

**NORME
INTERNATIONALE
INTERNATIONAL
STANDARD**

**CEI
IEC**

62305-2

Première édition
First edition
2006-01

Protection contre la foudre –

**Partie 2:
Evaluation des risques**

Protection against lightning –

**Part 2:
Risk management**



Numéro de référence
Reference number
CEI/IEC 62305-2:2006

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

**NORME
INTERNATIONALE
INTERNATIONAL
STANDARD**

**CEI
IEC**

62305-2

Première édition
First edition
2006-01

Protection contre la foudre –

**Partie 2:
Evaluation des risques**

Protection against lightning –

**Part 2:
Risk management**

© IEC 2006 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 **XE**

For price, see current catalogue

CONTENTS

FOREWORD.....	13
INTRODUCTION.....	17
1 Scope.....	21
2 Normative references	21
3 Terms, definitions, symbols and abbreviations.....	21
4 Explanation of terms.....	41
4.1 Damage and loss	41
4.2 Risk and risk components.....	45
4.3 Composition of risk components related to a structure.....	49
4.4 Composition of risk components related to a service	53
4.5 Factors influencing the risk components.....	55
5 Risk management.....	57
5.1 Basic procedure	57
5.2 Structure to be considered for risk assessment	57
5.3 Service to be considered for risk assessment.....	57
5.4 Tolerable risk R_T	59
5.5 Specific procedure to evaluate the need of protection.....	59
5.6 Procedure to evaluate the cost effectiveness of protection	61
5.7 Protection measures	65
5.8 Selection of protection measures.....	65
6 Assessment of risk components for a structure.....	71
6.1 Basic equation.....	71
6.2 Assessment of risk components due to flashes to the structure (S1).....	71
6.3 Assessment of the risk component due to flashes near the structure (S2)	71
6.4 Assessment of risk components due to flashes to a line connected to the structure (S3)	73
6.5 Assessment of risk component due to flashes near a line connected to the structure (S4)	73
6.6 Summary of risk components in a structure	77
6.7 Partitioning of a structure in zones Z_S	77
6.8 Assessment of risk components in a structure with zones Z_S	79
7 Assessment of risk components for a service	81
7.1 Basic equation.....	81
7.2 Assessment of components due to flashes to the service (S3).....	81
7.3 Assessment of risk component due to flashes near the service (S4).....	81
7.4 Assessment of risk components due to flashes to structures to which the service is connected (S1)	83
7.5 Summary of risk components for a service	83
7.6 Partitioning of a service into sections S_S	85

Annex A (informative) Assessment of annual number N of dangerous events.....	87
Annex B (informative) Assessment of probability P_X of damage for a structure.....	105
Annex C (informative) Assessment of amount of loss L_X in a structure.....	117
Annex D (informative) Assessment of probability P'_X of damage to a service.....	127
Annex E (informative) Assessment of the amount of loss L'_X in a service.....	135
Annex F (informative) Switching overvoltages.....	139
Annex G (informative) Evaluation of costs of loss.....	141
Annex H (informative) Case study for structures.....	143
Annex I (informative) Case study for services – Telecommunication line.....	197
Annex J (informative) Simplified software for risk assessment for structures.....	209
Bibliography.....	219
Figure 1 – Procedure for deciding the need of protection.....	61
Figure 2 – Procedure for evaluating the cost-effectiveness of protection measures.....	63
Figure 3 – Procedure for selecting protection measures in structures.....	67
Figure 4 – Procedure for selecting protection measures in services.....	69
Figure 5 – Structures at line ends: at “b” end the structure to be protected (structure b) and at “a” end an adjacent structure(structure a).....	75
Figure A.1 – Collection area A_d of an isolated structure.....	89
Figure A.2 – Complex shape structure.....	91
Figure A.3 – Different methods to determine the collection area for the structure of Figure A.2.....	93
Figure A.4 – Structure to be considered for evaluation of collection area A_d	95
Figure A.5 – Collection areas (A_d , A_m , A_i , A_l).....	103
Figure I.1 – Telecommunication line to be protected.....	197
Figure J.1 – Example for a country house (see Clause H.1 – no protection measures provided).....	215
Figure J.2 – Example for a country house (see Clause H.1 – protection measures provided).....	217
Table 1 – Sources of damage, types of damage and types of loss selected according to the point of strike.....	43
Table 2 – Risk in a structure for each type of damage and of loss.....	45
Table 3 – Risk components to be considered for each type of loss in a structure.....	51
Table 4 – Risk components to be considered for each type of loss in a service.....	53
Table 5 – Factors influencing the risk components in a structure.....	55
Table 6 – Factors influencing the risk components in a service.....	57
Table 7 – Typical values of tolerable risk R_T	59
Table 8 – Parameters relevant to the assessment of risk components for a structure.....	75
Table 9 – Risk components for a structure for different types of damage caused by different sources.....	77

Table 10 – Parameters relevant to the assessment of risk components for a service.....	83
Table 11 – Risk components for a service for different types of damage caused by different sources	85
Table A. 1 – Values of collection area depending on the evaluation method.....	91
Table A.2 – Location factor C_d	97
Table A.3 – Collection areas A_l and A_i depending on the service characteristics.....	99
Table A.4 – Transformer factor C_t	101
Table A.5 – Environmental factor C_e	101
Table B.1 – Values of probability P_A that a flash to a structure will cause shock to living beings due to dangerous touch and step voltages.....	105
Table B.2 – Values of P_B depending on the protection measures to reduce physical damage	107
Table B.3 – Value of the probability P_{SPD} as a function of LPL for which SPDs are designed.....	107
Table B.4 – Value of the probability P_{MS} as a function of factor K_{MS}	109
Table B.5 – Value of factor K_{S3} depending on internal wiring	111
Table B.6 – Values of the probability P_{LD} depending on the resistance R_S of the cable screen and the impulse withstand voltage U_w of the equipment	113
Table B.7 – Values of the probability P_{LI} depending on the resistance R_S of the cable screen and the impulse withstand voltage U_w of the equipment	115
Table C.1 – Typical mean values of L_t , L_f and L_o	119
Table C.2 – Values of reduction factors r_a and r_u as a function of the type of surface of soil or floor	119
Table C.3 – Values of reduction factor r_p as a function of provisions taken to reduce the consequences of fire.....	121
Table C.4 – Values of reduction factor r_f as a function of risk of fire of structure	121
Table C.5 – Values of factor h increasing the relative amount of loss in presence of a special hazard	121
Table C.6 – Typical mean values of L_f and L_o	123
Table C.7 – Typical mean values of L_t , L_f and L_o	125
Table D.1 – Values of factor K_d as function of the characteristics of the shielded line	127
Table D.2 – Values of the factor K_p as function of the protection measures.....	129
Table D.3 – Impulse withstand voltage U_w as a function of the type of cable.....	129
Table D.4 – Impulse withstand voltage U_w as a function of the type of apparatus.....	129
Table D.5 – Values of probability P'_B , P'_C , P'_V and P'_W as function of the failure current I_a	131
Table E.1 – Typical mean values of L'_f and L'_o	135
Table H.1 – Structure data and characteristics.....	143
Table H.2 – Data and characteristics of lines and connected internal systems	145
Table H.3 – Zone Z_2 (inside the building) characteristics	147
Table H.4 – Collection areas of structure and lines	147
Table H.5 – Expected annual number of dangerous events.....	149
Table H.6 – Risk components involved and their calculation (values x 10^{-5})	149

