the first 10 s of energization.

5.2.1.2 *Insulation resistance*

Cables shall be immersed in water, except at terminations or ends where conductors are exposed, at ambient temperature for at least 1 h prior to test. The test voltage shall be 80 V to 500 V d.c. Insulation resistance shall be measured as specified below, 1 min after application of the test voltage and shall be not less than 500 M Ω for a sample of 3,0 m in length.

Series cables shall have the voltage applied between each conductor and the others connected to the outer metallic sheath, water or specially applied metal covering.

Parallel cables shall have the voltage applied between the conductors connected together and the outer metallic sheath, water or metal covering.

Cables with a metallic sheath or specially applied metal covering may be tested after removal from the water, however the test shall then be carried out within 1 h from this removal.

5.2.1.3 *Voltage test*

The voltage test shall be carried out on the same samples used in 5.2.1.2 and immediately after the insulation resistance test.

Cables with a metallic outer sheath or screen shall be tested with reference to the outer sheath or screen or in the water tank with reference to an electrode immersed in the water.

Cables without a metallic outer sheath shall be tested with reference to an electrode also immersed in the water, or outside the water bath by reference to a specially applied metallic covering.

Cables shall have the voltage applied between the conductors connected together and the outer metallic sheath, screen, water or specially applied metallic covering. In addition series cable shall have the voltage applied to each conductor in turn and the others connected to the outer metallic sheath, water or specially applied metallic covering.

The test voltage shall be $(2 U + 1\ 000)$ V r.m.s. where U is the manufacturer's declared rated voltage and shall be applied for 5 min. There shall be no dielectric breakdown.

5.2.1.4 *Contrôle de la puissance dissipée*

La caractéristique de puissance dissipée d'un échantillon approprié doit être contrôlée par la mesure de la résistance en courant continu, la conductance ou le courant à une tension spécifiée et une température ou domaine de températures données le cas échéant. Les valeurs doivent être comprises dans la tolérance décidée entre le fabricant et l'acheteur.

5.2.2 *Essai d'endurance thermique*

Tous les câbles doivent subir avec succès l'essai de pliage spécifié en 5.2.3.4 sauf que cet essai doit être réalisé à la température ambiante, après que le câble a subi un traitement de 760 jours à la température maximale de fonctionnement déclarée par le fabricant (T_{max} °C).

On utilise pour traiter les échantillons une étuve à air telle qu'elle est décrite dans l'article 8 de la CEI 811-1-2, mais le fabricant peut réduire la durée de l'essai en choisissant une température d'essai plus élevée conformément au tableau 1.

Tableau 1 – Durée et température pour essai d'endurance thermique

Température d'essai T_{max} (°C)	0	10	20	30	40	50	60
Durée (jours)	760	380	190	95	48	24	12

5.2.3 *Essais mécaniques*

5.2.3.1 *Classification de la résistance mécanique effective du câble*

Les câbles sont désignés par les lettres L, M ou H (résistance faible, moyenne ou élevée), selon les résultats des essais de déformation et de choc, comme présentés au tableau 2. La valeur la plus basse de la classification de chacun de ces essais détermine la catégorie de résistance mécanique effective du câble.

Tableau 2 – Classification de résistance mécanique effective du câble

Catégorie	Essai de déformation Force N	Essai de choc Hauteur mm
H	≥ 1 500	≥ 800
M	≥ 400	≥ 400
L	≥ 100	≥ 200

5.2.3.2 *Essai de déformation*

L'éprouvette doit être un échantillon de 0,25 m de long prélevé sur le câble terminé.

Chaque éprouvette doit être placée à angle droit à cheval sur une barre d'acier trempé d'un diamètre extérieur de 6,0 mm, elle-même posée sur une surface plane horizontale en acier.

5.2.1.4 Output characteristic test

The output characteristic of an appropriate sample shall be verified by measurement of d.c. resistance, conductance or current at a specified voltage and temperature or range of temperatures where appropriate. The values shall be within the tolerance agreed between manufacturer and purchaser.

