

RAPPORT
TECHNIQUE
TECHNICAL
REPORT

CEI
IEC

TR 60479-4

Première édition
First edition
2004-07

**Effets du courant sur le corps humain
et sur les animaux –**

**Partie 4:
Effets de la foudre sur le corps humain
et sur les animaux**

**Effects of current on human beings
and livestock –**

**Part 4:
Effects of lightning strokes
on human beings and livestock**



Numéro de référence
Reference number
CEI/IEC/TR 60479-4:2004

Numérotation des publications

Depuis le 1er janvier 1997, les publications de la CEI sont numérotées à partir de 60000. Ainsi, la CEI 34-1 devient la CEI 60034-1.

Editions 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.

Informations supplémentaires sur les publications de la CEI

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 cette publication, y compris sa validité, sont disponibles dans le Catalogue des publications de la CEI (voir ci-dessous) en plus des nouvelles éditions, amendements et corrigenda. Des informations sur les sujets à l'étude et l'avancement des travaux entrepris par le comité d'études qui a élaboré cette publication, ainsi que la liste des publications parues, sont également disponibles par l'intermédiaire de:

- **Site web de la CEI** (www.iec.ch)
- **Catalogue des publications de la CEI**

Le catalogue en ligne sur le site web de la CEI (www.iec.ch/searchpub) vous permet de faire des recherches en utilisant de nombreux critères, comprenant des recherches textuelles, par comité d'études ou date de publication. Des informations en ligne sont également disponibles sur les nouvelles publications, les publications remplacées ou retirées, ainsi que sur les corrigenda.

- **IEC Just Published**

Ce résumé des dernières publications parues (www.iec.ch/online_news/justpub) est aussi disponible par courrier électronique. Veuillez prendre contact avec le Service client (voir ci-dessous) pour plus d'informations.

- **Service clients**

Si vous avez des questions au sujet de cette publication ou avez besoin de renseignements supplémentaires, prenez contact avec le Service clients:

Email: custserv@iec.ch
Tél: +41 22 919 02 11
Fax: +41 22 919 03 00

Publication numbering

As from 1 January 1997 all IEC publications are issued with a designation in the 60000 series. For example, IEC 34-1 is now referred to as IEC 60034-1.

Consolidated editions

The IEC is now publishing consolidated versions of its publications. 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.

Further information on IEC publications

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 this publication, including its validity, is available in the IEC Catalogue of publications (see below) in addition to new editions, amendments and corrigenda. 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 also available from the following:

- **IEC Web Site** (www.iec.ch)
- **Catalogue of IEC publications**

The on-line catalogue on the IEC web site (www.iec.ch/searchpub) enables you to search by a variety of criteria including text searches, technical committees and date of publication. On-line information is also available on recently issued publications, withdrawn and replaced publications, as well as corrigenda.

- **IEC Just Published**

This summary of recently issued publications (www.iec.ch/online_news/justpub) is also available by email. Please contact the Customer Service Centre (see below) for further information.

- **Customer Service Centre**

If you have any questions regarding this publication or need further assistance, please contact the Customer Service Centre:

Email: custserv@iec.ch
Tel: +41 22 919 02 11
Fax: +41 22 919 03 00

RAPPORT
TECHNIQUE
TECHNICAL
REPORT

CEI
IEC

TR 60479-4

Première édition
First edition
2004-07

**Effets du courant sur le corps humain
et sur les animaux –**

**Partie 4:
Effets de la foudre sur le corps humain
et sur les animaux**

**Effects of current on human beings
and livestock –**

**Part 4:
Effects of lightning strokes
on human beings and livestock**

© IEC 2004 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, 3, rue de Varembe, PO Box 131, CH-1211 Geneva 20, Switzerland
Telephone: +41 22 919 02 11 Telefax: +41 22 919 03 00 E-mail: inmail@iec.ch Web: www.iec.ch



Commission Electrotechnique Internationale
International Electrotechnical Commission
Международная Электротехническая Комиссия