Tableau H.7 – Valeurs des composantes de risque relatives au risque R_1 (valeurs $\times 10^{-5}$) pour les cas adaptés	152
Tableau H.8 – Caractéristiques de la structure.....	152
Tableau H.9 – Caractéristiques du réseau de puissance interne et de la ligne de puissance entrante concernée	154
Tableau H.10 – Caractéristiques du réseau de communication interne et de la ligne entrante concernée	154
Tableau H.11 – Caractéristiques de la zone Z_1 (zone d'entrée dans le bâtiment)	156
Tableau H.12 – Caractéristiques de la zone Z_2 (jardin)	156
Tableau H.13 – Caractéristiques de la zone Z_3 (archives).....	156
Tableau H.14 – Caractéristiques de la zone Z_4 (bureaux)	158
Tableau H.15 – Caractéristiques de la zone Z_5 (centre informatique).....	158
Tableau H.16 – Surfaces équivalentes d'exposition de la structure et des lignes	158
Tableau H.17 – Nombre annuel prévisible d'événements dangereux	160
Tableau H.18 – Risque R_1 – Valeurs des composantes de risques selon les zones (valeurs $\times 10^{-5}$)	160
Tableau H.19 – Composition des composantes de risques R_1 selon les zones (valeurs $\times 10^{-5}$).....	160
Tableau H.20 – Valeurs du risque R_1 en fonction de la solution choisie (valeurs $\times 10^{-5}$).....	162
Tableau H.21 – Caractéristiques de la structure.....	164
Tableau H.22 – Caractéristiques du réseau de puissance interne et de la ligne de puissance entrante concernée	166
Tableau H.23 – Caractéristiques du réseau de communication interne et de la ligne entrante concernée	166
Tableau H.24 – Caractéristiques de la zone Z_1 (extérieur du bâtiment).....	168
Tableau H.25 – Caractéristiques de la zone Z_2 (bloc chambres)	170
Tableau H.26 – Caractéristiques de la zone Z_3 (bloc opératoire).....	170
Tableau H.27 – Caractéristiques de la zone Z_4 (unité de soins intensifs)	172
Tableau H.28 – Nombre annuel prévisible d'événements dangereux	172
Tableau H.29 – Risque R_1 – Valeurs de composantes de risque selon les zones	174
Tableau H.30 – Valeurs de la probabilité P pour une structure non protégée	174
Tableau H.31 – Risque R_1 – Valeurs de composantes de risque pour une structure non protégée selon les zones (valeurs $\times 10^{-5}$).....	176
Tableau H.32 – Composition des composantes de risque R_1 selon les zones (valeurs $\times 10^{-5}$)	176
Tableau H.33 – Risque R_1 – Valeurs de la probabilité P pour une structure protégée selon la solution a)	180
Tableau H.34 – Risque R_1 – Valeurs de la probabilité P pour une structure protégée selon la solution b)	180
Tableau H.35 – Risque R_1 – Valeurs de la probabilité P pour une structure protégée selon la solution c).....	182
Tableau H.36 – Risque R_1 – Valeurs du risque en fonction de la solution choisie (valeurs $\times 10^{-5}$)	182
Tableau H.37 – Valeurs des coûts des pertes relatives aux zones (valeurs en \$ $\times 10^6$).....	184
Tableau H.38 – Valeurs relatives aux taux	184
Tableau H.39 – Risque R_4 – Valeurs des composantes de risque pour une structure non protégée selon les zones (valeurs $\times 10^{-5}$).....	186

Table H.7 – Values of risk components relevant to risk R_1 (values $\times 10^{-5}$) for suitable cases	153
Table H.8 – Structure characteristics	153
Table H.9 – Internal power system and connected power line characteristics	155
Table H.10 – Internal telecom system and connected TLC line characteristics	155
Table H.11 – Zone Z_1 (entrance area to the building) characteristics	157
Table H.12 – Zone Z_2 (garden) characteristics	157
Table H.13 – Zone Z_3 (archive) characteristics	157
Table H.14 – Zone Z_4 (offices) characteristics	159
Table H.15 – Zone Z_5 (computer centre) characteristics	159
Table H.16 – Collection areas of structure and lines	159
Table H.17 – Expected annual number of dangerous events	161
Table H.18 – Risk R_1 - Values of risk components according to zones (values $\times 10^{-5}$)	161
Table H.19 – Composition of risk R_1 components according to zones (values $\times 10^{-5}$)	161
Table H.20 – Values of risk R_1 according to solution chosen (values $\times 10^{-5}$)	163
Table H.21 – Structure characteristics	165
Table H.22 – Internal power system and relevant incoming power line characteristics	167
Table H.23 – Internal telecom system and relevant incoming line characteristics	167
Table H.24 – Zone Z_1 (outside building) characteristics	169
Table H.25 – Zone Z_2 (rooms block) characteristics	171
Table H.26 – Zone Z_3 (operating block) characteristics	171
Table H.27 – Zone Z_4 (intensive care unity) characteristics	173
Table H.28 – Expected annual number of dangerous events	173
Table H.29 – Risk R_1 – Risk components to be considered according to zones	175
Table H.30 – Risk R_1 – Values of probability P for unprotected structure	175
Table H.31 – Risk R_1 – Values of risk components for unprotected structure according to zones (values $\times 10^{-5}$)	177
Table H.32 – Composition of risk R_1 components according to zones (values $\times 10^{-5}$)	177
Table H.33 – Risk R_1 – Values of probability P for the protected structure according to solution a)	181
Table H.34 – Risk R_1 – Values of probability P for protected structure according to solution b)	181
Table H.35 – Risk R_1 – Values of probability P for the protected structure according to solution c)	183
Table H.36 – Risk R_1 – Values of risk according to solution chosen (values $\times 10^{-5}$)	183
Table H.37 – Values of costs of loss relevant to zones (values in \$ $\times 10^6$)	185
Table H.38 – Values relevant to rates	185
Table H.39 – Risk R_4 – Values of risk components for unprotected structure according to zones (values $\times 10^{-5}$)	187

Tableau H.40 – Montant des pertes C_L et C_{RL} (valeurs en \$)	186
Tableau H.41 – Coût C_P et C_{PM} des mesures de protection (valeurs en \$).....	188
Tableau H.42 – Economie annuelle (valeur en \$).....	188
Tableau H.43 – Caractéristiques de la structure.....	190
Tableau H.44 – Paramètres de la zone Z_2	190
Tableau H.45 – Paramètres du réseau de puissance interne et du réseau entrant concerné.....	192
Tableau H.46 – Paramètres du réseau de communication interne et du réseau entrant concerné.....	192
Tableau H.47 – Mesures de protection à adopter en fonction de la hauteur du bâtiment et du risque d'incendie	194
Tableau I.1 – Caractéristiques de la section S_1 de la ligne.....	198
Tableau I.2 – Caractéristiques de la section S_2 de la ligne.....	198
Tableau I.3 – Caractéristiques d'extrémité de ligne dans la structure	200
Tableau I.4 – Nombre annuel prévisible d'événements dangereux	200
Tableau I.5 – Risque R'_2 – Composantes de risque relatives aux sections S de la ligne	200
Tableau I.6 – Risque R'_2 – Courants de défaut et probabilités P' pour une ligne non protégée	202
Tableau I.7 – Risque R'_2 – Valeurs des composantes de risque pour une ligne non protégée selon les sections S (valeurs $\times 10^{-3}$).....	204
Tableau I.8 – Risque R'_2 – Valeurs des probabilités P' pour une ligne protégée	206
Tableau I.9 – Risque R'_2 – Valeurs des composantes de risque pour une ligne protégée par un parafoudre installé au point de transition $T_{1/2}$ et T_a avec $P_{SPD} = 0,03$ (valeurs $\times 10^{-3}$)	206
Tableau J.1 – Paramètres choisis par l'utilisateur	210
Tableau J.2 – Paramètres avec choix limités pour l'utilisateur.....	210
Tableau J.3 – Paramètres fixés (non modifiables par l'utilisateur)	212

Table H.40 – Amount of losses C_L and C_{RL} (values in \$)	187
Table H.41 – Costs C_P and C_{PM} of protection measures (values in \$).....	189
Table H.42 – Annual saving of money (values in \$).....	189
Table H.43 – Structure characteristics	191
Table H.44 – Zone Z_2 parameters	191
Table H.45 – Internal power system and relevant incoming line parameters.....	193
Table H.46 – Internal telecom system and relevant incoming line parameters	193
Table H.47 – Protection measures to be adopted according to the height of the building and its risk of fire	195
Table I.1 – Section S_1 of line characteristics	199
Table I.2 – Section S_2 of line characteristics	199
Table I.3 – End of line structure characteristics.....	201
Table I.4 – Expected annual number of dangerous events	201
Table I.5 – Risk R'_2 - Risk components relevant to sections S of the line	201
Table I.6 – Risk R'_2 - Values of failure currents and probabilities P' for unprotected line	203
Table I.7 – Risk R'_2 - Values of risk components for unprotected line according to sections S of the line (values $\times 10^{-3}$)	205
Table I.8 – Risk R'_2 - Values of probabilities P' for the protected line.....	207
Table I.9 – Risk R'_2 - Values of risk components for the line protected with SPDs installed in the transition point $T_{1/2}$ and T_a with $P_{SPD} = 0,03$ (values $\times 10^{-3}$).....	207
Table J.1 – Parameters for the user to change freely	211
Table J.2 – Limited subset of parameters to be changed by the user	211
Table J.3 – Fixed parameters (not to altered by the user)	213

COMMISSION ÉLECTROTECHNIQUE INTERNATIONALE

PROTECTION CONTRE LA Foudre –

Partie 2: Evaluation des risques

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 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'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. 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 Norme internationale CEI 62305-2 a été établie par le comité d'études 81 de la CEI: Protection contre la foudre.

La série CEI 62305 (Parties 1 à 5), est établie conformément au Nouveau Plan de Publications, approuvé par les Comités nationaux (81/171/RQ (2001-06-29)). Ce plan restructure et met à jour, sous une forme simple et rationnelle, les publications de la série CEI 61024, de la série CEI 61312 et de la série CEI 61663.

