

**RAPPORT
TECHNIQUE
TECHNICAL
REPORT**

**CEI
IEC
1423-2**

Première édition
First edition
1995-07

**Câbles chauffants pour applications
industrielles –**

Partie 2:
Constitution des câbles et caractéristiques
des matériaux

Heating cables for industrial applications –

Part 2:
Constructional and material requirements



Numéro de référence
Reference number
CEI/IEC 1423-2: 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
1423-2**

Première édition
First edition
1995-07

**Câbles chauffants pour applications
industrielles –**

**Partie 2:
Constitution des câbles et caractéristiques
des matériaux**

Heating cables for industrial applications –

**Part 2:
Constructional and material requirements**

© 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
2 Définitions	8
3 Débit thermique	10
4 Continuité à la terre	10
5 Construction des câbles chauffants	10
5.1 Généralités	10
5.2 Eléments ou composants chauffants	10
5.3 Configuration électrique	10
5.4 Matériau diélectrique	12
5.5 Revêtement métallique	12
5.6 Gaine externe	12
6 Température maximale de fonctionnement du diélectrique et de la gaine externe	12
7 Performance mécanique du matériau	14
Tableaux	
1 Epaisseur des matériaux	16
2 Guide de la température de fonctionnement maximale du matériau diélectrique et de la gaine externe	18
3 Descriptions chimiques des matériaux diélectriques de gaine et de revêtement extérieur énumérés au tableau 1	20
Figures	
1 Configuration électrique des câbles chauffants	22
2 Composants types d'un câble chauffant électrique	24

CONTENTS

	Page
FOREWORD	5
Clause	
1 General	9
1.1 Scope	9
1.2 Normative references	9
2 Definitions	9
3 Heat output	11
4 Earth continuity	11
5 Heating cable construction	11
5.1 General	11
5.2 Heating elements or components	11
5.3 Electrical configuration	11
5.4 Dielectric material	13
5.5 Metallic covering	13
5.6 Oversheath	13
6 Dielectric and oversheath maximum withstand temperature	13
7 Mechanical performance of material	15
Tables	
1 Material thicknesses	17
2 Maximum withstand temperature guide for dielectric and oversheath material	19
3 Chemical descriptions of dielectric and oversheath materials listed in table 1	21
Figures	
1 Electrical configuration of heating cables	23
2 Typical components of electrical heating cables	25

COMMISSION ÉLECTROTECHNIQUE INTERNATIONALE

CÂBLES CHAUFFANTS POUR APPLICATIONS INDUSTRIELLES –**Partie 2: Constitution des câbles et caractéristiques des matériaux**

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.

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 1423-2, 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 2: Constructional and material requirements

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.

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 1423-2, 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:

Projet de comité	Rapport de vote
20B(SEC)53	20B(SEC)165

Le rapport de vote indiqué dans le tableau ci-dessus donne 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:

Committee draft	Report on voting
20B(SEC)153	20B(SEC)165

Full information on the voting for the approval of this technical report can be found in the report 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 2: Constitution des câbles et caractéristiques des matériaux

1 Généralités

1.1 *Domaine d'application*

Le présent rapport technique s'applique aux dimensions et aux caractéristiques des matériaux des 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.

Le rapport couvre les prescriptions matérielles concernant l'isolation organique et minérale des câbles type en parallèle ou des câbles type en série. Les matériaux ne figurant pas dans ce rapport peuvent également être utilisés pourvu qu'ils satisfassent aux caractéristiques de performance indiquées dans la CEI 1423-1 et que le câble réponde aux prescriptions appropriées données dans le présent rapport technique.

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 indiqués ci-après. Les membres de la CEI et de l'ISO possèdent le registre des Normes internationales en vigueur.

CEI 79-7: 1990, *Matériel électrique pour atmosphères explosives gazeuses – Partie 7: Sécurité augmentée «e»*

CEI 800: 1992, *Câbles chauffants de tension nominale 300/500 V pour le chauffage des locaux et la protection contre la formation de glace*

CEI 1423-1: 1995, *Câbles chauffants pour applications industrielles – Partie 1: Prescriptions de performance et méthodes d'essai*

2 Définitions

Pour les besoins du présent rapport technique, les définitions suivantes ainsi que celles de la CEI 800 et de la CEI 1423-1 s'appliquent.

