

**NORME  
INTERNATIONALE  
INTERNATIONAL  
STANDARD**

**CEI  
IEC**

**60519-7**

Première édition  
First edition  
1983-01

---

---

**Sécurité dans les installations électrothermiques**

**Septième partie:  
Règles particulières pour les installations  
comportant des canons à électrons**

**Safety in electroheat installations**

**Part 7:  
Particular requirements for installations  
with electron guns**



Numéro de référence  
Reference number  
CEI/IEC 60519-7: 1983

## Numéros des publications

Depuis le 1<sup>er</sup> 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**

**60519-7**

Première édition  
First edition  
1983-01

---

---

**Sécurité dans les installations électrothermiques**

**Septième partie:  
Règles particulières pour les installations  
comportant des canons à électrons**

**Safety in electroheat installations**

**Part 7:  
Particular requirements for installations  
with electron guns**

© IEC 1983 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.

International Electrotechnical Commission  
Telefax: +41 22 919 0300

3, rue de Varembé Geneva, Switzerland  
e-mail: [inmail@iec.ch](mailto:inmail@iec.ch) IEC web site <http://www.iec.ch>



Commission Electrotechnique Internationale  
International Electrotechnical Commission  
Международная Электротехническая Комиссия

CODE PRIX  
PRICE CODE

**H**

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

## SOMMAIRE

	Pages
PRÉAMBULE . . . . .	4
PRÉFACE . . . . .	4
Articles	
1. Domaine d'application . . . . .	6
2. Définitions . . . . .	6
3. Installation des câbles d'alimentation haute tension pour l'alimentation des canons à électrons . . . . .	8
4. Dispositif mobile de mise à la terre . . . . .	10
5. Distance minimale entre les composants haute tension nus . . . . .	12
6. Rayons X et émission ultraviolette . . . . .	12
7. Plaque signalétique . . . . .	12
8. Verrouillages de sécurité . . . . .	12
9. Groupes de production de vide . . . . .	12
10. Système de refroidissement par eau . . . . .	14
11. Générateur haute tension . . . . .	14

## CONTENTS

	Page
FOREWORD . . . . .	5
PREFACE . . . . .	5
Clause	
1. Scope . . . . .	7
2. Definitions . . . . .	7
3. Installation of high-voltage feeder cables for supplying the electron guns . . . . .	9
4. Portable earthing device . . . . .	11
5. Minimum distance between bare high-voltage components . . . . .	13
6. X-rays and UV-emission . . . . .	13
7. Identification plate . . . . .	13
8. Safety interlocks . . . . .	13
9. Vacuum plant . . . . .	13
10. Cooling water . . . . .	15
11. High-voltage power supply . . . . .	15

## COMMISSION ÉLECTROTECHNIQUE INTERNATIONALE

## SÉCURITÉ DANS LES INSTALLATIONS ÉLECTROTHERMIQUES

Septième partie: Règles particulières pour les installations  
comportant des canons à électrons

## PRÉAMBULE

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

## PRÉFACE

La présente norme a été établie par le Comité d'Etudes n° 27 de la C E I: Chauffage électrique industriel.

Un projet fut discuté lors de la réunion tenue à Pittsburgh en 1977. A la suite de cette réunion, un projet, document 27(Bureau Central)50, fut soumis à l'approbation des Comités nationaux suivant la Règle des Six Mois en mars 1979.

A la suite de la réunion tenue à Rome en 1980, des modifications, document 27(Bureau Central)63, furent soumises à l'approbation des Comités nationaux selon la Procédure des Deux Mois en avril 1981.

Les Comités nationaux des pays suivants se sont prononcés explicitement en faveur de la publication:

Afrique du Sud (République d')	Italie
Allemagne	Japon
Australie	Pays-Bas
Autriche	Pologne
Belgique	Roumanie
Canada	Royaume-Uni
Chine	Turquie
Egypte	Union des Républiques
France	Socialistes Soviétiques
Israël	Yougoslavie

*Autres publications de la C E I citées dans la présente norme:*

Publications n°s 50(841): Vocabulaire Electrotechnique International (VEI), chapitre 841: Electrothermie industrielle.

