

**NORME
INTERNATIONALE
INTERNATIONAL
STANDARD**

**CEI
IEC
1515**

Première édition
First edition
1995-07

**Câbles et couples thermoélectriques à
isolation minérale dits «chemisés»**

**Mineral insulated thermocouple cables
and thermocouples**



Numéro de référence
Reference number
CEI/IEC 1515: 1995

Numéros des publications

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

Publications consolidées

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

Validité de la présente publication

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

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

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

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

Terminologie, symboles graphiques et littéraux

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

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

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

Numbering

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

Consolidated publications

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

Validity of this publication

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

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

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

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

Terminology, graphical and letter symbols

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

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

* See web site address on title page.

**NORME
INTERNATIONALE
INTERNATIONAL
STANDARD**

**CEI
IEC
1515**

Première édition
First edition
1995-07

**Câbles et couples thermoélectriques à
isolation minérale dits «chemisés»**

**Mineral insulated thermocouple cables
and thermocouples**

© 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	6
2 Définitions	6
3 Câbles thermoélectriques chemisés	8
4 Couples thermoélectriques chemisés	16
Annexe A.....	24

CONTENTS

	Page
FOREWORD	5
Clause	
1 General	7
2 Definitions	7
3 Mineral insulated thermocouple cables	9
4 Mineral insulated thermocouples	17
Annex A	25

COMMISSION ÉLECTROTECHNIQUE INTERNATIONALE

CÂBLES ET COUPLES THERMOÉLECTRIQUES À ISOLATION MINÉRALE DITS «CHEMISÉS»

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 Norme internationale CEI 1515 a été établie par le sous-comité 65B: Dispositifs, du comité d'études 65 de la CEI: Mesure et commande dans les processus industriels.

Le texte de cette norme est issu des documents suivants:

DIS	Rapport de vote
65B/227/DIS	65B/195/RVD

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

L'annexe A fait partie intégrante de cette norme.

INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION

MINERAL INSULATED THERMOCOUPLE CABLES
AND THERMOCOUPLES

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.

International Standard IEC 1515 has been prepared by sub-committee 65B: Devices, of IEC technical committee 65: Industrial-process measurement and control.

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

DIS	Report on voting
65B/227/DIS	65/195/RVD

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

Annex A forms an integral part of this standard.

CÂBLES ET COUPLES THERMOÉLECTRIQUES À ISOLATION MINÉRALE DITS «CHEMISÉS»

1 Généralités

1.1 *Domaine d'application et objet*

La présente Norme internationale a pour objet de spécifier les caractéristiques des câbles thermoélectriques dits «chemisés» et des couples thermoélectriques dits «chemisés» mais ne caractérise pas l'obturation de l'extrémité froide, les terminaisons, les connexions et autres accessoires. Cette norme s'applique exclusivement aux câbles et couples thermoélectriques chemisés ne comprenant qu'une seule paire de conducteurs et généralement utilisés dans les applications industrielles.

NOTES

- 1 Cette norme ne s'applique pas aux câbles et couples thermoélectriques en métaux précieux.
- 2 Les câbles et couples thermoélectriques chemisés sont aussi disponibles avec plus d'une paire de conducteurs ou un seul conducteur sous gaine. Dans ce cas-là, les caractéristiques détaillées – par exemple les dimensions – ne s'appliquent pas nécessairement.
- 3 Les caractéristiques particulières pour les applications dans le circuit primaire des centrales nucléaires font l'objet d'une autre norme.

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 la présente Norme internationale. 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 la présente Norme internationale 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/DIS 584-1: *Couples thermoélectriques – Partie 1: Tables de référence*¹⁾

CEI 584-2: 1982, *Couples thermoélectriques – Deuxième partie: Tolérances*

2 Définitions

Pour les besoins de la présente Norme internationale, les définitions suivantes s'appliquent.

2.1 câbles thermoélectriques chemisés: Câbles thermoélectriques dont la gaine métallique peut se courber et dont l'isolation des conducteurs est assurée par un isolant minéral.