HEATING CABLES FOR INDUSTRIAL APPLICATIONS –

Part 2: Constructional and material requirements

1 General

1.1 Scope

This technical report refers to the dimensions and material properties of waterproof heating cables having a rated voltage greater than 50 V but not exceeding 450/750 V a.c. and having positive temperature coefficient 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.

The report covers the material requirements for organic and inorganic insulation in parallel or series cable constructions. Materials not listed in this report may also be used provided that they comply with the performance characteristics given in IEC 1423-1 and that the cable meets the appropriate requirements given in this technical report.

1.2 Normative references

The following 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 79-7: 1990, *Electrical apparatus for explosive gas atmospheres – Part 7: Increased safety "e"*

IEC 800: 1992, *Heating cables with a rated voltage of 300/500 V for comfort heating and prevention of ice formation*

IEC 1423-1: 1995, *Heating cables for industrial applications – Part 1: Performance requirements and test methods*

2 Definitions

For the purpose of this technical report, the following definitions apply together with those in IEC 1423-1 and IEC 800:

2.1 épaisseur minimale du matériau: Epaisseur minimale en un point, autorisée en couche simple. Elle est déterminée par la plus grande des valeurs suivantes:

- soit l'épaisseur minimale pouvant être obtenue uniformément par un processus de fabrication donné,
- soit par les prescriptions de construction du câble.

2.2 épaisseur diélectrique type: Epaisseur de l'enveloppe isolante appropriée pour une tension assignée donnée.

3 Débit thermique

Le débit thermique d'un câble chauffant est fonction de la construction spécifique du câble et des matériaux utilisés, et est couvert dans la CEI 1423-1.

4 Continuité à la terre

La construction des câbles chauffants doit être telle que la continuité à la terre, si nécessaire, soit conforme à la CEI 79-7.

5 Construction des câbles chauffants

5.1 Généralités

Les constructions des câbles chauffants sont constituées soit par des conducteurs isolés électriquement qui sont les sources de chaleur principales, soit sont composées de conducteurs qui agissent comme source d'énergie pour les éléments ou les composants chauffants disposés au sein d'une construction composite.

5.2 Eléments ou composants chauffants

Les éléments ou composants chauffants sont destinés à générer de la chaleur par leur résistance au passage du courant. La quantité de chaleur pour un élément chauffant particulier est fonction de sa géométrie et de la résistivité électrique.

5.3 Configuration électrique

La configuration électrique d'un câble chauffant est soit en série soit en parallèle. Les câbles chauffants type série sont construits de façon que les éléments chauffants soient connectés électriquement en série à une seule source d'énergie et donnent une résistance spécifique à une température donnée pour une longueur donnée. Les câbles chauffants type parallèle sont construits de façon que les éléments chauffants soient connectés électriquement en parallèle, afin que la chaleur générée par unité de longueur soit maintenue quelle que soit la longueur pour le type continu ou quel que soit le nombre de zones élémentaires.

La chaleur générée est exprimée:

- en watts par unité de longueur pour les câbles chauffants type parallèle,
- et en watts par élément chauffant complet correspondant à une longueur donnée de câble chauffant type série.

Les configurations électriques et les types d'éléments chauffants sont illustrés dans les figures 1 et 2.

2.1 minimum material thickness: Minimum allowed thickness at any place of a single layer; the value is determined by

- the larger of either the minimum thickness achievable consistently by a given manufacturing process; or by
- the requirements of the cable design.

2.2 typical dielectric thickness: Thickness of insulation appropriate for a given rated voltage.

3 Heat output

Heat output from a heating cable shall be related to specific construction and materials used and is covered in IEC 1423-1.

4 Earth continuity

The construction of heating cables shall be such that earth continuity, if required, shall be in accordance with IEC 79-7.

5 Heating cable construction

5.1 General

Heating cable constructions are characterized by electrically insulated conductors which are the primary heating elements, or they are composed of conductors which act as the power supply for heating elements or components disposed within a composite construction.

5.2 Heating elements or components

The heating elements or components are designed to generate heat through their resistance to the flow of current. The quantity of heat for a particular heating element is a function of its geometry and electrical resistivity.