519-1: Sécurité dans les installations électrothermiques, Première partie: Règles générales.

## INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION

## SAFETY IN ELECTROHEAT INSTALLATIONS

Part 7: Particular requirements for installations  
with electron guns

## FOREWORD

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

## PREFACE

This standard has been prepared by I E C Technical Committee No 27: Industrial Electroheating Equipment.

A draft was discussed at the meeting held in Pittsburgh in 1977. As a result of this meeting, a draft, Document 27(Central Office)50, was submitted to the National Committees for approval under the Six Months' Rule in March 1979.

As a result of the meeting held in Rome in 1980, amendments, Document 27(Central Office)63, were submitted to the National Committees for approval under the Two Months' Procedure in April 1981.

The National Committees of the following countries voted explicitly in favour of publication:

Australia	Japan
Austria	Netherlands
Belgium	Poland
Canada	Romania
China	South Africa (Republic of)
Egypt	Turkey
France	Union of Soviet
Germany	Socialist Republics
Israel	United Kingdom
Italy	Yugoslavia

*Other I E C publications quoted in this standard:*

- Publications Nos. 50(841): International Electrotechnical Vocabulary (IEV), Chapter 841: Industrial Electroheating.  
519-1: Safety in Electroheat Installations, Part 1: General Requirements.

# SÉCURITÉ DANS LES INSTALLATIONS ÉLECTROTHERMIQUES

## Septième partie: Règles particulières pour les installations comportant des canons à électrons

### 1. Domaine d'application

La présente norme traite de la sécurité des installations électrothermiques comportant des canons à électrons et doit être considérée conjointement avec la Publication 519-1 de la C E I: Sécurité dans les installations électrothermiques, Première partie: Règles générales.

La présente norme s'applique également à la source de haute tension alimentant des canons à électrons.

La présente norme, quoique préparée pour les installations électrothermiques comportant des canons à électrons, peut aussi être étendue aux installations de chauffage par effluves, dans la mesure où elle s'applique.

### 2. Définitions

Les définitions suivantes se rapportent à la présente norme. Pour les définitions des termes fondamentaux et généraux du domaine de l'électrothermie, se reporter au Chapitre 841: Electrothermie industrielle, du Vocabulaire Electrotechnique International (VEI) (Publication 50 de la C E I).

#### 2.1 Canon à électrons (VEI 841-08-19)

Dispositif servant à engendrer des électrons concentrés en faisceau.

#### 2.2 Faisceau électronique (VEI 841-08-02)

Ensemble d'électrons accélérés se déplaçant approximativement dans la même direction.

#### 2.3 Tension d'accélération du faisceau (haute tension) (VEI 841-08-08)

Différence de potentiel existant entre la cathode et l'anode et servant à créer un champ électrique destiné à accélérer les électrons.

#### 2.4 Cathode (VEI 841-08-04)

Electrode constituant la source de l'émission électronique voulue.

#### 2.5 Anode (VEI 841-08-07)

Electrode reliée au pôle positif de la source et qui est généralement percée pour laisser le libre passage au faisceau d'électrons.



## SAFETY IN ELECTROHEAT INSTALLATIONS

### Part 7: Particular requirements for installations with electron guns

---

#### 1. Scope

This standard deals with the safety of electroheating installations with electron guns and is to be read in conjunction with I E C Publication 519-1: Safety in Electroheat Installations, Part 1: General requirements.

This standard applies also to the high-voltage sources feeding electron guns.

This standard, whilst prepared for electroheating installations with electron guns may, however, also be used for equipment employing glow discharge heating systems, where applicable.

#### 2. Definitions

The following definitions apply for the purposes of this standard. For definitions of fundamental and general terms in the field of electroheating, reference should be made to Chapter 841: Industrial Electroheating, of the International Electrotechnical Vocabulary (IEV) (I E C Publication 50).

##### 2.1 *Electron gun* (IEV 841-08-19)

A device to generate concentrated electrons as an electron beam.

##### 2.2 *Electron beam* (IEV 841-08-02)

A group of accelerated electrons moving approximately in the same direction.