5.2.2 Thermal endurance test

All cables shall be capable of maintaining the bend test performance specified in 5.2.3.4 except that it shall be conducted at ambient temperature, after 760 days at the manufacturer's declared maximum withstand temperature (T_{\max} °C).

An air oven as described in clause 8 of IEC 811-1-2 shall be used to treat the samples, but the manufacturer may reduce the test time by selection of a higher test temperature in accordance with table 1.

Table 1 – Time and temperature for thermal endurance test

Test temperature T_{\max} (°C)	0	10	20	30	40	50	60
Time (days)	760	380	190	95	48	24	12

5.2.3 Mechanical tests

5.2.3.1 Mechanical strength classification

Cables shall be designated L, M or H (low, medium or high strength) according to the results of the deformation and impact tests as shown in table 2. The lower classification from each of these tests shall determine the overall mechanical strength category of cable.

Table 2 – Mechanical strength classification

Category	Deformation test Force N	Impact test Height mm
H	≥ 1 500	≥ 800
M	≥ 400	≥ 400
L	≥ 100	≥ 200

5.2.3.2 Deformation test

The test piece shall be a sample of 0,25 m in length taken from the completed cable.

Each piece shall be placed at right angles on top of a hardened steel rod resting on a flat steel plate. The rod shall have an outer diameter of 6,0 mm.

Une force de déformation doit être appliquée graduellement au moyen d'une plaque de pression de 100 mm x 100 mm centrée au point d'intersection de l'éprouvette et de la barre d'acier. Après 30 s d'application de la force de déformation, une tension d'essai de 1 500 V valeur efficace doit être appliquée pendant 1 min entre les conducteurs reliés ensemble et la gaine métallique extérieure ou, en l'absence d'une telle gaine, la barre d'acier connectée à la plaque de pression. Il ne doit pas se produire de claquage. Pour chaque catégorie spécifique (H, M, L), les câbles doivent supporter la force de déformation indiquée au tableau 2.

5.2.3.3 *Essai de choc*

L'éprouvette doit être un échantillon de 0,25 m de long prélevé sur le câble terminé.

Chaque éprouvette doit être positionnée sur une plaque d'acier trempé ayant une masse d'au moins 10 kg, et conditionnée pendant au moins 4 h à la température d'installation minimale déclarée par le fabricant.

Toujours à cette température, l'éprouvette doit être soumise au choc d'un cylindre en acier trempé de 50 mm de diamètre, aux bords lisses arrondis selon un rayon d'environ 5 mm, ayant une masse de 1,8 kg et que l'on fait tomber librement d'une certaine hauteur. Le cylindre reposant toujours sur l'éprouvette, une tension de 1 500 V valeur efficace doit être appliquée pendant 1 min entre les conducteurs reliés ensemble et la gaine métallique extérieure ou, en l'absence d'une telle gaine, le cylindre connecté à la plaque d'acier.

Il ne doit pas se produire de claquage. Après essai, la gaine ne doit présenter aucune craquelure lors de l'examen à l'oeil nu.

Pour une catégorie spécifique (H, M, L), les câbles doivent supporter le choc du cylindre tombant de la hauteur indiquée au tableau 2.

5.2.3.4 *Essai de pliage à froid*

L'appareil utilisé pour l'essai de pliage doit être conforme à la représentation de la figure 1. Les mandrins doivent avoir un rayon égal au rayon de pliage minimal déclaré par le fabricant.

L'éprouvette étant en position, l'appareil est placé dans une enceinte réfrigérée et maintenu à la température d'installation minimale déclarée ± 2 °C pendant au moins 4 h.

A la fin de cette période, et l'éprouvette étant maintenue à la température d'essai, l'éprouvette doit être pliée à 90° sur l'un des mandrins de pliage, puis pliée à 180° dans le sens opposé par-dessus un second mandrin de pliage et redressée pour revenir à sa position d'origine.

Toutes les opérations de pliage doivent être effectuées dans un même plan. Ce cycle d'opérations doit être effectué deux fois à une vitesse uniforme sans dépasser un cycle par 5 s.