5.3 Electrical configuration

The electrical configuration of a heating cable is either series or parallel. Series heating cables are so constructed that the heating elements are electrically connected in series with a single current path and give a specific resistance at a given temperature for a given length. Parallel heating cables are so constructed that the heating elements are electrically connected in parallel, so that the heat generated per unit length is maintained irrespective of any change in length for the continuous type or for any number of discrete zones.

The heat generated is quantified

- in watts per unit length for parallel cables; and
- in watts per complete heating element for a given length of series cables.

Electrical configurations and types of heating elements are illustrated in figures 1 and 2.

5.4 *Matériau diélectrique*

Le matériau diélectrique d'un câble chauffant peut être soit organique soit minéral et peut être constitué d'une ou plusieurs couches. La disposition diélectrique est déterminée par le type d'élément chauffant, la configuration électrique de l'élément et la construction géométrique du câble chauffant.

Une sélection de matériaux diélectriques connus appropriés aux câbles chauffants industriels est indiquée au tableau 1. Les épaisseurs de matériau sont énumérées pour servir de guide dans la sélection du matériau et la construction du câble. D'autres matériaux peuvent être utilisés conformément à l'article 1.

Les tensions assignées désignées au tableau 1 de ce rapport ne font référence qu'aux caractéristiques du matériau isolant et non à la performance diélectrique du câble chauffant fabriqué. La figure 1 distingue la tension de fonctionnement (V) appliquée au câble chauffant de la tension diélectrique (U).

5.5 *Revêtement métallique*

Le revêtement métallique peut être une gaine constituant l'enveloppe du matériau isolant électrique, comme pour les câbles à isolant minéral, ou une tresse métallique, des fils assemblés hélicoïdalement ou un ruban par-dessus une isolation organique. Le revêtement métallique peut fournir une protection mécanique et/ou une mise à la terre électrique.

5.6 *Gaine externe*

Les gaines externes sont des matériaux organiques qui fournissent une protection mécanique et une résistance chimique et à la corrosion. Les épaisseurs minimales pour les matériaux diélectriques utilisés comme gaine externe sont celles figurant au tableau 1.

6 **Température maximale de fonctionnement du diélectrique et de la gaine externe**

La température maximale de fonctionnement d'un matériau diélectrique particulier est une caractéristique de ce matériau, spécifiée par le fabricant, en fonction de la durée de vie attendue.

La température maximale de fonctionnement du matériau diélectrique incorporé dans un câble chauffant dépend de la construction, de la puissance débitée et des caractéristiques thermiques prescrites. Cette température peut varier pour différentes applications du même câble.

Le tableau 2 est un guide de la gamme des températures de fonctionnement maximales pour les matériaux diélectriques considérés dans ce rapport. Certains de ces matériaux peuvent également être utilisés comme gaines externes.

Il convient de remarquer que chaque entrée peut représenter une famille de matériaux couvrant une gamme de compositions et de caractéristiques physiques. La température maximale de fonctionnement pour tout matériau particulier dans le câble est déterminée par le fabricant conformément à la CEI 1423-1, de façon que, en service normal, le câble chauffant fournisse une durabilité électrique, thermique et mécanique et ne présente aucun danger pour l'utilisateur ou l'environnement.

5.4 *Dielectric material*

The dielectric material of a heating cable may be either organic or inorganic material and may be in single or multiple layers. The dielectric disposition will be determined by the type of heating element, the electrical configuration of the element or elements and the geometrical design of the heating cable.

A selection of known dielectric materials suitable for industrial heating cables is given in table 1. Material thicknesses are listed to give guidance for material selection and cable design. Other materials may be used in accordance with clause 1.

The rated voltages designated in table 1 of this report refer only to the characteristics of the insulating material and not to the operating voltage of the manufactured heating cable. Figure 1 differentiates heating cable applied operating voltage (V) from dielectric voltage (U).

5.5 *Metallic covering*

The metallic covering may be a sheath providing the housing for the electrical insulation material, such as mineral insulated cable, or a metallic braid, stranded wires or tape over an organic insulation. The metallic covering may provide mechanical protection and/or an electrical ground path.

5.6 *Oversheath*

The oversheaths are organic materials which provide mechanical protection and chemical and corrosion resistance. The minimum thickness for dielectric materials used as oversheath are those listed in table 1.

6 **Dielectric and oversheath maximum withstand temperature**

The maximum withstand temperature of a particular dielectric material is a characteristic of that material as specified by the manufacturer with reference to the expected service life.