2.2 couples thermoélectriques chemisés: Couples thermoélectriques réalisés à partir de câbles thermoélectriques chemisés.

2.3 jonction de mesure: Jonction soumise à la température à mesurer.

¹⁾ Actuellement au stade de projet de Norme internationale de la deuxième édition.

MINERAL INSULATED THERMOCOUPLE CABLES AND THERMOCOUPLES

1 General

1.1 Scope and object

This International Standard establishes the requirements for mineral insulated thermocouple cables and for mineral insulated thermocouples but does not specify cold end seals, terminations, connections and other accessories. This standard deals only with cables and thermocouples having one pair of base-metal conductors and is intended for use in general industrial applications.

NOTES

- 1 This standard does not deal with precious metal cables and thermocouples.
- 2 Mineral insulated cables and thermocouples also are available with more than one pair of conductors or where there is one conductor and a sheath. In these cases the detailed prescriptions in this standard – e.g. the dimensions – may not necessarily apply.
- 3 The special requirements for nuclear primary loop applications are dealt with in other standards.

1.2 Normative references

The following normative documents contain provisions which, through reference in this text, constitute provisions of this International Standard. At the time of publication, the editions indicated were valid. All normative documents are subject to revision, and parties to agreements based on this International Standard 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/DIS 584-1, *Thermocouples – Part 1: Reference tables*¹⁾

IEC 584-2: 1982, *Thermocouples – Part 2: Tolerances*

2 Definitions

For the purposes of this International Standard, the following definitions apply.

2.1 mineral insulated thermocouple cables: Bendable metal sheathed thermocouple cables with conductors insulated by compacted metal oxide.

2.2 mineral insulated thermocouples: Thermocouples made from mineral insulated thermocouple cables.

2.3 measuring junction: Junction subjected to the temperature to be measured.

¹⁾ At present, at the stage of Draft International Standard for the second edition.

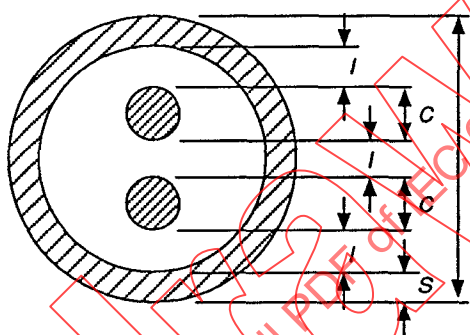
2.4 Jonction à la masse: Jonction de mesure connectée électriquement à la gaine métallique.

2.5 Jonction Isolée: Jonction de mesure électriquement isolée de la gaine métallique.

3 Câbles thermoélectriques chemisés

3.1 Dimensions

La diamètre extérieur, l'épaisseur de la gaine et le diamètre des conducteurs sont précisés dans le tableau 1.



D = diamètre extérieur
 C = diamètre des conducteurs
 S = épaisseur de la gaine
 l = épaisseur de l'isolant

Figure 1 – Section d'un câble thermoélectrique chemisé

Tableau 1 – Dimensions

Diamètre nominal (D) extérieur de la gaine avec ses tolérances mm	Epaisseur minimale de la gaine (S) mm	Diamètre minimal des conducteurs (C) mm	Epaisseur minimale de l'isolant (l) mm
$0,5 \pm 0,025$	0,05	0,08	0,04
$1,0 \pm 0,025$	0,10	0,15	0,08
$1,5 \pm 0,025$	0,15	0,23	0,12
$2,0 \pm 0,025$	0,20	0,30	0,16
$3,0 \pm 0,030$	0,30	0,45	0,24
$4,5 \pm 0,045$	0,45	0,68	0,36
$6,0 \pm 0,060$	0,60	0,90	0,48
$8,0 \pm 0,080$	0,80	1,20	0,64

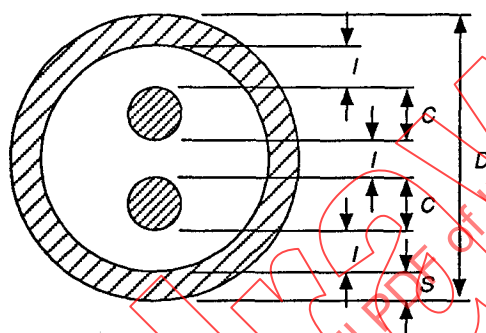
2.4 **earthed junction:** Measuring junction electrically connected to the metal sheath.