CODE PRIX
PRICE CODE

Q

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

SOMMAIRE

AVANT-PROPOS.....	4
INTRODUCTION.....	8
1 Domaine d'application et objet.....	10
2 Références normatives.....	10
3 Termes et définitions.....	10
3.1 Définitions des termes techniques.....	10
3.2 Définitions des interactions.....	14
3.3 Définitions des effets sur les organismes.....	14
4 Phénomène physique de la foudre.....	16
5 Interaction entre les coups de foudre et les personnes ou les animaux domestiques.....	16
5.1 Description d'un coup de foudre direct.....	16
5.2 Description de la tension de toucher.....	18
5.3 Description du coup de foudre latéral.....	18
5.4 Description de la tension de pas.....	18
5.5 Description de l'amorçage.....	18
6 Effets de la foudre sur le corps humain et les animaux domestiques.....	18
6.1 Effets physiologiques.....	20
6.2 Effets pathophysiologiques.....	20
6.3 Effets thermiques.....	20
6.4 Comparaison entre les effets d'un coup de foudre et les chocs électriques.....	20
Annexe A (informative) Figures.....	22
Bibliographie.....	34

CONTENTS

FOREWORD.....	5
INTRODUCTION.....	9
1 Scope and object.....	11
2 Normative references	11
3 Terms and definitions	11
3.1 Definitions of technical terms.....	11
3.2 Definitions of interactions	15
3.3 Definitions of effects on organisms.....	15
4 Physics of lightning	17
5 Interaction of strokes with human beings and livestock.....	17
5.1 Description of direct strike	17
5.2 Description of touch voltage	19
5.3 Description of side flash	19
5.4 Description of step-voltage.....	19
5.5 Description of flashover.....	19
6 Effects of lightning strokes on the body of human beings and livestock	19
6.1 Physiological effects.....	21
6.2 Pathophysiological effects.....	21
6.3 Thermal effects	21
6.4 Comparison between effects of electric shock and effects of lightning strokes.....	21
Annex A (informative) Figures.....	23
Bibliography.....	35

COMMISSION ÉLECTROTECHNIQUE INTERNATIONALE

EFFETS DU COURANT SUR LE CORPS HUMAIN ET SUR LES ANIMAUX –

Partie 4: Effets de la foudre sur le corps humain et sur les animaux

AVANT-PROPOS

- 1) La Commission Electrotechnique Internationale (CEI) 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, des Spécifications techniques, des Rapports techniques, des Spécifications accessibles au public (PAS) et des Guides (ci-après dénommés "Publication(s) de la CEI"). 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 concernant les questions techniques représentent, dans la mesure du possible, un accord international sur les sujets étudiés, étant donné que les Comités nationaux de la CEI intéressés sont représentés dans chaque comité d'études.
- 3) Les Publications de la CEI se présentent sous la forme de recommandations internationales et sont agréées comme telles par les Comités nationaux de la CEI. Tous les efforts raisonnables sont entrepris afin que la CEI s'assure de l'exactitude du contenu technique de ses publications; la CEI ne peut pas être tenue responsable de l'éventuelle mauvaise utilisation ou interprétation qui en est faite par un quelconque utilisateur final.
- 4) Dans le but d'encourager l'uniformité internationale, les Comités nationaux de la CEI s'engagent, dans toute la mesure possible, à appliquer de façon transparente les Publications de la CEI dans leurs publications nationales et régionales. Toutes divergences entre toutes Publications de la CEI et toutes publications nationales ou régionales correspondantes doivent être indiquées en termes clairs dans ces dernières.
- 5) La CEI n'a prévu aucune procédure de marquage valant indication d'approbation et n'engage pas sa responsabilité pour les équipements déclarés conformes à une de ses Publications.
- 6) Tous les utilisateurs doivent s'assurer qu'ils sont en possession de la dernière édition de cette publication.
- 7) Aucune responsabilité ne doit être imputée à la CEI, à ses administrateurs, employés, auxiliaires ou mandataires, y compris ses experts particuliers et les membres de ses comités d'études et des Comités nationaux de la CEI, pour tout préjudice causé en cas de dommages corporels et matériels, ou de tout autre dommage de quelque nature que ce soit, directe ou indirecte, ou pour supporter les coûts (y compris les frais de justice) et les dépenses découlant de la publication ou de l'utilisation de cette Publication de la CEI ou de toute autre Publication de la CEI, ou au crédit qui lui est accordé.
- 8) L'attention est attirée sur les références normatives citées dans cette publication. L'utilisation de publications référencées est obligatoire pour une application correcte de la présente publication.
- 9) L'attention est attirée sur le fait que certains des éléments de la présente Publication de la CEI peuvent faire l'objet de droits de propriété intellectuelle ou de droits analogues. La CEI ne saurait être tenue pour responsable de ne pas avoir identifié de tels droits de propriété et de ne pas avoir signalé leur existence.