The maximum withstand temperature of a dielectric material incorporated into a heating cable will depend on the construction design, the power rating and the required thermal characteristics. This temperature may vary for different applications of the same cable.

Table 2 is a guide to maximum withstand temperature range for the dielectric materials considered in this report. Some of these materials may also be used for oversheaths.

It should be noted that each entry may represent a family of materials covering a range of compositions and physical characteristics. The maximum withstand temperature for any particular material in the cable is determined by the manufacturer in accordance with IEC 1423-1, so that in normal use the heating cable provides electrical, thermal and mechanical durability and poses no danger to the user or surroundings.

7 Performance mécanique du matériau

Le matériau sélectionné pour une application particulière doit satisfaire à l'essai mécanique de la CEI 1423-1.

Lorsque cela est applicable, les matériaux doivent être essayés conformément à la CEI 800 et satisfaire aux prescriptions de cette même CEI 800.

7 Mechanical performance of material

The material(s) selected for a particular application shall comply with the mechanical tests of IEC 1423-1.

Where applicable, the materials shall be tested in accordance with, and meet the requirements of, IEC 800.

Tableau 1 – Epaisseurs des matériaux

Matériau ¹⁾	Epaisseurs diélectriques types pour des tensions assignées établies (valeur efficace)			Epaisseurs minimales du matériau couche simple ²⁾ mm
	120 V/200 V	300 V/500 V	450 V/750 V	
CSM	0,55	0,70	0,85	0,50
E/CTFE	0,45	0,50	0,60	0,25
EPDM/EPM	0,60	0,80	0,90	0,50
E/TFE	0,45	0,50	0,60	0,25
EAM	0,70	0,85	1,00	0,60
PFEP	0,45	0,50	0,60	0,25
PFA	0,45	0,50	0,60	0,25
PTFE	0,45	0,50	0,60	0,25
PVC	0,70	0,85	1,00	0,60
PVDF et XPVDF	0,45	0,50	0,60	0,25
SiR	0,70	0,85	1,00	0,60
TPE	0,60	0,75	0,90	0,50
XPVC	0,70	0,85	1,00	0,60
XE/CTFE	0,45	0,50	0,60	0,25
XE/TFE	0,45	0,50	0,60	0,25
XLPE	0,50	0,65	0,75	0,25
XTPE	0,60	0,75	0,90	0,50
MgO ³⁾	0,75	1,00	1,30	0,50
PI	0,45	0,50	0,60	0,25
PA	0,50	0,65	0,75	0,25
HDPE	0,50	0,65	0,75	0,25
XHDPE	0,50	0,65	0,75	0,25
NOTES 1 Voir tableau 3. 2 Utilisé typiquement pour les gaines externes et constructions composites. 3 La magnésie ne peut être utilisée que comme constituant d'un câble à gaine métallique.				

Table 1 – Material thicknesses

Material ¹⁾	Typical dielectric thicknesses at stated rated voltages (r.m.s.)			Minimum material thicknesses (single layer) ²⁾ mm
	120 V/200 V	300 V/500 V	450 V/750 V	
CSM	0,55	0,70	0,85	0,50
E/CTFE	0,45	0,50	0,60	0,25
EPDM/EPM	0,60	0,80	0,90	0,50
E/TFE	0,45	0,50	0,60	0,25
EAM	0,70	0,85	1,00	0,60
PFEP	0,45	0,50	0,60	0,25
PFA	0,45	0,50	0,60	0,25
PTFE	0,45	0,50	0,60	0,25
PVC	0,70	0,85	1,00	0,60
PVDF and XPVDF	0,45	0,50	0,60	0,25
SiR	0,70	0,85	1,00	0,60
TPE	0,60	0,75	0,90	0,50
XPVC	0,70	0,85	1,00	0,60
XE/CTFE	0,45	0,50	0,60	0,25
XE/TFE	0,45	0,50	0,60	0,25
XLPE	0,50	0,65	0,75	0,25
XTPE	0,60	0,75	0,90	0,50
MgO ³⁾	0,75	1,00	1,30	0,50
PI	0,45	0,50	0,60	0,25
PA	0,50	0,65	0,75	0,25
HDPE	0,50	0,65	0,75	0,25
XHDPE	0,50	0,65	0,75	0,25
NOTES 1 See table 3. 2 Typically used for composite constructions and oversheaths. 3 Magnesium oxide can only be used as a constituent of cable with metallic sheath.				