Le texte de cette première édition de la CEI 62305-2 est élaboré à partir de la norme suivante et la remplace:

- CEI 61662, première édition (1995) et son Amendement (1996).

INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION

PROTECTION AGAINST LIGHTNING –**Part 2: Risk management**

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.

International Standard IEC 62305-2 has been prepared by IEC technical committee 81: Lightning protection.

The IEC 62305 series (Parts 1 to 5), is produced in accordance with the New Publications Plan, approved by National Committees (81/171/RQ (2001-06-29)), which restructures and updates, in a more simple and rational form, the publications of the IEC 61024 series, the IEC 61312 series and the IEC 61663 series.

The text of this first edition of IEC 62305-2 is compiled from and replaces

- IEC 61662, first edition (1995) and its Amendment (1996).

Le texte de la présente norme est issu des documents suivants:

FDIS	Rapport de vote
81/263/FDIS	81/268/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.

Cette publication a été rédigée, aussi fidèlement que possible, selon les Directives ISO/CEI, Partie 2.

La CEI 62305 comprend les parties suivantes, sous le titre général *Protection contre la foudre*:

Partie 1: Principes généraux

Partie 2: Evaluation du risque

Partie 3: Dommages physiques sur les structures et risques humains

Partie 4: Réseaux de puissance et de communication dans les structures

Partie 5: Services¹

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.

¹ A publier

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

FDIS	Report on voting
81/263/FDIS	81/268/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.

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

IEC 62305 consists of the following parts, under the general title *Protection against lightning*:

Part 1: General principles

Part 2: Risk management

Part 3: Physical damage to structures and life hazard

Part 4: Electrical and electronic systems within structures

Part 5: Services¹

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.

¹ To be published

INTRODUCTION

Les coups de foudre à la terre peuvent être dangereux pour les structures et les services.

Le danger pour la structure peut donner lieu

- à des dommages affectant la structure et son contenu,
- à des défaillances des réseaux électriques et électroniques associés,
- à des blessures sur des êtres vivants dans la structure ou à proximité.

Les effets consécutifs à des dommages et à des défaillances peuvent s'étendre à la proximité immédiate de la structure ou peuvent impliquer son environnement.

Le danger pour les services peut donner lieu

- à des dommages affectant le service lui-même,
- à des défaillances des équipements électriques et électroniques associés.

Des mesures de protection peuvent être prescrites pour réduire les pertes dues à la foudre. Il est recommandé que la nécessité d'une telle protection et son choix soient considérés en terme d'évaluation du risque.

Le risque, défini dans cette norme comme la perte annuelle moyenne probable dans une structure et dans un service due aux coups de foudre dépend:

- du nombre annuel de coups de foudre impliquant la structure et le service;
- de la probabilité de dommages dus à l'un de ces coups de foudre;
- du coût moyen des pertes consécutives.

Les coups de foudre impliquant une structure peuvent être divisés en

- coups de foudre directs sur la structure,
- coups de foudre à proximité de la structure et/ou à proximité des services connectés (réseaux d'énergie, réseaux de communication, autres services).

Les coups de foudre impliquant un service peuvent être divisés en:

- coups de foudre directs sur le service;
- coups de foudre à proximité du service ou coups de foudre directs sur une structure connectée au service.

Les coups de foudre directs sur la structure ou les services connectés peuvent causer des dommages physiques et mettre en danger la vie des personnes et des animaux. Les coups de foudre indirects à proximité d'une structure ou d'un service, comme les coups de foudre directs, peuvent causer des défaillances des réseaux électriques et électroniques en raison des surtensions dues à un couplage résistif ou inductif entre ces matériels et le courant de foudre.

En outre, les défaillances dues aux surtensions de foudre dans les installations des utilisateurs et dans les réseaux de puissance peuvent également générer des surtensions de manœuvre dans leurs circuits.

NOTE 1 Le dysfonctionnement des réseaux électriques et électroniques n'est pas couvert par la série CEI 62305. Il convient de se reporter à la CEI 61000-4-5 [1]².

NOTE 2 Des informations concernant l'évaluation du risque due aux surtensions de manœuvres sont données à l'Annexe F.

² Les chiffres entre crochets se réfèrent à la bibliographie.

INTRODUCTION

Lightning flashes to earth may be hazardous to structures and to services.

The hazard to a structure can result in

- damage to the structure and to its contents,
- failure of associated electrical and electronic systems,
- injury to living beings in or close to the structure.

Consequential effects of the damage and failures may be extended to the surroundings of the structure or may involve its environment.

The hazard to services can result in

- damage to the service itself,
- failure of associated electrical and electronic equipment.

To reduce the loss due to lightning, protection measures may be required. Whether they are needed, and to what extent, should be determined by risk assessment.

The risk, defined in this standard as the probable average annual loss in a structure and in a service due to lightning flashes, depends on:

- the annual number of lightning flashes influencing the structure and the service;
- the probability of damage by one of the influencing lightning flashes;
- the mean amount of consequential loss.

Lightning flashes influencing the structure may be divided into

- flashes terminating on the structure,
- flashes terminating near the structure, direct to connected services (power, telecommunication lines, other services) or near the services.

Lightning flashes influencing the service may be divided into

- flashes terminating on the service,
- flashes terminating near the service or direct to a structure connected to the service.

Flashes to the structure or a connected service may cause physical damage and life hazards. Flashes near the structure or service as well as flashes to the structure or service may cause failure of electrical and electronic systems due to overvoltages resulting from resistive and inductive coupling of these systems with the lightning current.

Moreover, failures caused by lightning overvoltages in users' installations and in power supply lines may also generate switching type overvoltages in the installations.

NOTE 1 Malfunctioning of electrical and electronic systems is not covered by the IEC 62305 series. Reference should be made to IEC 61000-4-5 [1]².

NOTE 2 Information on assessment of the risk due to switching overvoltages is given in Annex F.

² Figures in square brackets refer to the bibliography.

Le nombre de coups de foudre impliquant la structure et le service dépend des dimensions et des caractéristiques de la structure et des services, des caractéristiques de l'environnement de la structure et du service ainsi que de la densité de foudroiement au sol à l'emplacement de la structure et du service.

La probabilité des dommages dus à la foudre dépend de la structure, du service et des caractéristiques du courant de foudre ainsi que du type et de l'efficacité des mesures de protection appliquées.

Le coût annuel moyen des pertes consécutives dépend de l'étendue des dommages et des effets consécutifs qui peuvent être dus au coup de foudre.

L'effet des mesures de protection résulte des caractéristiques de chacune d'elle et peut réduire les probabilités de dommages ou le coût des pertes consécutives.

L'évaluation du risque dû à tous les effets possibles des coups de foudre sur les structures et les services est donnée dans cette norme qui est une version révisée de la CEI 61662:1995 et son Amendement 1 (1996).

La décision de mise en œuvre d'une protection contre la foudre peut être prise sans tenir compte d'une méthode d'évaluation lorsqu'il est considéré qu'aucun risque n'est inévitable.

The number of lightning flashes influencing the structure and the services depends on the dimensions and the characteristics of the structure and of the services, on the environment characteristics of the structure and the services, as well as on lightning ground flash density in the region where the structure and the services are located.

The probability of lightning damage depends on the structure, the services, and the lightning current characteristics; as well as on the type and efficiency of applied protection measures.

The annual mean amount of the consequential loss depends on the extent of damage and the consequential effects which may occur as result of a lightning flash.

The effect of protection measures results from the features of each protection measure and may reduce the damage probabilities or the amount of consequential loss.

The assessment of risk due to all possible effects of lightning flashes to structures and services is given in this standard, which is a revised version of IEC 61662:1995 and its Amendment 1:1996.

The decision to provide lightning protection may be taken regardless of the outcome of any risk assessment where there is a desire that there be no avoidable risk.

PROTECTION CONTRE LA Foudre –

Partie 2: Evaluation des risques

1 Domaine d'application

La présente partie de la CEI 62305 est applicable à l'évaluation du risque, dans une structure ou dans un service, dû aux coups de foudre au sol.

Elle est destinée à proposer une procédure d'évaluation d'un tel risque. Une fois fixée la limite supérieure du risque tolérable, la procédure proposée permet de choisir les mesures de protection appropriées pour réduire le risque à une valeur inférieure ou égale à la valeur limite tolérable.

2 Références normatives

Les documents de référence suivants sont indispensables pour l'application du présent document. Pour les références datées, seule l'édition citée s'applique. Pour les références non datées, la dernière édition du document de référence s'applique (y compris les éventuels amendements).