2.5 **Insulated junction:** Measuring junction electrically insulated from the metal sheath.

3 Mineral Insulated thermocouple cables

3.1 Dimensions

Outside diameter, sheath thickness and conductor diameter dimensions shall be as stated in table 1.



D = outside diameter
 C = conductor diameter
 S = sheath wall thickness
 I = insulation thickness

Figure 1 – Transverse section of a cable

Table 1 – Dimensions

Outside diameter of cable (D), nominal $\pm$ tolerance mm	Sheath wall thickness (S) minimum mm	Diameter of conductor (C) minimum mm	Insulation thickness (I) minimum mm
$0,5 \pm 0,025$	0,05	0,08	0,04
$1,0 \pm 0,025$	0,10	0,15	0,08
$1,5 \pm 0,025$	0,15	0,23	0,12
$2,0 \pm 0,025$	0,20	0,30	0,16
$3,0 \pm 0,030$	0,30	0,45	0,24
$4,5 \pm 0,045$	0,45	0,68	0,36
$6,0 \pm 0,060$	0,60	0,90	0,48
$8,0 \pm 0,080$	0,80	1,20	0,64

3.2 Prescriptions générales

3.2.1 Matériaux

3.2.1.1 Gaines métalliques

Les matériaux des gaines sont en acier inoxydable austénitique, en alliage réfractaire de nickel-chrome (Fe), ou tous autres matériaux répondant aux caractéristiques définies entre le fabricant et l'utilisateur. Le tableau 2 répertorie quelques types de matériaux des gaines.

3.2.1.2 Conducteurs

Les conducteurs (couples thermoélectriques) répertoriés, T, J, E, K et N sont conformes à la CEI 584-1.

Il convient de noter que toutes les combinaisons possibles de matériaux de gaines et de matériaux thermoélectriques ne peuvent pas forcément être fabriqués.

3.2.1.3 Isolant

Le matériau de l'isolant est formé d'un compactage de poudre de magnésie ou d'alumine d'une pureté d'au moins 96 %. Les propriétés électriques de l'isolant sont conformes aux spécifications de résistance d'isolement de 3.2.2.2.

3.2.1.4 Limites maximales de température

Les températures maximales d'utilisation, recommandées pour quelques matériaux de gaines et les types de couples thermoélectriques généralement utilisés, sont données dans le tableau 2. Dans le cas d'atmosphères particulièrement corrosives, les valeurs indiquées peuvent ne pas s'appliquer; il convient de suivre les recommandations du fabricant.

Tableau 2 – Limites maximales de température recommandées

	Gaine Type de TC		
	Alliage NiCr 15 Cr, 76 Ni Fe °C	Acier CrNi 25 Cr, 20 Ni °C	Acier CrNi 18 Cr, 8 Ni °C
T	–	–	400
E	800	800	800
J	750	750	750
K	1 100	1 100	800
N	1 100	1 100	800

3.2.1.5 Rayon minimal de courbure

Le câble doit être capable de supporter un pliage de rayon r égal à cinq fois le diamètre extérieur de la gaine D ($r = 5D$) sans détérioration visible.

3.2 General requirements

3.2.1 Materials

3.2.1.1 Sheaths

Sheaths shall be of austenitic stainless steel, heat resistant NiCr (Fe) alloy or other material to specifications agreed between manufacturer and user. Some commonly used sheath materials are listed in table 2.

3.2.1.2 Conductors

Conductors (thermoelectric elements) shall be those forming thermocouple types T, J, E, K and N as specified in IEC 584-1.

It should be noted that not all combinations of sheath materials and conductor materials can be manufactured.