**Tableau 2 – Guide de la température de fonctionnement maximale
du matériau diélectrique et de la gaine externe**

Température ¹⁾ °C	Matériau		
	Diélectrique uniquement	Diélectrique et gaine externe	Gaine externe uniquement
600	MgO sous gaine acier inox		
400	MgO sous gaine cuivre nickel		
250		PFA PI PTFE	
200	MgO sous gaine cuivre nickel	PFEP SiR	
150		(x) E/CTFE ²⁾ (x) E/TFE ²⁾ (x) PVDF ²⁾ x HDPE ³⁾	
110		EPDM/EPM XLPE HDPE x EAM ³⁾ XPVC (x) TPE ²⁾	CSM PA
70		PVC	EAM
NOTES 1 Voir article 6. 2 (x) indique que le matériau peut être sous forme réticulée et non réticulée. 3 x indique que le matériau est réticulé.			

Table 2 – Maximum withstand temperature guide for dielectric and oversheath material

Temperature ¹⁾ °C	Material		
	Dielectric only	Dielectric and oversheath	Oversheath only
600	MgO stainless steel sheath		
400	MgO copper/nickel sheath		
250		PFA PI PTFE	
200	MgO copper/nickel sheath	PFEP SiR	
150		(x) E/CTFE ²⁾ (x) E/TFE ²⁾ (x) PVDF ²⁾ x HDPE ³⁾	
110		EPDM/EPM XLPE HDPE x EAM ³⁾ XPVC (x) TPE ²⁾	CSM PA
70		PVC	EAM
NOTES 1 See clause 6. 2 (x) indicates that the material may be in cross-linked and non cross-linked forms. 3 x indicates that the material is cross-linked.			

Tableau 3 – Descriptions chimiques des matériaux diélectriques, de gaine et de revêtement extérieur énumérés au tableau 1

CSM	Polyéthylène chlorosulfoné
EPDM	Terpolymère d'éthylène, propylène et diène
EPM	Copolymère d'éthylène, propylène
SiR	Caoutchouc silicone
EAM	Copolymère d'éthylène et d'acétate de vinyle
PTFE	Polytétrafluoroéthylène
PFEP	Copolymère (d'éthylène/propylène) perfluoré
E/TFE	Copolymère (d'éthylène/tétrafluoroéthylène)
E/CTFE	Copolymère (d'éthylène/chlorotrifluoroéthylène)
PVDF	Poly(fluorure de vinylidène)
PFA	Perfluoro alcoxyle alcane
PI	Polyimide
PA	Polyamide
HDPE	Polyéthylène haute densité
PVC	Poly(chlorure de vinyle)
TPE	Elastomère thermoplastique
XPVC	Poly (chlorure de vinyle) réticulé
XPVDF	Poly (fluorure de vinylidène) réticulé
XE/CTFE	Copolymère d'éthylène/chlorotrifluoroéthylène réticulé
XE/TFE	Copolymère d'éthylène/tétrafluoroéthylène réticulé
XEAM	Copolymère d'éthylène et d'acétate de vinyle réticulé
XLPE	Polyéthylène réticulé
XTPE	Elastomère thermoplastique réticulé
XHDPE	Polyéthylène haute densité réticulée
MgO	Magnésie (Oxyde de magnésium)

**Table 3 – Chemical descriptions of dielectric and
oversheath materials listed in table 1**

CSM	Chlorosulphonated polyethylene
EPDM	Ethylene propylene diene terpolymer
EPM	Ethylene propylene copolymer
SiR	Silicone rubber
EAM	Ethylene vinyl acetate copolymer
PTFE	Polytetrafluoroethylene
PFEP	Perfluoro (ethylene/propylene) copolymer
E/TFE	Ethylene/tetrafluoroethylene copolymer
E/CTFE	Ethylene/chlorotrifluoroethylene copolymer
PVDF	Poly(vinylidene fluoride)
PFA	Perfluoro alkoxyalkane
PI	Polyimide
PA	Polyamide
HDPE	High density polyethylene
PVC	Poly(vinylchloride)
TPE	Thermoplastic elastomer
XPVC	Cross-linked poly(vinyl chloride)
XPVDF	Cross-linked poly (vinylidene fluoride)
XE/CTFE	Cross-linked ethylene/chlorotrifluoroethylene copolymer
XE/TFE	Cross-linked ethylene/tetrafluoroethylene copolymer
XEAM	Cross-linked ethylene vinyl acetate copolymer
XLPE	Cross-linked polyethylene
XTPE	Cross-linked thermoplastic elastomer
XHDPE	Cross-linked high density polyethylene
MgO	Magnesium oxide