##### 2.3 *Beam accelerating voltage (high voltage)* (IEV 841-08-08)

The potential difference between the cathode and the anode to generate an electric field for acceleration of the electrons.

##### 2.4 *Cathode* (IEV 841-08-04)

An electrode that is the source of the desired electron emission.

##### 2.5 *Anode* (IEV 841-08-07)

An electrode connected to the positive terminal of the source and which is usually pierced to provide a free passage for the electron beam.

## 2.6 *Courant d'émission*

Courant électronique émis à partir de la cathode.

*Note.* — La valeur du courant du faisceau électronique arrivant à la pièce à traiter est inférieure à celle du courant d'émission.

## 2.7 *Générateur haute tension*

Source de tension d'accélération et de courant d'émission pour les canons à électrons.

## 2.8 *Enceinte canon*

Enceinte sous vide dans laquelle est placé le canon à électrons. Cette enceinte peut être séparée de la pièce à traiter par un diaphragme permettant de créer une différence de pression relativement élevée entre le canon à électrons (canon à faisceau électronique) et la pièce à traiter.

## 2.9 *Verrouillage*

Dispositif qui empêche le fonctionnement de tout ou partie d'un équipement quand il existe un risque ou un danger quelconque.

### 2.10 *Verrouillage mécanique*

Verrouillage réalisé par des moyens mécaniques.

### 2.11 *Verrouillage électrique*

Verrouillage réalisé par des circuits électriques.

### 2.12 *Enceinte à vide*

Espace fermé d'une installation à vide, construit de façon à pouvoir supporter une atmosphère intérieure raréfiée et qui contient généralement la pièce à traiter.

### 2.13 *Conducteur de retour*

Connexion électrique entre la source d'alimentation haute tension (pôle positif) et la partie anodique du canon à électrons et/ou la pièce à traiter.

Le conducteur doit être relié à la terre ou au conducteur de terre du réseau.

*Note.* — Le conducteur peut être relié directement à la pièce à traiter ou à l'enceinte qui la contient.

## 3. **Installation des câbles d'alimentation haute tension pour l'alimentation des canons à électrons**

- 3.1 Les câbles d'alimentation haute tension doivent être isolés de façon adéquate et protégés efficacement contre les risques de dommages mécaniques.
- 3.2 Quand les câbles d'alimentation haute tension sont placés à l'intérieur de conduits ou de tuyaux flexibles, aucun autre câble ne peut y être placé sauf un conducteur de retour. Chaque canon à électrons doit avoir son propre conduit ou tuyau flexible.
- 3.3 Si le câble d'alimentation haute tension est placé à l'intérieur d'un conduit ou d'un tuyau flexible, ceux-ci doivent se prolonger jusqu'au compartiment où est réalisée la connexion avec la haute tension.

## 2.6 *Emission current*

The electron current flowing from the cathode.

*Note.* — The electron beam current arriving at the workpiece is lower than the emission current.

## 2.7 *High-voltage power supply*

The source of the acceleration voltage and of the emission current for the electron guns.

## 2.8 *Electron gun chamber*

The vacuum chamber in which the electron gun is located. This chamber may be separated from the workpiece by an aperture, so that between the electron gun (electron beam gun) and the workpiece a relatively high pressure difference can be established.

## 2.9 *Interlock*

A device that prevents activation of a piece of equipment when any form of hazard or danger exists.

### 2.10 *Mechanical interlock*

Interlock achieved by mechanical means.

### 2.11 *Electrical interlock*

Interlock achieved by electrical circuits.

### 2.12 *Vacuum chamber*

The enclosed space of a vacuum plant constructed in such a way that it can withstand a rarified atmosphere inside and which usually contains the workpiece to be treated.

### 2.13 *Return conductor*

The electrical interconnection between the high-voltage power supply (positive pole) and the anodic part of the electron gun and/or the workpiece.

The conductor shall be interconnected to earth or to the earthed conductor of the mains supply.

*Note.* — The conductor may be connected directly to the workpiece or to the chamber which surrounds it.