3.2.1.3 Insulation

The insulation shall consist of compacted powdered magnesia or alumina with a purity of at least 96 %. The electrical properties of the insulation shall meet the insulation resistance test requirements of 3.2.2.2.

3.2.1.4 Upper temperature limits

The recommended maximum operating temperatures for some commonly used sheath materials are indicated in table 2 for each thermocouple type. For particularly corrosive atmospheres, the indicated values may not apply and the manufacturer's recommendations should be followed.

Table 2 – Recommended maximum operating temperatures

	Sheath TC-type		
	NiCr alloy 76 Ni, 15 Cr, Fe °C	Steel 25 Cr, 20 Ni °C	Steel 18 Cr, 8 Ni °C
T	—	—	400
E	800	800	800
J	750	750	750
K	1 100	1 100	800
N	1 100	1 100	800

3.2.1.5 Bending radius

The cable shall be capable of being bent through a radius r of five times its outside diameter D ($r = 5D$) without visible damage.

3.2.2 Caractéristiques électriques

3.2.2.1 Valeurs des forces électromotrices

Les forces électromotrices sont conformes à la CEI 584-1 avec les valeurs de tolérance initiales comme précisé pour les conducteurs thermoélectriques dans la CEI 584-2.

3.2.2.2 Résistance d'isolement

La résistance d'isolement est mesurée entre chaque conducteur et la gaine ainsi qu'entre les deux conducteurs. La tension d'essai est de $75 \text{ V} \pm 25 \text{ V}$ en courant continu pour les diamètres extérieurs de câble $\leq 1,5 \text{ mm}$ et de $500 \text{ V} \pm 50 \text{ V}$ en courant continu pour les diamètres $> 1,5 \text{ mm}$.

La longueur de l'échantillon, les conditions de température et la résistance d'isolement exprimée en $\text{M}\Omega \text{ m}$ pour les essais à température ambiante et à température élevée doivent être conformes au tableau 3.

Tableau 3 – Résistance d'isolement à température ambiante et à température élevée

	Longueur minimale immergée à la température d'essai m	Température d'essai °C	Résistance d'isolement minimale $\text{M}\Omega \text{ m}$
Température ambiante	1	20 ± 15	1 000
Température élevée type J, E, K, N	0,5	500 ± 15	5
Température élevée type T	0,5	300 ± 15	500
NOTE – Le matériau de l'isolant des câbles et couples thermoélectriques chemisés a sa propre conductivité; en conséquence sa résistance d'isolement décroît lorsque sa longueur augmente. La conductance d'un câble ou d'un couple thermoélectrique chemisé est donc exprimée en Sm^{-1} (équivalent à $\Omega^{-1} \cdot \text{m}^{-1}$). La résistance minimale d'isolement spécifiée est exprimée en $\Omega \text{ m}$ ou en $\text{M}\Omega \text{ m}$ pour les câbles ou couples thermoélectriques de longueur supérieure à 1 m. Pour les longueurs inférieures, elle est exprimée en $\text{M}\Omega$.			

Le tableau 3 précise les valeurs minimales opérationnelles mais non celles des tests de contrôle de la qualité des fabricants.

3.3 Essais

3.3.1 Dimensions

Le diamètre extérieur et l'épaisseur de la gaine, le diamètre des conducteurs sont mesurés en appliquant les procédures standard d'essai du fabricant. Les dimensions sont celles spécifiées au tableau 1.

3.3.2 Résistance d'isolement

3.3.2.1 Résistance d'isolement à température ambiante

La résistance d'isolement à température ambiante doit être mesurée sur des câbles thermoélectriques chemisés scellés par le fabricant pour éviter les effets de l'humidité. La température ambiante est de $20 \text{ }^{\circ}\text{C} \pm 15 \text{ }^{\circ}\text{C}$ et l'humidité relative inférieure à 80 % avec les tensions d'essai comme indiqué en 3.2.2.2. Les valeurs précisées doivent être obtenues dans l'intervalle de 1 min à partir de la mise sous tension.

3.2.2 Electrical characteristics

3.2.2.1 EMF values

EMF values shall comply with IEC 584-1 with initial calibration tolerance values as specified for base metal conductors in IEC 584-2.