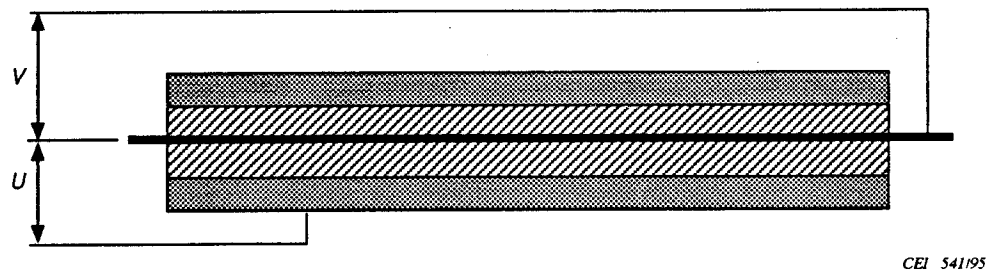


Figure 1a - Câbles chauffants en série

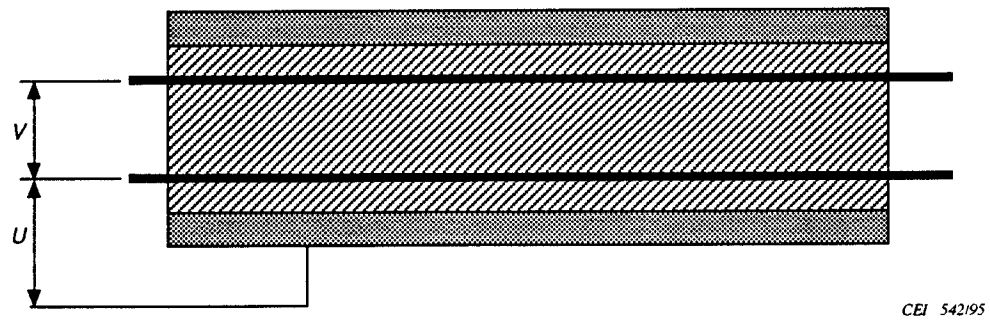


Figure 1b - Câbles chauffants en parallèle