Après avoir effectué les opérations ci-dessus, l'éprouvette doit être immergée, à l'exception des extrémités, dans l'eau à $15 \text{ °C} \pm 5 \text{ °C}$ pendant 5 min. L'éprouvette étant toujours immergée, une tension de 1 500 V valeur efficace est appliquée entre les conducteurs reliés ensemble et l'eau pendant 1 min. Il ne doit pas se produire de claquage.

A deformation force shall be applied gradually by means of a 100 mm x 100 mm pressure plate positioned at the point of intersection of the test piece and the steel rod. After 30 s under deformation force, a test voltage of 1 500 V r.m.s. shall be applied for 1 min between the conductors connected together and the outer metallic sheath or if there is no sheath the steel rod connected to the pressure plate. There shall be no dielectric breakdown. For a specific category (H, M, L) cables shall withstand a deformation force indicated in table 2.

5.2.3.3 *Impact test*

The test piece shall be a sample of 0,25 m in length taken from the completed cable.

Each test piece shall be positioned on a hardened steel plate having a mass of at least 10 kg and conditioned for not less than 4 h at the minimum installation temperature declared by the manufacturer.

Whilst at this temperature, the test piece shall be subjected to the impact force of a cylindrical, hardened steel plunger with a diameter of 50 mm with smoothly rounded edges to a radius of about 5 mm, and a mass of 1,8 kg, which is allowed to fall freely from a height. With the plunger still resting on the test piece, a voltage of 1500 V r.m.s. shall be applied for 1 min between the conductors connected together, and the outer metallic sheath, if any, or the test plunger, connected to the steel plate.

There shall be no dielectric breakdown, and after testing the cable surface shall show no cracks when examined with normal vision.

For a specific category (H, M, L) cables shall withstand the impact from the plunger height indicated in table 2.

5.2.3.4 *Cold bend test*

The apparatus used for the bend test shall be as represented in figure 1. The mandrels shall have a radius equal to the minimum bending radius stated by the manufacturer.

With the test piece in position, the apparatus shall be placed in a refrigerated compartment and maintained at the declared minimum installation temperature ± 2 °C for a period not less than 4 h.

At the end of this period, and with the test piece maintained at the test temperature, the test piece shall be bent through 90° over one of the bending mandrels, then bent through 180° in the opposite direction over a second bending mandrel and straightened to its original position.

All the bending operations shall be carried out in the same plane. This cycle of operations shall be carried out twice at a uniform rate and not faster than one cycle per 5 s.

After completion of the above, the test piece shall be immersed except for the end, in water at 15 °C \pm 5 °C for 5 min. Whilst still submerged a voltage of 1 500 V r.m.s. shall then be applied for 1 min between the conductors connected together and the water. There shall be no dielectric breakdown.

5.2.4 Essai de souplesse

NOTE – Il conviendra de réexaminer cet essai en temps utile; ni la méthode d'essai ni les prescriptions d'essai ne sont disponibles à l'heure actuelle.

5.2.5 Résistance à la propagation de la flamme

Lorsqu'un câble est classé comme retardant la flamme, il doit satisfaire aux prescriptions de la CEI 332-1.

5.3 Essai de routine

5.3.1 Contrôle de la puissance

Chaque bobine de câble terminé doit subir l'essai de contrôle de la puissance dissipée comme spécifié en 5.2.1.4.

5.3.2 Essais diélectriques

L'intégrité du diélectrique et de la gaine extérieure du câble doit être vérifiée par les essais indiqués dans le tableau 3.

Aucun claquage ne doit se produire lorsque la tension spécifiée est appliquée pendant 1 min ou lorsque la tension minimale d'essai au défilement est appliquée dans les conditions décrites.