3.2.2.2 Insulation resistance

Insulation resistance shall be measured between each wire and sheath and between wires, at test voltages of $75 \text{ V} \pm 25 \text{ V d.c.}$ for outside diameters $\leq 1,5 \text{ mm}$ and $500 \text{ V} \pm 50 \text{ V d.c.}$ for outside diameters $> 1,5 \text{ mm}$.

Sample length, temperature conditions and insulation resistance values expressed in $\text{M}\Omega \text{ m}$ for testing at ambient and elevated temperatures shall be as given in table 3.

Table 3 – Insulation resistance values at ambient and elevated temperatures

	Minimum immersed length at test temperature m	Test temperature °C	Minimum Insulation resistance $\text{M}\Omega \text{ m}$
Ambient temperature	1	20 ± 15	1 000
Elevated temperature type J, E, K, N	0,5	500 ± 15	5
Elevated temperature type T	0,5	300 ± 15	500

NOTE – The insulant of a mineral insulated thermocouple cable or thermocouple has a finite conductivity and therefore the insulation resistance decreases as the length of the cable or thermocouple increases. The conductance of a specific cable or thermocouple is therefore expressed in S m^{-1} (equivalent to $\Omega^{-1} \cdot \text{m}^{-1}$) and hence the minimum specified insulation resistance is expressed in $\Omega \text{ m}$ or $\text{M}\Omega \text{ m}$ for cables or thermocouples longer than 1 m. For shorter lengths, it is expressed in $\text{M}\Omega$.

Table 3 gives the values intended to specify the minimum requirements for operations but not for manufacturers' quality control tests.

3.3 Testing

3.3.1 Dimensions

The outside diameter, sheath thickness and conductor diameter shall be measured using the manufacturer's standard test methods. Dimensions shall be as specified in table 1.

3.3.2 Insulation resistance

3.3.2.1 Insulation resistance at ambient temperatures

The insulation resistance at ambient temperatures shall be measured on cables sealed to prevent moisture ingress. Ambient temperature is $20 \text{ }^{\circ}\text{C} \pm 15 \text{ }^{\circ}\text{C}$ and a relative humidity of not more than 80 % with test voltages as specified in 3.2.2.2. The specified values shall be attained within 1 min of test voltage application.

3.3.2.2 *Résistance d'isolement à température élevée*

La résistance d'isolement à température élevée doit être mesurée en utilisant une partie de l'échantillon immergé dans la zone chauffée comme indiqué au tableau 3. L'extrémité ou les extrémités du câble non immergées dans le four doivent être scellées. Les tensions d'essai sont celles précisées en 3.2.2.2. La partie du câble non immergée est maintenue à $20\text{ °C} \pm 15\text{ °C}$.

3.3.3 *Vérification de la relation force électromotrice – température*

Un échantillon de chaque bobine doit être monté en couple thermoélectrique et étalonné à au moins trois niveaux de température judicieusement choisis pour couvrir la plage de température à moins que le câble soit utilisé en cryogénie auquel cas au moins un point d'étalonnage (normalement le point d'ébullition de l'azote, environ -196 °C) est exigé. Les tolérances sur les forces électromotrices sont celles des conducteurs thermoélectriques comme précisé dans la CEI 584-2.

3.3.4 *Continuité électrique*

La continuité électrique doit être vérifiée sur tous les conducteurs de chaque couronne de câbles thermoélectriques chemisés.

3.4 *Obturation des extrémités*

Les extrémités du câble doivent être rendues étanches à l'humidité avant expédition. Brasage, colle époxy ou manchons thermorétractables peuvent être utilisés.

3.5 *Emballage*

Avant tout emballage, les gaines extérieures doivent être nettoyées pour être exemptes de graisse, huile, crasse, écailles ou tout autre corps étranger. Le diamètre minimal d'enroulement des couronnes doit être au moins 100 fois le diamètre de la gaine.

Les spires des couronnes doivent être liées pour éviter la détérioration de la gaine.