Figure 1 - Configuration électrique des câbles chauffants

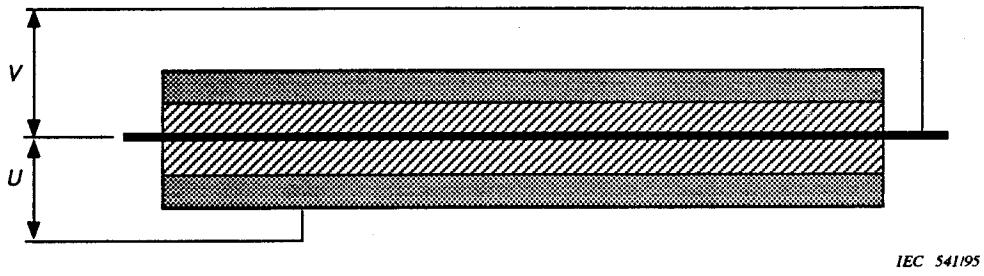


Figure 1a – Series heating cable

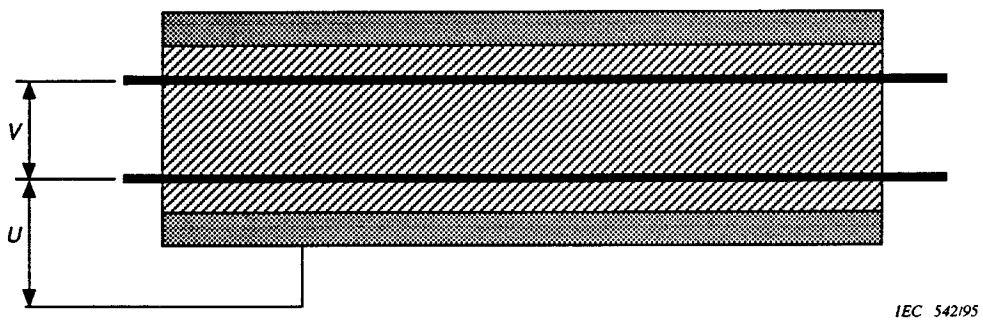
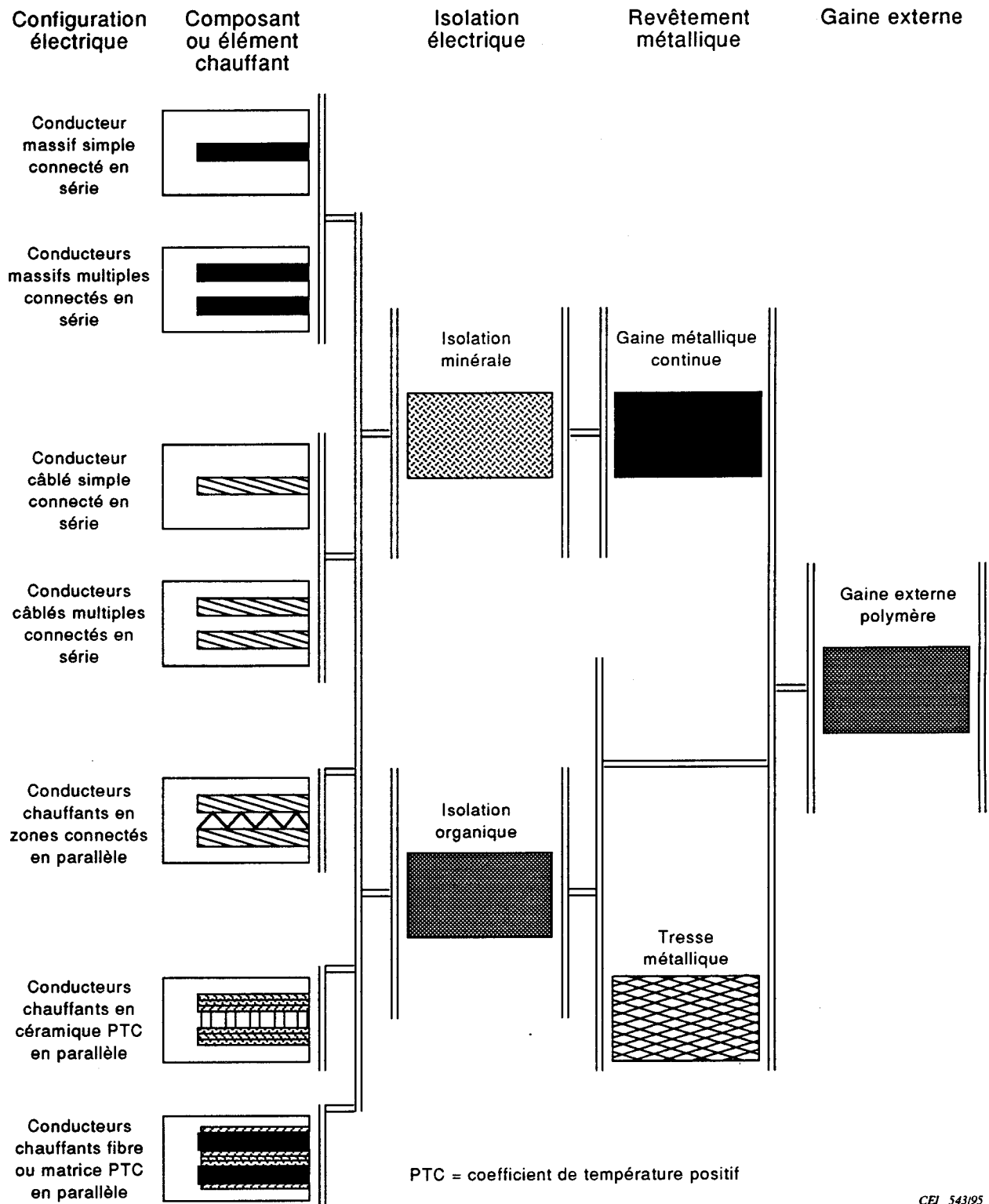