La tâche principale des comités d'études de la CEI est l'élaboration des Normes internationales. Toutefois, un comité d'études peut proposer la publication d'un rapport technique lorsqu'il 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.

La CEI 60479-4, qui est un rapport technique, a été établie par le comité d'études 64 de la CEI: Installations électriques et protection contre les chocs électriques.

INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION

**EFFECTS OF CURRENT ON HUMAN BEINGS
AND LIVESTOCK –****Part 4: Effects of lightning strokes
on human beings and livestock**

FOREWORD

- 1) The International Electrotechnical Commission (IEC) is a worldwide organization for standardization comprising all national electrotechnical committees (IEC National Committees). The object of IEC is to promote international co-operation on all questions concerning standardization in the electrical and electronic fields. To this end and in addition to other activities, IEC publishes International Standards, Technical Specifications, Technical Reports, Publicly Available Specifications (PAS) and Guides (hereafter referred to as "IEC Publication(s)"). 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. 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 IEC on technical matters express, as nearly as possible, an international consensus of opinion on the relevant subjects since each technical committee has representation from all interested IEC National Committees.
- 3) IEC Publications have the form of recommendations for international use and are accepted by IEC National Committees in that sense. While all reasonable efforts are made to ensure that the technical content of IEC Publications is accurate, IEC cannot be held responsible for the way in which they are used or for any misinterpretation by any end user.
- 4) In order to promote international uniformity, IEC National Committees undertake to apply IEC Publications transparently to the maximum extent possible in their national and regional publications. Any divergence between any IEC Publication and the corresponding national or regional publication shall be clearly indicated in the latter.
- 5) IEC provides no marking procedure to indicate its approval and cannot be rendered responsible for any equipment declared to be in conformity with an IEC Publication.
- 6) All users should ensure that they have the latest edition of this publication.
- 7) No liability shall attach to IEC or its directors, employees, servants or agents including individual experts and members of its technical committees and IEC National Committees for any personal injury, property damage or other damage of any nature whatsoever, whether direct or indirect, or for costs (including legal fees) and expenses arising out of the publication, use of, or reliance upon, this IEC Publication or any other IEC Publications.
- 8) Attention is drawn to the Normative references cited in this publication. Use of the referenced publications is indispensable for the correct application of this publication.
- 9) Attention is drawn to the possibility that some of the elements of this IEC Publication may be the subject of patent rights. IEC shall not be held responsible for identifying any or all such patent rights.

The main task of IEC technical committees is to prepare International Standards. However, a technical committee may propose the publication of a Technical Report when it has collected data of a different kind from that which is normally published as an International Standard, for example "state of the art".

IEC 60479-4, is a technical report and has been prepared by technical committee 64: Electrical installations and protection against electric shock.

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

Projet d'enquête	Rapport de vote
64/1382/DTR	64/1396/RVC

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.

Cette publication a été rédigée selon les Directives ISO/CEI, Partie 2.

La CEI 60479 est constituée des parties suivantes, regroupées sous le titre général *Effets du courant sur l'homme et les animaux domestiques*

Partie 1: Aspects généraux

Partie 2: Aspects particuliers:

Chapitre 4: Effets du courant alternatif de fréquence supérieure à 100 Hz

Chapitre 5: Effets des courants de formes d'ondes spéciales

Chapitre 6: Effets des courants d'impulsion unique de courte durée

Partie 3: Effets du courant passant par le corps d'animaux domestiques

Partie 4: Effets de la foudre sur le corps humain et sur les animaux

Le comité a décidé que le contenu de cette publication ne sera pas modifié avant la date de maintenance indiquée sur le site web de la CEI sous «<http://webstore.iec.ch>» dans les données relatives à la publication recherchée. A cette date, la publication sera

- reconduite;
- supprimée;
- remplacée par une édition révisée, ou
- amendée.