Tableau 3 – Vérification de l'intégrité du diélectrique et de la gaine extérieure

	Câbles connectés en série		Câbles connectés en parallèle
	Monoconducteurs	Multiconducteurs	
Câbles sans gaine métallique, écran ou tresse métallique	Essai de tension indiqué en 5.3.2.1.1 ou essai au défilement de 5.3.2.2	Essai de tension indiqué en 5.3.2.1.1 ou essai au défilement de 5.3.2.2 plus essai diélectrique indiqué en 5.3.2.1.3	Essai de tension indiqué en 5.3.2.1.1 ou essai au défilement de 5.3.2.2
Câbles avec gaine métallique, écran ou tresse métallique			
a) diélectrique entre la couche métallique et le conducteur	Essai de tension indiqué en 5.3.2.1.2	Essai de tension indiqué en 5.3.2.1.2 ou essai au défilement de 5.3.2.2 plus essai diélectrique indiqué en 5.3.2.1.3	Essai de tension indiqué en 5.3.2.1.2.
b) gaine extérieure	Essai de tension ou essai au défilement voir 5.3.2.1.4	Essai de tension ou essai au défilement voir 5.3.2.1.4	Essai de tension ou essai au défilement voir 5.3.2.1.4.

5.3.2.1 Essai de tension

La tension d'essai doit être de $(2 U + 1 000)$ V en valeur efficace où U est la tension assignée déclarée par le fabricant, à l'exception de la gaine extérieure (voir 5.3.2.1.4).

5.2.4 Flexibility test

NOTE – This test should be reconsidered in due time; neither the test method nor the test requirements are available yet.

5.2.5 Flame retardance

When a cable is classified as flame-retardant, it shall comply with the requirements of IEC 332-1.

5.3 Routine tests

5.3.1 Output characteristic test

Every coil of finished cable shall pass the output characteristic test as specified in 5.2.1.4.

5.3.2 Dielectric tests

The integrity of the cable dielectric and oversheath shall be verified by the tests shown in table 3.

No dielectric breakdown shall occur when the specified voltage is applied for 1 min or the minimum spark test voltage is applied under the conditions stated.

Table 3 – Verification of dielectric and oversheath integrity

	Series cables		Parallel cables
	Single conductor	Multiple conductors	
Cables without any metallic sheath, screen or braid	Voltage test as 5.3.2.1.1 or spark test as 5.3.2.2	Voltage test as 5.3.2.1.1 or spark test as 5.3.2.2 plus voltage test as 5.3.2.1.3	Voltage test as 5.3.2.1.1 or spark test as 5.3.2.2
Cables with metallic sheath, screen or braid			
a) dielectric between metallic layer and conductors	Voltage test as 5.3.2.1.2	Voltage test as 5.3.2.1.2 or spark test as 5.3.2.2 plus voltage test as 5.3.2.1.3	Voltage test as 5.3.2.1.2
b) oversheath	Voltage test or spark test, see 5.3.2.1.4	Voltage test or spark test, see 5.3.2.1.4	Voltage test or spark test, see 5.3.2.1.4

5.3.2.1 Voltage tests

The test voltage shall be $(2 U + 1\ 000)$ V r.m.s. where U is the manufacturer's declared rated voltage, with the exception for the oversheath (see 5.3.2.1.4).

Si l'essai de tension est effectué dans l'eau, le câble doit être immergé à la température ambiante pendant au moins 1 h avant l'essai et l'essai doit être effectué dans l'eau ou dans l'air pendant l'heure suivant la sortie de l'eau.

5.3.2.1.1 *Câbles sans gaine métallique, écran ou tresse métallique*

Le câble doit être essayé dans l'eau par rapport à une électrode, elle aussi immergée dans l'eau ou hors de l'eau par rapport à un ruban métallique ou une gaine spécialement mise en place à cet effet.

Pour les câbles connectés en série, la tension doit être appliquée entre les conducteurs et entre chaque conducteur et le point de référence.

Pour les câbles connectés en parallèle, la tension doit être appliquée entre les conducteurs connectés ensemble et le point de référence.

5.3.2.1.2 *Câbles avec gaine métallique, écran ou tresse métallique*

Le câble peut être essayé dans ou hors l'eau.

Pour les câbles connectés en série, la tension doit être appliquée entre les conducteurs et entre chaque conducteur et la gaine métallique, l'écran ou la tresse métallique.

Pour les câbles connectés en parallèle, la tension doit être appliquée entre les conducteurs connectés ensemble et la gaine métallique, l'écran ou la tresse métallique.