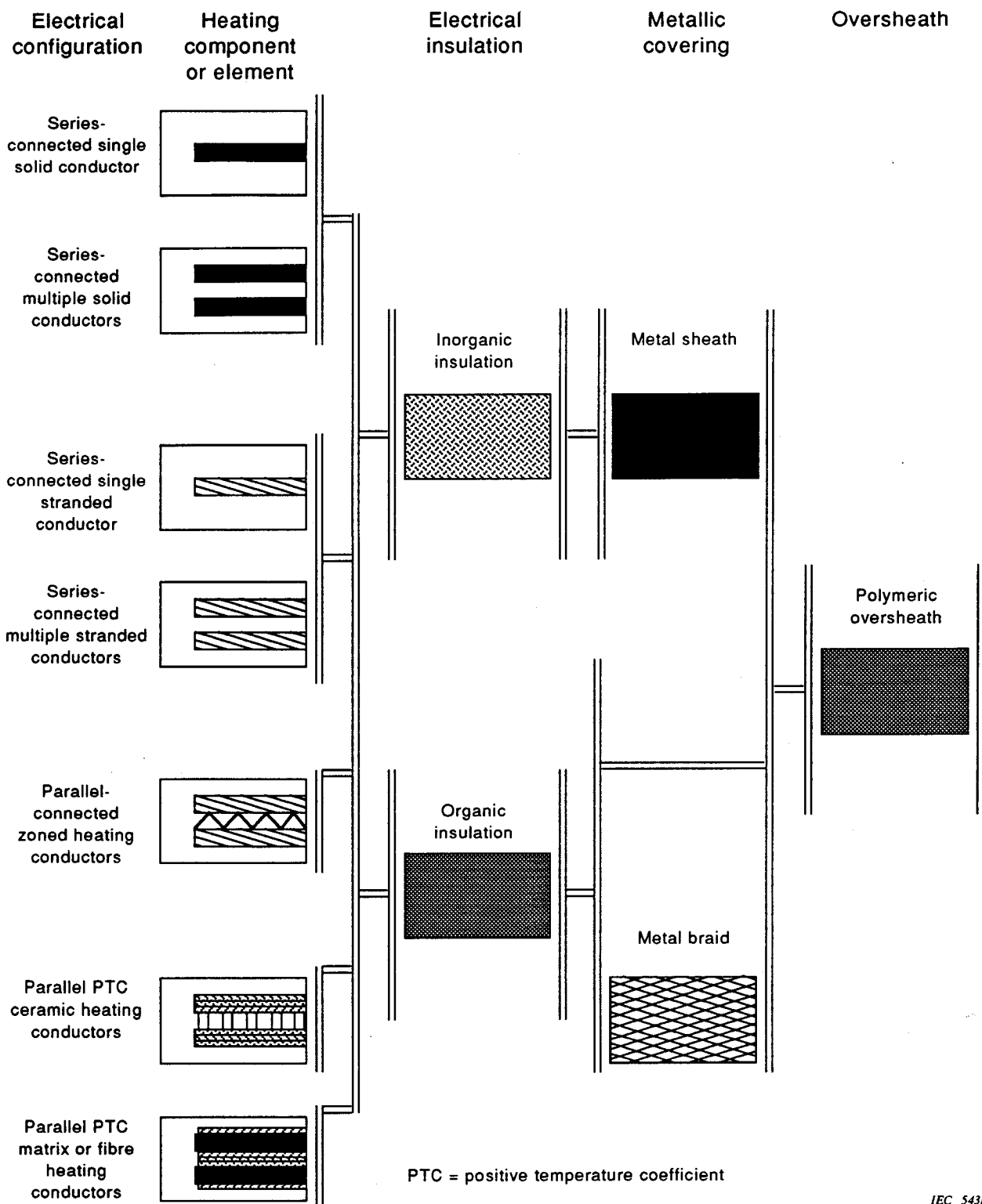
Figure 1b – Parallel heating cable

Figure 1 – Electrical configuration of heating cables



CEI 543/95

Figure 2 – Composants types d'un câble chauffant électrique



IEC 543/95

Figure 2 – Typical components of electrical heating cables

ICS 29.060.20 ; 91.140.20