CEI 60079-10:2002, *Matériel électrique pour atmosphères explosives gazeuses – Partie 10: Classement des emplacements dangereux*

CEI 61241-10:2004, *Matériels électriques pour utilisation en présence de poussières combustibles – Partie 10: Classification des emplacements où des poussières combustibles sont ou peuvent être présentes*

CEI 62305-1: *Protection contre la foudre – Partie 1: Principes généraux*

CEI 62305-3: *Protection contre la foudre – Partie 3: Dommages physiques sur les structures et risques humains*

CEI 62305-4: *Protection contre la foudre – Partie 4: Réseaux de puissance et de communication dans les structures*

CEI 62305-5: *Protection contre la foudre – Partie 5: Service³*

UIT-T Recommandation K.46:2000, *Protection des lignes de télécommunication utilisant des conducteurs symétriques métalliques contre les surtensions induites*

UIT-T Recommandation K.47:2000, *Protection des lignes de télécommunication utilisant des conducteurs métalliques contre les décharges directes de foudre*

3 Termes, définitions, symboles et abréviations

Pour les besoins du présent document, les termes, définitions, symboles et abréviations dont certains ont déjà été cités dans la Partie 1, mais sont répétés ci-dessous pour faciliter la lecture, ainsi, que ceux donnés dans les autres parties de la CEI 62305, s'appliquent.

³ A publier

PROTECTION AGAINST LIGHTNING –

Part 2: Risk management

1 Scope

This part of IEC 62305 is applicable to risk assessment for a structure or for a service due to lightning flashes to earth.

Its purpose is to provide a procedure for the evaluation of such a risk. Once an upper tolerable limit for the risk has been selected, this procedure allows the selection of appropriate protection measures to be adopted to reduce the risk to or below the tolerable limit.

2 Normative references

The following referenced documents are indispensable for the application of this document. For dated references, only the edition cited applies. For undated references, the latest edition of the referenced document (including any amendments) applies.

IEC 60079-10:2002, *Electrical apparatus for explosive gas atmosphere – Part 10: Classification of hazardous areas*

IEC 61241-10:2004, *Electrical apparatus for use in the presence of combustible dust – Part 10: Classification of areas where combustible dusts are or may be present*

IEC 62305-1, *Protection against lightning – Part 1: General principles*

IEC 62305-3, *Protection against lightning – Part 3: Physical damage to structures and life hazard*

IEC 62305-4, *Protection against lightning – Part 4: Electrical and electronic systems within structures*

IEC 62305-5, *Protection against lightning – Part 5: Services³*

ITU-T Recommendation K.46:2000, *Protection of telecommunication lines using metallic symmetric conductors against lightning induced surges*

ITU-T Recommendation K.47:2000, *Protection of telecommunication lines using metallic conductors against direct lightning discharges*

3 Terms, definitions, symbols and abbreviations

For the purposes of this document, the following terms, definitions, symbols and abbreviations, some of which have already been cited in Part 1 but are repeated here for ease of reading, as well as those given in other parts of IEC 62305, apply.

³ To be published

3.1 Termes et définitions

3.1.1

objet à protéger

structure ou service à protéger contre les effets de la foudre

3.1.2

structure à protéger

structure pour laquelle une protection contre les effets de la foudre est exigée conformément à la présente norme

NOTE Une structure à protéger peut faire partie d'une structure de plus grandes dimensions.

3.1.3

structures avec risque d'explosion

structures contenant des matériaux explosifs solides ou des zones dangereuses comme cela est déterminé dans la CEI 60079-10 et dans la CEI 61241-10

NOTE Pour les besoins de la présente norme, seules les structures comportant des zones dangereuses de type 0 ou contenant des matériaux explosifs solides sont prises en considération.

3.1.4

structures dangereuses pour l'environnement

structures qui peuvent être à l'origine d'émissions biologiques, chimiques et radioactives à la suite d'un foudroiement; par exemple installations chimiques, pétrochimiques, nucléaires, etc.

3.1.5

environnement urbain

zone présentant une forte densité de bâtiments avec une population importante et des immeubles élevés

NOTE Un centre-ville constitue un exemple d'environnement urbain.

3.1.6

environnement suburbain

zone présentant une densité moyenne de bâtiments

NOTE Les zones à la périphérie immédiate des villes constituent un exemple d'environnement suburbain.

3.1.7

environnement rural

zone présentant une faible densité de bâtiments

NOTE La campagne constitue un exemple d'environnement rural.

3.1.8

tension assignée de tenue aux chocs

U_w

valeur de tension de tenue aux chocs fixée par le constructeur aux matériels ou à une partie d'entre eux, caractérisant la capacité de tenue spécifiée de son isolation contre des surtensions transitoires

NOTE Pour les besoins de la présente norme, seule la tension de tenue en mode commun est prise en compte.

3.1.9

réseau électrique

réseau comportant des composants de puissance à basse tension et éventuellement des composants électroniques

3.1 Terms and definitions

3.1.1

object to be protected

structure or service to be protected against the effects of lightning

3.1.2

structure to be protected

structure for which protection is required against the effects of lightning in accordance with this standard

NOTE A structure to be protected may be a part of a larger structure.

3.1.3

structures with risk of explosion

structures containing solid explosives materials or hazardous zones as determined in accordance with IEC 60079-10 and IEC 61241-10

NOTE For the purposes of this standard, only structures with hazardous zones type 0 or containing solid explosive materials are considered.

3.1.4

structures dangerous to the environment

structures which may cause biological, chemical and radioactive emission as a consequence of lightning (such as chemical, petrochemical, nuclear plants, etc).

3.1.5

urban environment

area with a high density of buildings or densely populated communities with tall buildings

NOTE 'Town centre' is an example of an urban environment.

3.1.6

suburban environment

area with a medium density of buildings

NOTE 'Town outskirts' is an example of a suburban environment.

3.1.7

rural environment

area with a low density of buildings.

NOTE 'Countryside' is an example of a rural environment.

3.1.8

rated impulse withstand voltage level

U_w

impulse withstand voltage assigned by the manufacturer to the equipment or to a part of it, characterizing the specified withstand capability of its insulation against overvoltages

NOTE For the purposes of this standard, only withstand voltage between live conductors and earth is considered.

3.1.9

electrical system

system incorporating low voltage power supply components

3.1.10

réseau électronique

système comportant des composants électroniques sensibles tels que les matériels de communication, les ordinateurs, les systèmes de commande et de mesure, les systèmes radios et les installations d'électronique de puissance

3.1.11

réseau interne

réseaux électriques et électroniques à l'intérieur d'une structure

3.1.12

service à protéger

service entrant dans une structure pour lequel la protection contre les effets de la foudre est exigée conformément à la présente norme

3.1.13

réseaux de communication

support de transmission destiné à la communication entre des équipements qui peuvent être situés dans des structures séparées, comme les lignes téléphoniques et les lignes pour la transmission de données

3.1.14

réseaux d'énergie

lignes de transmission amenant l'énergie électrique dans une structure pour alimenter les matériels électriques et électroniques qui s'y trouvent, par exemple réseaux d'alimentation à basse tension ou à haute tension

3.1.15

canalisations

tuyauteries destinées à transporter un fluide en entrée ou en sortie d'une structure, par exemple tuyaux de gaz, d'eau ou d'huile

3.1.16

événement dangereux

coup de foudre frappant un objet à protéger ou à proximité d'un tel objet

3.1.17

coup de foudre frappant un objet

coup de foudre frappant un objet à protéger

3.1.18

coup de foudre frappant à proximité d'un objet

coup de foudre frappant suffisamment près d'un objet à protéger pour pouvoir causer des surtensions dangereuses

3.1.19

fréquence des événements dangereux dus aux coups de foudre sur une structure

N_D

nombre annuel prévisible des événements dangereux dus aux coups de foudre sur une structure

3.1.20

fréquence des événements dangereux dus aux coups de foudre sur un service

N_L

nombre annuel prévisible des événements dangereux dus aux coups de foudre sur un service

3.1.10**electronic system**

system incorporating sensitive electronic components such as communication equipment, computer, control and instrumentation systems, radio systems, power electronic installations

3.1.11**internal systems**

electrical and electronic systems within a structure

3.1.12**service to be protected**

service connected to a structure for which protection is required against the effects of lightning in accordance with this standard

3.1.13**telecommunication lines**

transmission medium intended for communication between equipment that may be located in separate structures, such as phone line and data line

3.1.14**power lines**

transmission lines feeding electrical energy into a structure to power electrical and electronic equipment located there, such as low voltage (LV) or high voltage (HV) electric mains

3.1.15**pipes**

pipework intended to convey a fluid into or out of a structure, such as gas pipe, water pipe, oil pipe

3.1.16**dangerous event**

lightning flash to the object to be protected or near the object to be protected

3.1.17**lightning flash to an object**

lightning flash striking an object to be protected

3.1.18**lightning flash near an object**

lightning flash striking close enough to an object to be protected that it may cause dangerous overvoltages

3.1.19**number of dangerous events due to flashes to a structure**

N_D

expected average annual number of dangerous events due to lightning flashes to a structure

3.1.20**number of dangerous events due to flashes to a service**

N_L

expected average annual number of dangerous events due to lightning flashes to a service

3.1.21

fréquence des événements dangereux dus aux coups de foudre à proximité d'une structure

N_M

nombre annuel prévisible des événements dangereux dus aux coups de foudre à proximité d'une structure

3.1.22

fréquence des événements dangereux dus aux coups de foudre à proximité d'un service

N_I

nombre annuel prévisible des événements dangereux dus aux coups de foudre à proximité d'un service

3.1.23

impulsion électromagnétique de foudre

IEMF

effets électromagnétiques du courant de foudre

NOTE Elle comprend les surtensions conduites ainsi que les effets des champs électromagnétiques rayonnés.