## 3. **Installation of high-voltage feeder cables for supplying the electron guns**

- 3.1 The high-voltage feeder cables shall be adequately insulated and further efficiently protected against mechanical damage.
- 3.2 When high-voltage feeder cables are laid inside conduits or flexible hoses, other cables shall not be included, except a return conductor. Each electron gun shall have its own conduit or flexible hose.
- 3.3 If the high-voltage feeder cable runs inside a conduit or flexible hose, the conduit or flexible hose shall extend into the high-voltage terminal connection compartment.

- 3.4 Les câbles d'alimentation haute tension et les câbles basse tension peuvent être placés côte à côte dans des tranchées ou des caniveaux, sous réserve que les câbles à haute tension soient mécaniquement et électriquement protégés. Les tranchées et les caniveaux ne sont pas considérés comme des protections.
- 3.5 On doit, pour des raisons de sécurité, installer un conducteur de retour pour chaque canon à électrons. La section de ce conducteur doit être prévue en fonction du courant de charge du canon sans pouvoir être inférieure à  $6 \text{ mm}^2$  cuivre. Le conducteur de retour doit être très souple.

Si, pour des canons spéciaux, il est nécessaire d'utiliser un conducteur de retour de section inférieure à  $6 \text{ mm}^2$  cuivre, ce conducteur doit être installé avec beaucoup de soin, protégé mécaniquement et avoir une section au moins égale à celle des conducteurs d'alimentation.

Tous les conducteurs de retour doivent être vérifiés fréquemment afin de détecter les incidents éventuels, par exemple connexions desserrées, conducteurs brisés, âmes décablées.

Le conducteur de retour peut être installé sans qu'il soit nécessaire de l'isoler électriquement.

La pièce à traiter ou son support doit être reliée à la source haute tension, conformément aux dispositions du paragraphe précédent, comme s'il s'agissait d'un canon à électrons. Dans le cas où une même pièce à traiter doit être chauffée simultanément par plus d'un canon à électrons, s'il ne peut être réalisé aucune liaison satisfaisante entre la pièce à traiter et les canons à électrons, la section du conducteur de retour reliant la pièce à la source haute tension doit être augmentée pour tenir compte de la valeur du courant de charge total.

La chute de tension le long du conducteur de retour ne doit pas excéder  $1,5 \text{ V}$  à la valeur nominale du courant. Les conducteurs de retour entre les canons à électrons et la source haute tension doivent être installés conjointement avec les conducteurs d'alimentation. Les conducteurs de retour entre la pièce à traiter et la source haute tension doivent être les plus courts possibles et réalisés en une seule pièce.

*Notes 1.* — Chaque installation doit avoir au moins deux conducteurs de retour pour maintenir la sécurité en cas de défaut sur l'un d'eux.

La disposition exacte des conducteurs de retour dépendra de la façon dont est assurée l'équipotentialité électrique de l'enceinte canon et de la chambre à vide, ainsi que du nombre de canons à électrons.

2. — Dans une installation comportant des canons à électrons, le courant de retour traverse les chambres et le bâti de l'installation.

#### 4. Dispositif mobile de mise à la terre

- 4.1 Après avoir coupé l'alimentation haute tension et obtenu l'accès aux parties normalement sous tension par ouverture de la porte de la chambre contenant le canon à électrons, l'intervention sur ces parties normalement sous tension ne doit être possible qu'après utilisation d'un dispositif mobile de mise à la terre de type agréé, afin de dériver toutes charges électriques résiduelles.

De même, des dispositifs mobiles de mise à la terre doivent être installés de façon bien visible au voisinage immédiat des sources d'alimentation haute tension.

- 4.2 Le conducteur de terre du dispositif mobile de mise à la terre doit être très souple et fixé en permanence à son point de mise à la terre (conducteur de retour). Ce point de mise à la terre doit être clairement visible pour pouvoir être repéré facilement par l'opérateur.