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

Enquiry draft	Report on voting
64/1382/DTR	64/1396/RVC

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 publication has been drafted in accordance with the ISO/IEC Directives, Part 2.

IEC 60479 consists of the following parts under the general title *Effects of current on human beings and livestock*

Part 1: General aspects

Part 2: Special aspects:

Chapter 4: Effects of alternating current with frequencies above 100 Hz

Chapter 5: Effects of special waveforms of current

Chapter 6: Effects of unidirectional single impulse currents of short duration

Part 3: Effects of currents passing through the bodies of livestock

Part 4: Effects of lightning strokes on human beings and livestock

The committee has decided that the contents of this publication will remain unchanged until the maintenance result date indicated on the IEC web site under "<http://webstore.iec.ch>" in the data related to the specific publication. At this date, the publication will be

- reconfirmed;
- withdrawn;
- replaced by a revised edition, or
- amended.

INTRODUCTION

La CEI 60479, parties 1 à 3, traite de l'influence du passage du courant dans le corps humain et celui des animaux. La présente partie, qui est un rapport technique, décrit l'influence et les effets de l'électricité naturelle sous la forme d'éclairs lors d'orages. Le courant de foudre peut comprendre plusieurs chocs unipolaires et/ou bipolaires présentant des valeurs crêtes et des durées différentes; le Chapitre 6 de la CEI 60479-2 ne traitant pas ces effets.

L'interaction entre un coup de foudre et le corps de la victime est très différente de l'expérience habituelle des chocs électriques. Le chemin de passage comprend souvent la tête lors d'accidents dus à la foudre. Cela implique une inclusion probable du cerveau et par suite du système respiratoire différent du passage de courant habituel de choc électrique. Il faut relever, en particulier, les différences existant entre les accidents dus à un coup de foudre direct et ceux dus aux tensions de pas. Même des chocs simples de faible durée peuvent entraîner des arrêts cardio-pulmonaires [5]¹, [6], [12] et [13].

Les interactions électriques élevées avec les organismes humains sont très dangereuses, mais heureusement, ne sont pas toujours mortelles. Il est admis que plus de 70 % des accidents dus à la foudre ne sont pas mortels (voir [1] et [9]). Les données correspondantes pour les animaux ne sont pas connues. Il existe une très grande variabilité due aux environnements différents, aux activités diverses des personnes et des connaissances lors des premières interventions et de la qualité des soins médicaux [1] et [5].

C'est pourquoi il est nécessaire de créer un document séparé relatif aux aspects particuliers des coups de foudre. Dans la première partie, l'aspect physique fondamental de la foudre est décrit et une seconde partie traite de son interaction avec le corps humain et une troisième partie traite des conséquences sur la vie humaine.

¹ Les chiffres entre crochets renvoient à la bibliographie.

INTRODUCTION

IEC 60479 parts 1 to 3, deals with the effect of electric shock derived from electrical systems on the bodies of human beings and livestock. This part, which is a technical report, describes the influence and effect of natural electricity in the form of lightning strokes during thunderstorms. Lightning current can consist of several uni-polar and/or bi-polar impulses with different peak values and durations; Chapter 6 of IEC 60479-2 does not cover these effects.

The interaction of a lightning stroke with the victim's body is quite different from the usual experience with electric shock derived from electrical systems. The pathway often includes the head in lightning accidents. This implies a probable inclusion of the brain stem, which includes the respiratory centre, in contrast with pathways of shock current arising from electrical systems. In particular it must be pointed out that differences exist between accidents caused by a direct flash compared with those interactions which are caused by step voltages. Even very short single impulses of lightning can cause cardio-pulmonary arrest [5]¹, [6], [12] and [13].

The intense electric interactions with living organisms are very dangerous but, surprisingly in many cases, not always lethal. It is accepted that 70 % or more lightning accidents involving humans are not fatal (see [1] and [9]). Corresponding reliable data for livestock are not known. There is a large variation in outcome due to different environments, different activities of people and knowledge of first aid and quality of medical care [1] and [5].

It has been necessary, therefore, to create a separate document concerning the special effects of lightning strokes. The physical behaviour of lightning is shown as a basis. The interaction with a living body is then described, followed by the consequences for the life of the victim.

¹ Figures in square brackets refer to the bibliography.