3.1.24

choc

onde transitoire se manifestant sous la forme de surtensions et/ou de surintensités causées par l'IEMF

NOTE Les chocs causés par l'IEMF peuvent provenir des courants de foudre (partiels), des effets inductifs dans des boucles dans l'installation et se manifester comme la surtension résiduelle en aval des parafoudres.

3.1.25

noeud

point d'une ligne d'un service où la propagation d'un choc peut être négligée

NOTE Des exemples de nœuds sont un point de connexion d'un transformateur HT/BT ou d'un multiplexeur d'une ligne de communication ou encore un parafoudre mis en œuvre sur une ligne, conformément à la CEI 62305-5.

3.1.26

dommage physique

dommage touchant la structure (ou à son contenu) ou à un service et dû aux effets mécaniques, thermiques, chimiques et explosifs de la foudre

3.1.27

blessures d'êtres vivants

blessures, y compris blessures entraînant la mort, de personnes ou d'animaux dues aux tensions de contact et de pas causées par la foudre

3.1.28

défaillance des réseaux électriques et électroniques

dommage permanent des réseaux électriques et électroniques dû aux IEMF

3.1.29

courant de défaillance

I_a

valeur de crête minimale du courant de foudre qui causera des dommages à un réseau

3.1.30

probabilité de dommage

P_X

probabilité pour qu'un événement dangereux cause un dommage à ou dans un objet à protéger

3.1.21**number of dangerous events due to flashes near a structure** N_M

expected average annual number of dangerous events due to lightning flashes near a structure

3.1.22**number of dangerous events due to flashes near a service** N_I

expected average annual number of dangerous events due to lightning flashes near a service

3.1.23**lightning electromagnetic impulse****LEMP**

electromagnetic effects of lightning current

NOTE It includes conducted surges as well as radiated impulse electromagnetic field effects.

3.1.24**surge**

transient wave appearing as overvoltage and/or overcurrents caused by LEMP

NOTE Surges caused by LEMP can arise from (partial) lightning currents, from induction effects into installation loops and as remaining threats downstream of SPD.

3.1.25**node**

point on a service line at a which surge propagation can be assumed to be neglected

NOTE Examples of nodes are a point on a power line branch distribution at a HV/LV transformer, a multiplexer on a telecommunication line or SPD installed along the line conforming to IEC 62305-5.

3.1.26**physical damage**

damage to a structure (or to its contents) or to a service due to mechanical, thermal, chemical or explosive effects of lightning.

3.1.27**injury to living beings**

injuries, including loss of life, to people or to animals due to touch and step voltages caused by lightning

3.1.28**failure of electrical and electronic systems**

permanent damage of electrical and electronic systems due to LEMP

3.1.29**failure current** I_a

minimum peak value of lightning current that will cause damage in a line

3.1.30**probability of damage** P_X

probability that a dangerous event will cause damage to or in the object to be protected

3.1.31

perte

L_X

montant moyen de pertes (personnes et biens) consécutif à un type spécifique de dommage dû à un événement dangereux, par rapport à la valeur (personnes et biens) de l'objet à protéger

3.1.32

risque

R

mesure de la perte annuelle probable (personnes et biens) due à la foudre, par rapport à la valeur (personnes et biens) de l'objet à protéger

3.1.33

composante du risque

R_X

risque partiel qui dépend de la source et du type de dommage

3.1.34

risque tolérable

R_T

valeur maximale du risque qui peut être tolérée par l'objet à protéger

3.1.35

zone d'une structure

Z_S

partie d'une structure dont les caractéristiques sont homogènes et dans laquelle un seul jeu de paramètres est utilisé pour l'évaluation d'une composante du risque

3.1.36

section d'un service

S_S

partie d'un service dont les caractéristiques sont homogènes et dans laquelle un seul jeu de paramètres est utilisé pour l'évaluation d'une composante du risque

3.1.37

zone de protection contre la foudre

ZPF

zone dans laquelle l'environnement électromagnétique de foudre est défini

NOTE Les frontières d'une ZPF ne sont pas nécessairement physiques (par exemple parois, plancher, plafond).

3.1.38

niveau de protection contre la foudre

NPF

nombre lié à un ensemble de valeurs de paramètres du courant de foudre quant à la probabilité selon laquelle les valeurs de conception associées maximales et minimales ne seront pas dépassées lorsque la foudre apparaît de manière naturelle

NOTE Le niveau de protection contre la foudre est utilisé pour concevoir des mesures de protection selon le jeu approprié de paramètres du courant de foudre.

3.1.39

mesures de protection

mesures à adopter dans l'objet à protéger pour réduire le risque

3.1.31**loss** L_X

mean amount of loss (humans and goods) consequent to a specified type of damage due to a dangerous event, relative to the value (humans and goods) of the object to be protected

3.1.32**risk** R

value of probable average annual loss (humans and goods) due to lightning, relative to the total value (humans and goods) of the object to be protected

3.1.33**risk component** R_X

partial risk depending on the source and the type of damage

3.1.34**tolerable risk** R_T

maximum value of the risk which can be tolerated for the object to be protected

3.1.35**zone of a structure** Z_S

part of a structure with homogeneous characteristics where only one set of parameters is involved in assessment of a risk component

3.1.36**section of a service** S_S

part of a service with homogeneous characteristics where only one set of parameters is involved in the assessment of a risk component

3.1.37**lightning protection zone****LPZ**

zone where the lightning electromagnetic environment is defined

NOTE The zone boundaries of an LPZ are not necessarily physical boundaries (e.g. walls, floor and ceiling).

3.1.38**lightning protection level****LPL**

number related to a set of lightning current parameter values relevant to the probability that the associated maximum and minimum design values will not be exceeded in naturally occurring lightning

NOTE Lightning protection level is used to design protection measures according to the relevant set of lightning current parameters.

3.1.39**protection measures**

measures to be adopted in the object to be protected, in order to reduce the risk

3.1.40

système de protection contre la foudre

SPF

installation complète utilisée pour réduire les dommages physiques dus aux coups de foudre qui frappent une structure

NOTE Elle comprend à la fois des installations extérieures et intérieures de protection contre la foudre.

3.1.41

système de mesures de protection contre l'IEMF

SMPI

installation complète des mesures de protection contre l'IEMF pour les réseaux intérieurs

3.1.42

écran

traverse métallique utilisée pour réduire les dommages physiques dus aux coups de foudre qui frappent un service

3.1.43

écran magnétique

grillage métallique fermé ou écran en forme de grille ou continu enveloppant l'objet à protéger, ou une partie de celui-ci, afin de réduire les défaillances des réseaux électriques et électroniques

3.1.44

câble de protection contre la foudre

câble écrané spécialement conçu et construit pour réduire les effets électromagnétiques du courant de foudre s'écoulant dans l'écran

3.1.45

conduit de protection contre la foudre

conduit de faible résistivité en contact avec le sol (par exemple, béton armé avec connexion aux structures métalliques internes ou conduit métallique)

3.1.46

parafoudre

dispositif destiné à limiter les surtensions transitoires et à écouler les courants de foudre. Il comprend au moins un composant non linéaire

3.1.47

parafoudres coordonnés

parafoudres coordonnés sélectionnés et installés de manière appropriée pour réduire les défaillances des réseaux électriques et électroniques

3.2 Symboles et abréviations

<i>a</i>	Taux d'amortissement	Annexe G
<i>A_d</i>	Surface équivalente d'exposition pour les impacts sur une structure isolée	A.2
<i>A_d'</i>	Surface équivalente d'exposition pour les toitures élevées saillantes	A.2.1
<i>A_i</i>	Surface équivalente d'exposition pour les impacts à proximité d'un service	A.4; Tableau A.2
<i>A_l</i>	Surface équivalente d'exposition pour les impacts sur un service	A.4; Tableau A.2
<i>A_m</i>	Zone d'influence pour les impacts à proximité d'une structure	A.3
B	Bâtiment	A.2

3.1.40**lightning protection system****LPS**

complete system used to reduce physical damage due to lightning flashes to a structure

NOTE It consists of both external and internal lightning protection systems.