- 3.4 High-voltage feeder cables and low-voltage cables may run together inside cable trenches or cable troughs providing the high-voltage feeder cables are protected mechanically and electrically. The cable trenches or troughs are not recognized as protection.
- 3.5 For safety reasons, for each electron gun a return conductor shall be installed. The cross-sectional area of this conductor shall be of a size corresponding to the load current of the gun but not less than 6 mm<sup>2</sup> copper. The return conductor should be very flexible.

If, for special guns, a conductor of less than 6 mm<sup>2</sup> copper has to be employed, it shall be installed with special care, be mechanically protected and be at least the size of the feeder conductor(s).

All return conductors should be checked frequently, for example for loose connections, broken conductors, frayed ends, etc.

The return conductor may be installed without electrical insulation.

The workpiece or its carrier shall be connected to the high-voltage power supply in accordance with the rules described in the previous sub-clause, in exactly the same way as for an electron gun. If more than one electron gun is to heat the same workpiece and no satisfactory conductive connection between it and the electron gun can be established, the cross-section of the return conductor between the workpiece and high-voltage power supply shall be increased, corresponding to the total load current.

The voltage drop along the return conductor shall not exceed 1.5 V at rated current. Return conductors between electron guns and the high-voltage power supply shall be installed together with the feeders. Return conductors between the workpiece and the high-voltage power supply shall be installed in one uninterrupted length and in the shortest possible route.

*Notes* 1. — Each installation shall have at least two return conductors so that safety is maintained even if one should fail.

The exact arrangement of return conductors will depend on the quality of the electrical interconnection of the electron gun chamber and the vacuum chamber as well as the number of electron guns.

2. — In an installation with electron guns, the return current flows through the chambers and the framework of the installation.

#### 4. Portable earthing device

- 4.1 After switching off the high-voltage supply and gaining access by opening the door of the chamber housing the electron gun, a portable earthing device of an approved design must be used to remove any remaining charge before touching parts which are normally alive during operation.

Also, in the immediate vicinity of the high-voltage supply (ies), portable earthing devices are to be installed and to be clearly visible.

- 4.2 The highly flexible earth conductor of the portable earthing device shall be permanently fixed to its earthing point (return conductor). This earth connection point shall be clearly visible for easy checking by the operator.

## 5. Distance minimale entre les composants haute tension nus

Pour les canons à électrons, il n'est pas nécessaire d'observer les distances de sécurité applicables pour les équipements haute tension; leur alimentation doit être conçue comme s'ils devaient être utilisés dans des locaux secs et propres. Cette disposition sera spécifiée dans les notices d'installation du constructeur.

## 6. Rayons X et émission ultraviolette

Les équipements comportant des canons à électrons doivent être construits et installés de façon à éviter, pendant leur fonctionnement, toute exposition dangereuse des personnes aux rayonnements X et ultraviolets. Les niveaux de rayonnement ne doivent pas dépasser ceux prescrits par les recommandations nationales.

## 7. Plaque signalétique

Sur chaque installation de chauffage par électrons, doit être fixée une plaque d'identification portant les informations suivantes:

- nom du fabricant;
- type d'installation;
- numéro de série du fabricant;
- tension et fréquence nominales d'alimentation;
- puissance apparente nominale, en kilovoltampères;
- haute tension nominale, en kilovolts;
- numéro de référence du schéma de montage;
- année de fabrication;
- type d'environnement.

## 8. Verrouillages de sécurité

Des verrouillages de construction robuste et sûre doivent être prévus pour ne permettre l'accès au compartiment contenant les canons à électrons que lorsque l'alimentation haute tension est coupée et les condensateurs déchargés. Les verrouillages de sécurité seront du type mécanique et/ou électrique.

## 9. Groupe de production de vide

- 9.1 Le système de pompage doit être convenablement dimensionné et toutes précautions doivent être prises pour éviter que le personnel ne soit soumis à des émanations dangereuses.
- 9.2 Les parties mobiles des pompes, telles que courroies, poulies, etc., doivent être protégées pour éviter qu'elles ne puissent être touchées accidentellement.
- 9.3 Si l'enceinte à vide est assez grande pour qu'une personne puisse y pénétrer, des dispositifs doivent être prévus qui empêchent le pompage de l'enceinte tant qu'une personne se trouve encore à l'intérieur.