3.6 *Marquage*

Chaque bobine doit être marquée ou étiquetée avec au minimum, en clair, le nom du fabricant ou revendeur, et les informations suivantes qui peuvent être éventuellement codifiées:

- longueur du câble;
- diamètre extérieur nominal;
- type de couple thermoélectrique;
- nature de la gaine;
- classe de tolérance;
- poids;
- numéro d'identification de la bobine ou du lot.

3.3.2.2 *Insulation resistance at elevated temperatures*

The insulation resistance at elevated temperatures shall be measured with a part of the test sample as defined in table 3 immersed into the heated zone. Cable end or ends not immersed into the furnace shall be sealed. Test voltages are as specified in 3.2.2.2. Those lengths of the cable not at elevated temperatures shall be maintained at $20\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 15\text{ }^{\circ}\text{C}$.

3.3.3 *Verification of the e.m.f. – temperature relationship*

One sample from each coil shall be fabricated into a thermocouple and calibrated at three or more suitably spaced temperatures covering the temperature range unless the cable is for cryogenic use, when at least one calibration (normally at the boiling point of nitrogen (approximately $-196\text{ }^{\circ}\text{C}$) is required. EMF tolerances shall be in accordance with IEC 584-2.

3.3.4 *Electrical continuity*

The electrical continuity of each conductor in each coil of thermocouple cable shall be verified.

3.4 *Sealing*

The ends of the cable shall be sealed prior to shipping in order to protect from the ingression of moisture. Seal welding, epoxy or heat-shrink sleeves may be used.

3.5 *Packaging*

Prior to packaging, the outer sheaths shall be cleaned free from grease, oil, dirt, scale or other foreign matter. The cable shall not be coiled to a diameter less than 100 times the sheath diameter.

The turns of the coil shall be bound together to prevent sheath damage.

3.6 *Marking*

Each coil shall be clearly labelled or marked with at least the manufacturer's or supplier's name and the following information, which may be in the form of an identification code:

- length of cable;
- nominal diameter of cable;
- type of thermocouple;
- type of sheath;
- tolerance class;
- weight;
- coil number.

4 Couples thermoélectriques chemisés

4.1 Dimensions

4.1.1 Diamètre extérieur

4.1.1.1 Zone de la jonction de mesure

Les tolérances sur le diamètre extérieur des couples thermoélectriques chemisés, dans la zone située à moins de cinq fois le diamètre extérieur de la jonction de mesure, que celle-ci soit isolée ou reliée à la terre, doivent être conformes au tableau 4.

Tableau 4 – Tolérances des diamètres extérieurs dans la zone de la jonction de mesure

Diamètre extérieur de la gaine D mm	0,5	1,0	1,5	2,0	3,0	4,5	6,0	8,0
Tolérance mm	$\pm 0,05$	$\pm 0,05$	$\pm 0,05$	$\pm 0,05$	$\pm 0,05$	$\pm 0,05$	$\pm 0,10$	$\pm 0,10$

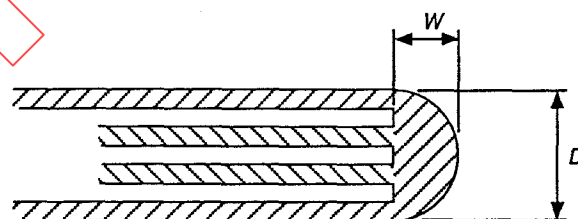
4.1.1.2 Zone autre que celle de la jonction de mesure

Les dimensions et tolérances des jonctions de mesure des couples thermoélectriques chemisés isolées ou reliées à la terre aux zones non couvertes par 4.1.1.1 doivent être conformes au tableau 1 des câbles chemisés.

4.1.2 Section longitudinale

4.1.2.1 Jonction reliée à la terre

Les dimensions de la zone de la jonction de mesure reliée à la terre doivent être conformes à la figure 2:



Dimensions

D = diamètre extérieur
 W = épaisseur de la soudure

Grandeur

D
 min. $0,1 D$
 max. $0,8 D$

Figure 2 – Coupe longitudinale d'une jonction de mesure reliée à la terre d'un couple thermoélectrique chemisé

4 Mineral insulated thermocouples

4.1 Dimensions

4.1.1 Outside diameter

4.1.1.1 Measuring junction region

The tolerances of the outside diameter of both earthed and insulated thermocouples for a distance of five times the outside diameters from the measuring junction shall be as given in table 4.