3.1.41**LEMP protection measures system****LPMS**

complete system of protection measures for internal systems against LEMP

3.1.42**shielding wire**

metallic wire used to reduce physical damage due to lightning flashes to a service

3.1.43**magnetic shield**

closed, metallic, grid-like or continuous screen enveloping the object to be protected, or part of it, used to reduce failures of electrical and electronic systems

3.1.44**lightning protective cable**

special cable with increased dielectric strength, whose metallic sheath is in continuous contact with the soil either directly or by the use of conducting plastic covering

3.1.45**lightning protective cable duct**

cable duct of low resistivity in contact with the soil (for example, concrete with interconnected structural steel reinforcements or a metallic duct)

3.1.46**surge protective device****SPD**

device intended to limit transient overvoltages and divert surge currents. It contains at least one non-linear component

3.1.47**coordinated SPD protection**

set of SPDs properly selected, coordinated and installed to reduce failures of electrical and electronic systems

3.2**Symbols and abbreviations**

<i>a</i>	Amortization rate.....	Annex G
A_d	Collection area for flashes to an isolated structure	A.2
A_d'	Collection area attributed to an elevated roof protrusion	A.2.1
A_i	Collection area for flashes near a service.....	A.4; Table A.3
A_l	Collection area for flashes to a service.....	A.4; Table A.3
A_m	Area of influence for flashes near a structure	A.3
B	Building.....	A.2

c	Valeur moyenne du coût des pertes possibles pour une structure	C.4; C.5
C_A	Coût annuel des animaux	Annexe G
C_B	Coût annuel d'un bâtiment	Annexe G
C_C	Coût annuel du contenu	Annexe G
C_d	Facteur d'emplacement	A.2; Tableau A.2
C_e	Facteur d'environnement	A.5, Tableau A.5
C_L	Coût des pertes totales en l'absence de mesures de protection	5.6; Annexe G
C_{RL}	Coût des pertes résiduelles	5.6; Annexe G
C_P	Coût des mesures de protection	Annexe G
C_{PM}	Coût annuel des mesures de protection choisies	5.6, Annexe G
C_S	Coût des réseaux dans une structure	Annexe G
C_t	Facteur de correction pour la présence d'un transformateur HT/BT	A.4; Tableau A.4
c_t	Valeur totale de la structure, en monnaie	C.4; C.5; E.3
D_i	Distance latérale relative au coup de foudre à proximité d'un service	A.5
D1	Blessures d'êtres vivants	4.1.2
D2	Dommages physiques	4.1.2
D3	Défaillance des réseaux électriques et électroniques	4.1.2
h_z	Facteur augmentant les pertes dues aux dommages physiques en présence d'un danger spécial	C.2; Tableau C.5
H	Hauteur de la structure	A.4
H_a	Hauteur de la structure connectée à l'extrémité «a» d'un service	A.4
H_b	Hauteur de la structure connectée à l'extrémité «b» d'un service	A.4
H_c	Hauteur des conducteurs de service au-dessus du sol	A.4
i	Taux d'intérêt	Annexe G
I_a	Courant de claquage	D.1.1; D.1.2
K_d	Facteur associé aux caractéristiques d'un service	D.1.1
K_{MS}	Facteur relatif aux performances des mesures de protection contre l'IEMF	B.4
K_p	Facteur associé aux mesures de protection choisies dans un service	D.1.1
K_{S1}	Facteur associé à l'efficacité d'écran d'une structure	B.4
K_{S2}	Facteur associé à l'efficacité d'écran des écrans internes à la structure	B.4
K_{S3}	Facteur associé aux caractéristiques du câblage interne	B.4
K_{S4}	Facteur associé à la tension de tenue aux chocs d'un réseau	B.4
L	Longueur de la structure	A.2
L_a	Longueur de la structure connectée à l'extrémité «a» d'un service	A.4
L_A	Pertes associées aux blessures sur des êtres vivants	6.2; Tableau 8
L_B	Pertes dans la structure relatives aux dommages physiques	6.2; Tableau 8
L'_B	Pertes dans le service relatives aux dommages physiques	7.4; Tableau 10
L_c	Longueur de la section du service	A.4
L_C	Pertes associées aux défaillances des réseaux internes (impacts sur une structure)	6.2; Tableau 8
L'_C	Pertes associées aux défaillances des matériels de service (impacts sur une structure)	7.4; Tableau 10

c	Mean value of possible loss of the structure, in currency	C.4; C.5
C_A	Annual cost of the animals	Annex G
C_B	Annual cost of the building	Annex G
C_C	Annual cost of the contents	Annex G
C_d	Location factor	A.2; Table A.2
C_e	Environmental factor	A.5; Table A.5
C_L	Annual cost of total loss in absence of protection measures	5.6; Annex G
C_{RL}	Annual cost of residual loss.....	5.6; Annex G
C_P	Cost of protection measures.....	Annex G
C_{PM}	Annual cost of selected protection measures.....	5.6; Annex G
C_S	Annual cost of systems in a structure	Annex G
C_t	Correction factor for a HV/LV transformer on the service.....	A.4; Table A.4
c_t	Total value of the structure, in currency	C.4; C.5; E.3
D_i	Lateral distance relevant to lightning flash near a service	A.5
D1	Injury to living beings	4.1.2
D2	Physical damage	4.1.2
D3	Failure of electrical and electronic systems	4.1.2
h_z	Factor increasing the loss when a special hazard is present.....	C.2; Table C.5
H	Height of the structure	A.4
H_a	Height of the structure connected at end “a” of a service	A.4
H_b	Height of the structure connected at end “b” of a service.....	A.4
H_c	Height of the service conductors above ground	A.4
i	Interest rate	Annex G
I_a	Failure current.....	D.1.1; D.1.2
K_d	Factor relevant to the characteristics of a service.....	D.1.1
K_{MS}	Factor relevant to the performance of protection measures against LEMP.....	B.4
K_p	Factor relevant to adopted protection measures in a service	D.1.1
K_{S1}	Factor relevant to the screening effectiveness of the structure	B.4
K_{S2}	Factor relevant to the screening effectiveness of shields internal to the structure	B.4
K_{S3}	Factor relevant to the characteristics of internal wiring	B.4
K_{S4}	Factor relevant to the impulse withstand voltage of a system	B.4
L	Length of structure	A.2
L_a	Length of the structure connected at end “a” of a service	A.4
L_A	Loss related to injury to living beings	6.2; Table 8
L_B	Loss in a structure related to physical damage (flashes to structure).....	6.2; Table 8
L'_B	Loss in a service related to physical damage (flashes to service).....	7.4; Table 10
L_c	Length of service section	A.4
L_C	Loss related to failure of internal systems (flashes to structure)	6.2; Table 8
L'_C	Loss related to failure of service equipment (flashes to structure)	7.4; Table 10

L_f	Pertes dans la structure relatives aux dommages physiques	C.1
L'_f	Pertes dans le service relatives aux dommages physiques.....	E.1
L_M	Pertes associées aux défaillances des réseaux internes (impacts à proximité d'une structure).....	6.3; Tableau 8
L_o	Pertes dues aux défaillances des réseaux internes	C.1
L'_o	Pertes des services dues aux défaillances des réseaux internes	E.1
L_t	Pertes dues aux blessures par tensions de contact et de pas.....	C.1
L_U	Pertes associées aux blessures sur des êtres vivants	6.4; Tableau 8
L_V	Pertes dans la structure relatives aux dommages physiques (impacts sur un service)	6.4; Tableau 8
L'_V	Pertes dans les services relatives aux dommages physiques (impacts sur un service)	7.2; Tableau 10
L_W	Pertes associées aux défaillances des réseaux internes (foudre sur un service)	6.4; Tableau 8
L'_W	Pertes associées aux défaillances des matériels de service (impacts sur un service)	7.2; Tableau 10
L_X	Pertes consécutives de la structure.....	6.1
L'_X	Perte consécutive dans le service	7.1
L_Z	Pertes associées aux défaillances des réseaux internes dues aux impacts à proximité d'un service	6.5; Tableau 8
L'_Z	Pertes associées aux défaillances des matériels de service dues aux impacts à proximité du service.....	7.3; Tableau 10
L_1	Perte de vie humaine dans une structure	4.1.3
L_2	Perte de service public dans une structure	4.1.3
L'_2	Perte de service public dans un service	4.1.3
L_3	Perte d'héritage culturel	4.1.3
L_4	Pertes de valeurs économiques (structure et son contenu, service et pertes d'activités).....	4.1.3
L'_4	Pertes de valeurs économiques (service et perte d'activité)	4.1.3
m	Coût de maintenance	Annexe G
n	Nombre de services entrant dans la structure.....	D.1.1
N_X	Nombre annuel d'événements dangereux.....	6.1
N_D	Fréquence des événements dangereux dus aux coups de foudre sur une structure	A.2.3
N_{Da}	Fréquence des événements dangereux dus aux coups de foudre sur une structure à l'extrémité «a» d'une ligne	A.2.4; Tableau 8
N_g	Densité de foudroiement au sol.....	A.1
N_l	Fréquence des événements dangereux dus aux coups de foudre à proximité d'un service	A.5
N_L	Fréquence des événements dangereux dus aux coups de foudre sur un service	A.4
N_M	Fréquence des événements dangereux dus aux coups de foudre à proximité d'une structure	A.3
n_p	Nombre de personnes potentiellement en danger (victimes ou usagers non desservis)	C.2; C.3; E.2
n_s	Nombre annuel estimé ou mesuré de surtensions de manœuvre	Annexe F
N_s	Nombre annuel de surtensions de manœuvre dépassant 2,5 kV.....	Annexe F
n_t	Nombre total attendu de personnes (ou d'usagers desservis) dans la structure.....	C.2; C.3; E.2