5.3.2.1.3 *Diélectrique entre conducteurs*

Pour les câbles multiconducteurs connectés en série, l'intégrité du diélectrique entre les conducteurs peut être essayée dans l'air. L'intégrité du diélectrique doit être vérifiée dans les conditions de tension et de durée définies en 5.3.2.1 successivement entre chaque paire de conducteurs.

5.3.2.1.4 *Intégrité de la gaine extérieure*

Une gaine extérieure polymère peut être appliquée au-dessus de la gaine métallique, de l'écran ou de la tresse métallique pour la protection mécanique ou contre la corrosion.

L'intégrité de cette gaine doit être vérifiée par:

- soit un essai au défilement conforme à 5.3.2.2 à une tension minimale de 3 000 V;
- soit un essai de tension dans l'eau à une tension minimale de 500 V en courant continu ou alternatif appliquée entre la gaine métallique, l'écran ou la tresse métallique et une électrode de référence.

5.3.2.2 *Essai au défilement*

La tension d'essai ne doit pas être inférieure à 4 500 V en courant continu ou alternatif à fréquence industrielle ou en haute fréquence ou d'une autre forme. Elle doit être appliquée entre les conducteurs connectés entre eux et l'électrode de contact de l'appareil si le câble ne comporte pas de gaine métallique, d'écran ou tresse métallique, ou entre la gaine métallique, l'écran ou la tresse métallique et l'électrode de contact.

If the voltage test is carried out in water, the cable shall be immersed at ambient temperature for at least 1 h prior to the test and shall be tested in water, or in air, within 1 h of removal from the water.

5.3.2.1.1 *Cables without any metallic sheath, screen or braid*

The cable shall be tested in water by reference to an electrode also immersed in the water or out of the water by reference to a specially applied metallic tape or sheath.

For series cables the voltage shall be applied between conductors and between each conductor and the reference point.

For parallel cables the voltage shall be applied between the parallel conductors connected together and the reference point.

5.3.2.1.2 *Cables with metallic sheath, screen or braid*

Cables may be tested in or out of water.

For series cables the voltage shall be applied between conductors and between each conductor and the metallic sheath, screen or braid.

For parallel cables the voltage shall be applied between the conductors connected together and the metallic sheath, screen or braid.

5.3.2.1.3 *Dielectric between conductors*

For multiconductor series cables the integrity of the dielectric between the conductors may be tested in air. Dielectric integrity shall be verified by application of the voltage and time specified in 5.3.2.1 between each pair of conductors in turn.

5.3.2.1.4 *Integrity of oversheath*

A polymeric oversheath may be fitted outside a metallic sheath, screen or braid for corrosion or mechanical protection.

The integrity of such a sheath shall be verified by either:

- a spark test in accordance with 5.3.2.2 at a minimum test voltage of 3 000 V; or
- by a voltage test in water at a minimum voltage of 500 V a.c. or d.c. applied between the metallic sheath, screen or braid and a reference electrode.

5.3.2.2 *Spark test*

The spark test voltage shall be not less than 4 500 V of power frequency a.c., d.c., high frequency or other form. It shall be applied between the conductors connected together and the spark tester surface electrode if there is no metallic sheath, screen or braid or between the metallic sheath, screen or braid and the spark tester surface electrode.

La vitesse de passage du câble dans l'appareil doit être liée à la longueur de l'électrode pour s'assurer que la durée du contact est de 10 cycles au moins, lorsque un courant en haute fréquence est appliqué ou de 3 cycles au moins, lorsque un courant de fréquence inférieure à 400 Hz est appliqué.