Table 4 – Tolerances of outside diameter in region of the measuring junction

Outside diameter of sheath D mm	0,5	1,0	1,5	2,0	3,0	4,5	6,0	8,0
Tolerance mm	$\pm 0,05$	$\pm 0,05$	$\pm 0,05$	$\pm 0,05$	$\pm 0,05$	$\pm 0,05$	$\pm 0,10$	$\pm 0,10$

4.1.1.2 Remainder of thermocouple

The dimensions and tolerances of both earthed and insulated thermocouples in regions of the thermocouple not covered in 4.1.1.1 shall be as given in table 1 for thermocouple cables.

4.1.2 Longitudinal cross-section

4.1.2.1 Earthed junction

The dimensions of the measuring junction region shall be as given in figure 2.

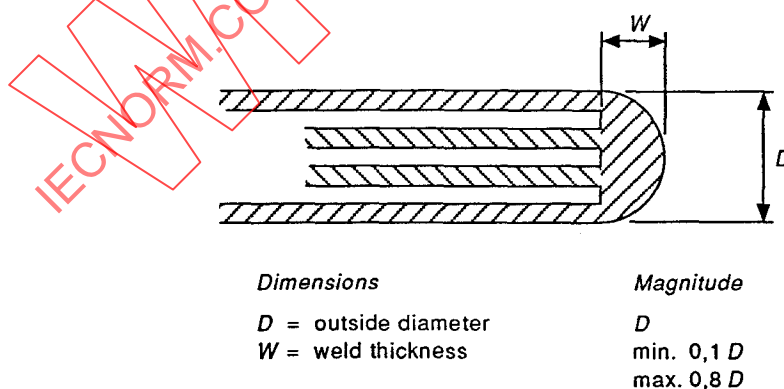
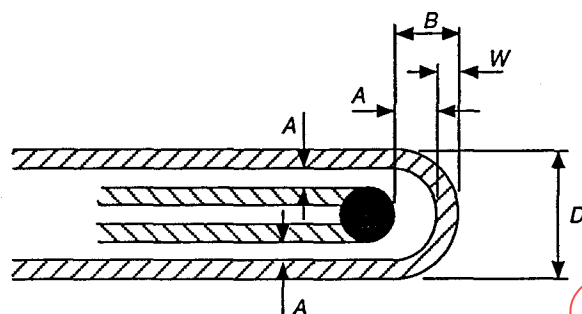


Figure 2 – Longitudinal section of the measuring junction of an earthed thermocouple

4.1.2.2 Jonction isolée

Les dimensions de la zone de la jonction isolée doivent être conformes à la figure 3.



Dimensions

D = diamètre extérieur
 A = épaisseur de l'isolant
 W = épaisseur de l'embout
 B = position de la soudure

Grandeur

D
 min. $0,05 D$
 min. $0,1 D$
 max. $0,8 D$
 min. $0,15 D$
 max. $1,5 D$

Figure 3 – Coupe longitudinale d'une jonction de mesure isolée d'un couple thermoélectrique chemisé

4.2 Caractéristiques électriques

Les caractéristiques suivantes ne s'appliquent pas nécessairement aux montages de couples thermoélectriques comprenant des câbles d'extension ou de compensation.

4.2.1 Valeurs des forces électromotrices

Les forces électromotrices doivent être conformes à la CEI 584-1 avec les valeurs de tolérance initiales comme précisé pour les couples thermoélectriques dans la CEI 584-2.