L_f	Loss in a structure due to physical damage.....	C.1
L'_f	Loss in a service due to physical damage	E.1
L_M	Loss related to failure of internal systems (flashes near structure)	6.3; Table 8
L_o	Loss in a structure due to failure of internal systems	C.1
L'_o	Loss in a service due to failure of internal systems.....	E.1
L_t	Loss due to injury by touch and step voltages	C.1
L_U	Loss related to injury of living beings (flashes to service)	6.4; Table 8
L_V	Loss in a structure due to physical damage (flashes to service)	6.4; Table 8
L'_V	Loss in a services due to physical damage (flashes to service)	7.2; Table 10
L_W	Loss related to failure of internal systems (flashes to service).....	6.4; Table 8
L'_W	Loss related to failure of service equipment (flashes to service).....	7.2; Table 10
L_X	Consequent loss in a structure	6.1
L'_X	Consequent loss in a service.....	7.1
L_Z	Loss related to failure of internal systems (flashes near a service)	6.5; Table 8
L'_Z	Loss related to failure of service equipment (flashes near a service)	7.3; Table 10
L1	Loss of human life in a structure	4.1.3
L2	Loss of service to the public in a structure.....	4.1.3
L'2	Loss of service to the public in a service	4.1.3
L3	Loss of cultural heritage in a structure.....	4.1.3
L4	Loss of economic value in a structure	4.1.3
L'4	Loss of economic value in a service	4.1.3
m	Maintenance rate	Annex G
n	Number of services connected to the structure.....	D.1.1
N_X	Number of dangerous events per annum	6.1
N_D	Number of dangerous events due to flashes to a structure	A.2.3
N_{Da}	Number of dangerous events due to flashes to a structure at “a” end of line	A.2.4; Table 8
N_g	Lightning ground flash density.....	A.1
N_I	Number of dangerous events due to flashes near a service.....	A.5
N_L	Number of dangerous events due to flashes to a service.....	A.4
N_M	Number of dangerous events due to flashes near a structure	A.3
n_p	Number of possible endangered persons (victims or users not served) ...	C.2; C.3; E.2
n_s	Estimated or measured annual number of switching overvoltages	Annex F
N_s	Annual number of switching overvoltages in excess of 2,5 kV	Annex F
n_t	Expected total number of persons (or users served)in the structure	C.2; C.3; E.2

P	Probabilité de dommages.....	3.1.29
P_A	Probabilité de blessures sur des êtres vivants (impacts sur une structure).....	6.2; Tableau 8
P_B	Probabilité de dommages physiques sur une structure (impacts sur une structure).....	6.2; Tableau 8
P'_B	Probabilité de dommages physiques sur un service (impacts sur une structure).....	7.4; Tableau 10
P_C	Probabilité de défaillances des réseaux internes (impacts sur la structure).....	6.2; Tableau 8
P'_C	Probabilité de défaillances des matériels de service (impacts sur une structure).....	7.4; Tableau 10
P_{LD}	Probabilité de défaillances des réseaux internes (impacts sur le service connecté).....	B.5; B.6; B.7
P_{LI}	Probabilité de défaillances des réseaux internes (impacts à proximité du service connecté).....	B.8
P_M	Probabilité de défaillances des réseaux internes (impacts à proximité d'une structure).....	6.3; Tableau 8
P_{MS}	Probabilité de défaillances des réseaux internes (avec mesures de protection).....	B.4
P_{SPD}	Probabilité de défaillance des réseaux internes ou d'un service avec l'installation de parafoudres.....	B.3; B.4
P_U	Probabilité de blessures d'êtres vivants (impacts sur le service connecté)	6.4; Tableau 8
P_V	Probabilité de dommages physiques sur une structure (impacts sur le service connecté).....	6.4; Tableau 8
P'_V	Probabilité de dommages physiques sur des services (impacts sur un service).....	7.2; Tableau 10
P_W	Probabilité de défaillance des réseaux internes dans une structure (impacts sur le service connecté).....	6.4; Tableau 6
P'_W	Probabilité de défaillance des matériels de service (impacts sur un service)	7.2; Tableau 10
P_X	Probabilité de dommages sur une structure.....	6.1
P'_X	Probabilité de dommages sur un service.....	7.1
P_Z	Probabilité de défaillances des réseaux internes (impacts à proximité d'un service connecté).....	6.5; Tableau 8
P'_Z	Probabilité de défaillances des matériels de service (impacts à proximité d'un service).....	7.3; Tableau 10
r_a	Facteur de réduction associé au type de sol.....	C.2
r_p	Facteur réduisant les pertes dues aux dispositions contre l'incendie.....	C.2
r_u	Facteur de réduction associé au type de plancher.....	C.2
R	Risque.....	3.1.32
R_A	Composante du risque lié aux blessures sur les êtres vivants (impacts sur la structure).....	4.2.2
R_B	Composante du risque lié aux dommages physiques sur la structure (impacts sur la structure).....	4.2.2
R'_B	Composante du risque lié aux dommages physiques sur un service (impacts sur la structure connectée).....	4.2.8
R_C	Composante du risque lié aux défaillances des réseaux internes (impacts sur la structure).....	4.2.2
R'_C	Composante du risque lié aux défaillances des matériels de service (impacts sur la structure).....	4.2.8
R_D	Risque pour une structure dû aux impacts sur la structure.....	4.3.1

P	Probability of damage	3.1.29
P_A	Probability of injury to living beings (flashes to a structure)	6.2; Table 8
P_B	Probability of physical damage to a structure (flashes to a structure)	6.2; Table 8
P'_B	Probability of physical damage to a service (flashes to a structure)	7.4; Table 10
P_C	Probability of failure of internal systems (flashes to a structure)	6.2; Table 8
P'_C	Probability of failure of service equipment (flashes to a structure)	7.4; Table 10
P_{LD}	Probability of failure of internal systems (flashes to a connected service).....	B.5; B.6; B.7
P_{LI}	Probability of failure of internal systems (flashes near a connected service).....	B.8
P_M	Probability of failure of internal systems (flashes near a structure)	6.3; Table 8
P_{MS}	Probability of failure of internal systems (with protection measures)	B.4
P_{SPD}	Probability of failure of internal systems or a service when SPDs are installed	B.3;B.4
P_U	Probability of injury to living beings (flashes to a connected service).....	6.4; Table 8
P_V	Probability of physical damage to a structure (flashes to a connected service).....	6.4; Table 8
P'_V	Probability of physical damage to services (flashes to a service)	7.2; Table 10
P_W	Probability of failure of internal systems (flashes to a connected service)...	6.4; Table 6
P'_W	Probability of failure of service equipment (flashes to a service)	7.2; Table 10
P_X	Probability of damage to a structure	6.1
P'_X	Probability of damage to a service.....	7.1
P_Z	Probability of failure of internal systems (flashes near a connected service).....	6.5; Table 8
P'_Z	Probability of failure of service equipment (flashes near a service).....	7.3; Table 10
r_a	Reduction factor associated with the type of surface of soil.....	C.2
r_u	Reduction factor associated with the type of surface of floor	C.2
r_p	Factor reducing the loss due to provisions against fire	C.2
R	Risk	3.1.32
R_A	Risk component (injury to living beings – flashes to a structure).....	4.2.2
R_B	Risk component (physical damage to a structure – flashes to a structure)	4.2.2
R'_B	Risk component (physical damage to a service – flashes to a structure)	4.2.8
R_C	Risk component (failure of internal systems -flashes to a structure)	4.2.2
R'_C	Risk component (failure of service equipment – flashes to a structure).....	4.2.8
R_D	Risk for a structure due to flashes to the structure	4.3.1