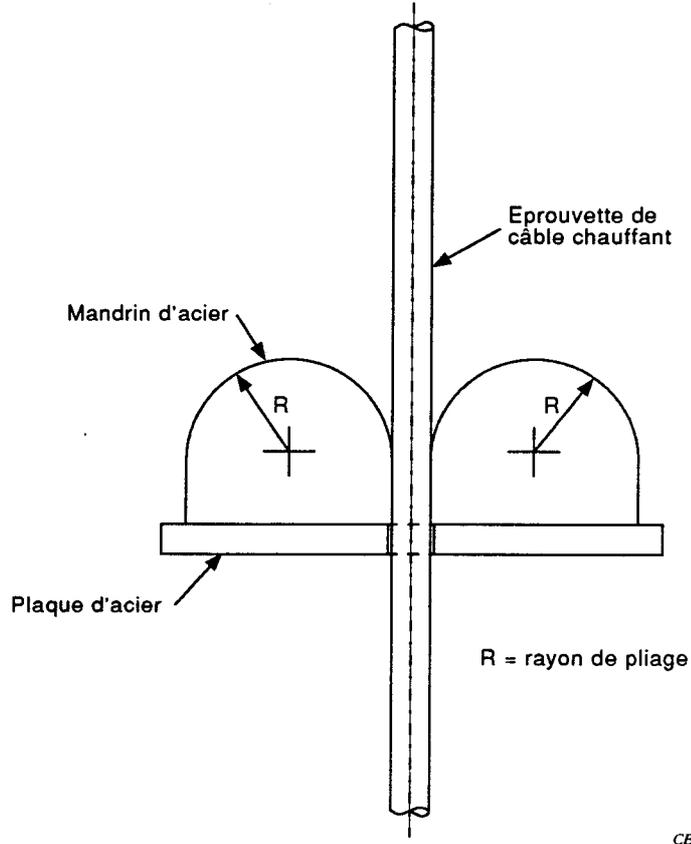
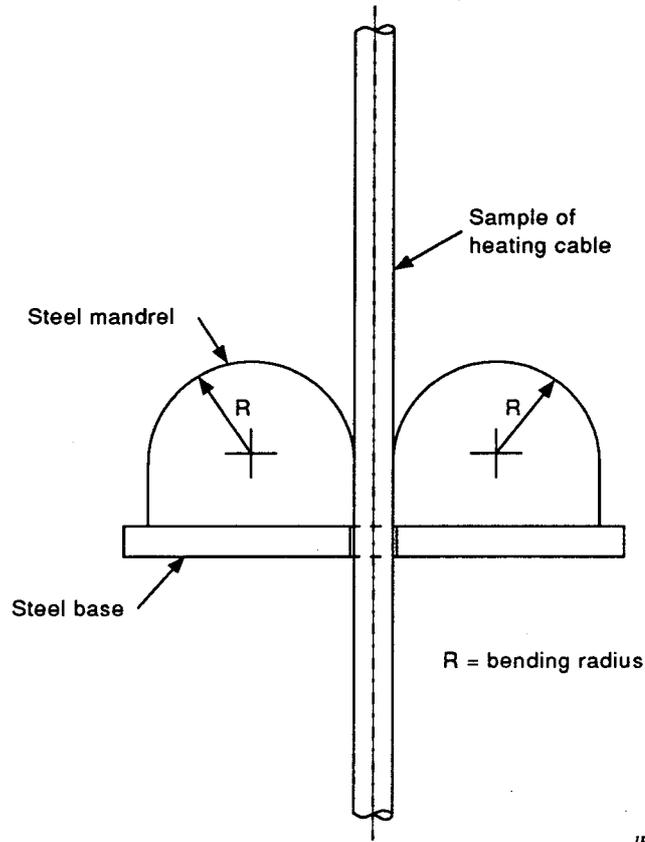


Figure 1 – Appareil pour l'essai d'enroulement à froid

The speed of passage of the cable through the spark tester shall be correlated with the electrode length to ensure that the exposure time shall be at least 10 cycles when a high frequency is applied or at least three cycles when a frequency below 400 Hz is applied.



IEC 540/95

Figure 1 – Cold bend test apparatus

LICENSED TO MECON Limited. - RANCHI/BANGALORE
FOR INTERNAL USE AT THIS LOCATION ONLY, SUPPLIED BY BOOK SUPPLY BUREAU.

LICENSED TO MECON Limited, - RANCHI/BANGALORE
FOR INTERNAL USE AT THIS LOCATION ONLY, SUPPLIED BY BOOK SUPPLY BUREAU.

ICS 29.060.20 ; 91.140.20