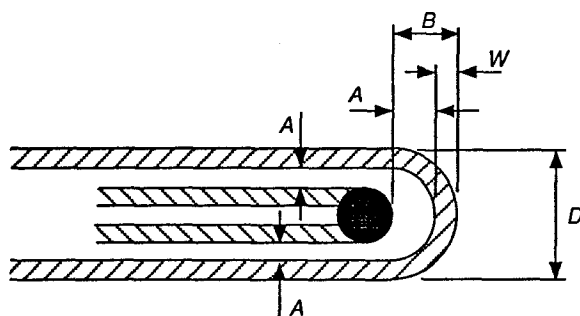
4.2.2 Résistance d'isolement des couples thermoélectriques isolés

La résistance d'isolement est mesurée entre l'un des conducteurs et la gaine à une tension d'essai de $75 \text{ V} \pm 25 \text{ V}$ en courant continu pour les diamètres $\leq 1,5 \text{ mm}$ et de $500 \text{ V} \pm 50 \text{ V}$ en courant continu pour les diamètres $> 1,5 \text{ mm}$.

La longueur de l'échantillon, les conditions de température et la résistance d'isolement pour les essais à température ambiante et à température élevée sont conformes au tableau 5. L'humidité relative ambiante doit être inférieure à 80 %.

4.1.2.2 Insulated junction

The dimensions of the measuring junction region shall be as given in figure 3.



Dimensions	Magnitude
D = outside diameter	D
A = insulation thickness	min. $0,05 D$
W = weld cap thickness	min. $0,1 D$
	max. $0,8 D$
B = bead position	min. $0,15 D$
	max. $1,5 D$

Figure 3 – Longitudinal section of the measuring junction of an Insulated thermocouple

4.2 Electrical characteristics

These characteristics do not necessarily apply to thermocouple assemblies including extension cables or compensating cables.

4.2.1 EMF values

EMF values shall be in accordance with IEC 584-1 with initial tolerance values as specified for thermocouples according to IEC 584-2.

4.2.2 Insulation resistance of insulated thermocouples

Insulation resistance shall be measured between either of the wires and sheath at test voltages of $75 V \pm 25 V$ d.c. for diameters $\leq 1,5$ mm and $500 V \pm 50 V$ d.c. for diameters $> 1,5$ mm.

Sample length, temperature conditions and insulation resistance values for testing at ambient and elevated temperatures shall be as given in table 5. The ambient relative humidity shall be not more than 80 %.

Tableau 5 – Résistance d'isolement à température ambiante et à température élevée

	Longueur	Longueur immergée	Température d'essai	Résistance minimale d'isolement	
	m	m	°C	MΩ m	MΩ
Température ambiante	≥1	Longueur totale	20 ± 15	1 000	–
	<1	Longueur totale	20 ± 15	–	1 000
Température élevée type J, E, K, N	Toutes les longueurs	50 % de la longueur totale max. 0,3	500 ± 15	–	5
Température élevée type T	Toutes les longueurs	50 % de la longueur totale max. 0,3	300 ± 10	–	500

4.3 Essais

4.3.1 Essais de routine

Les essais suivants sont effectués sur chaque couple thermoélectrique à moins que des procédures adéquates de contrôle de la qualité soient en place pour justifier des essais par échantillonnage.

4.3.1.1 Diamètre extérieur

Le diamètre de la zone de la jonction de mesure doit être conforme au tableau 4. Le diamètre extérieur de la partie restante du couple thermoélectrique doit être conforme au tableau 1 des câbles chemisés.

4.3.1.2 Résistance d'isolement à température ambiante (Couples thermoélectriques isolés)

La résistance d'isolement à température ambiante doit être conforme au tableau 5.

4.3.1.3 Continuité électrique (Couples thermoélectriques isolés)

La continuité électrique doit être vérifiée. Aucune mesure quantitative n'est exigée.

4.3.1.4 Polarité

La polarité des deux conducteurs du couple thermoélectrique doit être indiquée selon la section 2 de la CEI 584-3.

4.3.1.5 Étanchéité d'obturation obtenue par soudage

L'étanchéité d'obturation soudée doit être vérifiée par un essai d'immersion dans l'eau, par un essai à la pression d'azote comme précisé dans l'annexe A ou par tout autre essai adapté.