r_f	Facteur réduisant les pertes dues aux dommages physiques associées au risque de feu dans la structure.....	C.2
R_F	Risque de dommages physiques sur la structure.....	4.3.2
R'_F	Risque de dommages physiques sur un service	4.4.2
R_I	Risque pour une structure dû aux impacts ne frappant pas la structure	4.3.1
R_M	Composante du risque lié aux défaillances des réseaux internes (impacts à proximité de la structure)	4.2.3
R'_M	Composante du risque R_M lorsque des mesures de protection ont été adoptées	Annexe G
R_O	Risque de défaillances des réseaux internes.....	4.3.2
R'_O	Risque de défaillances des matériels de service	4.4.2
R_s	Résistance d'écran par unité de longueur d'un câble.....	B.5; B.8; D.1
R_S	Risque de blessures sur des êtres vivants.....	4.3.2
R_T	Risque tolérable	3.1.34
R_U	Composante du risque de blessures sur des êtres vivants (impact sur le service connecté).....	4.2.4
R_V	Composante du risque lié aux dommages physiques sur la structure (impact sur le service connecté).....	4.2.4
R'_V	Composante du risque pour un service lié aux dommages physiques (impact sur le service).....	4.2.6
R_W	Composante du risque lié aux défaillances des réseaux internes (impact sur le service connecté).....	4.2.4
R'_W	Composante du risque lié aux défaillances des matériels de service (impact sur le service).....	4.2.6
R_x	Composante du risque pour un service	3.1.33
R'_x	Composante du risque pour un service	7.1
R_Z	Composante du risque lié aux défaillances des réseaux internes (impact à proximité d'un service).....	4.2.5
R'_Z	Composante du risque lié aux défaillances des matériels de service (impact à proximité d'un service).....	4.2.7
R_1	Risque de pertes de vie humaine dans une structure	4.2.1; 4.3
R_2	Risque de perte de service public dans une structure.....	4.2.1; 4.3
R'_2	Risque de perte de service public dans un service	4.2.1; 4.4
R_3	Risque de perte d'héritage culturel dans une structure	4.2.1; 4.3
R_4	Risque de pertes de valeur économique dans une structure.....	4.2.1; 4.3
R'_4	Risque de pertes de valeur économique dans un service	4.2.1; 4.4
S	Structure	A.2
S	Economie d'argent annuelle	Annexe G
S_S	Section d'un service	3.1.36
S1	Impacts sur une structure.....	4.1.1
S2	Impacts à proximité d'une structure.....	4.1.1
S3	Impacts sur un service	4.1.1
S4	Impacts à proximité d'un service	4.1.1
t	Temps annuel de perte de service, en heures	C.3; E.2
t_p	Temps, en heures, par année pendant lequel des personnes sont à un emplacement dangereux	C.2
T_d	Jours d'orage par an	A.1
T_x	Points de transition	Annexe I

r_f	Factor reducing loss depending on risk of fire	C.2
R_F	Risk due to physical damage to a structure	4.3.2
R'_F	Risk due to physical damages to a service	4.4.2
R_I	Risk for a structure due to flashes not striking the structure	4.3.1
R_M	Risk component (failure of internal systems – flashes near a structure).....	4.2.3
R'_M	Risk R_M when protection measures are adopted	Annex G
R_O	Risk due to failure of internal systems	4.3.2
R'_O	Risk due to failure of service equipment	4.4.2
R_s	Shield resistance per unit length of a cable	B.5;B.8; D.1
R_S	Risk due to injury to living beings	4.3.2
R_T	Tolerable risk	3.1.34
R_U	Risk component (injury to living being – flashes to a connected service)	4.2.4
R_V	Risk component (physical damage to structure – flashes to a connected service)	4.2.4
R'_V	Risk component (physical damage to service – flashes to the service)	4.2.6
R_W	Risk component (failure of internal systems – flashes to the connected service).....	4.2.4
R'_W	Risk component (failure of service equipment – flashes to the service)	4.2.6
R_X	Risk component for a structure.....	3.1.33
R'_X	Risk component for a service	7.1
R_Z	Risk component (failure of internal systems – flashes near a service)	4.2.5
R'_Z	Risk component (failure of service equipment – flashes near the service)	4.2.7
R_1	Risk of loss of human life in a structure	4.2.1; 4.3
R_2	Risk of loss of service to the public in a structure	4.2.1; 4.3
R'_2	Risk of loss of service to the public in a service	4.2.1; 4.4
R_3	Risk of loss of cultural heritage in a structure	4.2.1; 4.3
R_4	Risk of loss of economic value in a structure	4.2.1; 4.3
R'_4	Risk of loss of economic value in a service	4.2.1; 4.4
S	Structure	A.2
S	Annual saving of money	Annex G
S_S	Section of a service.....	3.1.36
$S1$	Flashes to a structure	4.1.1
$S2$	Flashes near a structure	4.1.1
$S3$	Flashes to a service	4.1.1
$S4$	Flashes near a service	4.1.1
t	Annual period of loss of service, in hours	C.3; E.2
t_p	Time in hours per year that persons are present in a dangerous place	C.2
T_d	Thunderstorm days per year.....	A.1
T_x	Transition points	Annex I

U_w	Tension de tenue aux chocs d'un réseau.....	B.4
w	Largeur de maille	B.4
W	Largeur de la structure	A.2
W_a	Largeur de la structure connectée à l'extrémité «a» d'un service.....	A.4
Z_S	Zones d'une structure.....	3.1.35

4 Explication des termes

4.1 Dommages et pertes

4.1.1 Sources de dommages

Le courant de foudre est la source principale des dommages. Les sources suivantes sont distinguées en fonction de l'emplacement du point d'impact (voir Tableau 1):

- S1: impacts sur une structure;
- S2: impacts à proximité d'une structure;
- S3: impacts sur un service;
- S4: impacts à proximité d'un service.

4.1.2 Types de dommages

Un coup de foudre peut entraîner des dommages qui sont fonction des caractéristiques de l'objet à protéger et dont les plus importantes sont: le type de construction, le contenu et ses applications, le type de service et les mesures de protection prises.

Pour des applications pratiques de l'évaluation du risque, il est utile de distinguer trois types essentiels de dommages pouvant apparaître à la suite d'un coup de foudre. Ces types sont les suivants (voir Tableaux 1 et 2):

- D1: blessures d'être vivants;
- D2: dommages physiques;
- D3: défaillance des réseaux électriques et électroniques.

Les dommages dus à la foudre peuvent être limités à une partie de la structure ou peuvent s'étendre à l'ensemble de celle-ci. Ils peuvent même impliquer les structures environnantes ou l'environnement (par exemple émissions chimiques ou radioactives).

Un coup de foudre affectant un service peut entraîner des dommages sur le support physique lui-même (réseau ou canalisation) utilisé pour l'alimentation du service ainsi que sur un réseau électrique ou électronique associé. Ces dommages peuvent aussi s'étendre aux réseaux internes connectés au service.

4.1.3 Types de pertes

Chaque type de dommage, seul ou associé aux autres, peut entraîner des pertes consécutives différentes dans l'objet à protéger. Le type de perte pouvant apparaître dépend des caractéristiques de l'objet lui-même et de son contenu. Les types de pertes suivants doivent être pris en compte (voir Tableau 1):

- L1: perte de vie humaine;
- L2: perte de service public;
- L3: perte d'héritage culturel;
- L4: perte de valeurs économiques (structure et son contenu, service et perte d'activité).

U_W	Rated impulse withstand voltage of a system	B.4
w	Mesh width.....	B.4
W	Width of structure.....	A.2
W_a	Width of the structure connected at end “a” of a service	A.4
Z_S	Zones of a structure	3.1.35

4 Explanation of terms

4.1 Damage and loss

4.1.1 Source of damage

The lightning current is the primary source of damage. The following sources are distinguished by the strike attachment point (see Table 1):

- S1: flashes to a structure;
- S2: flashes near a structure;
- S3: flashes to a service;
- S4: flashes near a service.

4.1.2 Types of damage

A lightning flash may cause damage depending on the characteristics of the object to be protected. Some of the most important characteristics are: type of construction, contents and application, type of service and protection measures provided.

For practical applications of this risk assessment, it is useful to distinguish between three basic types of damage which can appear as the consequence of lightning flashes. They are as follows (see Tables 1 and 2):

- D1: injury to living beings;
- D2: physical damage;
- D3: failure of electrical and electronic systems.

The damage to a structure due to lightning may be limited to a part of the structure or may extend to the entire structure. It may also involve surrounding structures or the environment (e.g. chemical or radioactive emissions).

Lightning affecting a service can cause damage to the physical means itself – line or pipe – used to provide the service, as well as to related electrical and electronic systems. The damage may also extend to internal systems connected to the service.

4.1.3 Types of loss

Each type of damage, alone or in combination with others, may produce a different consequential loss in the object to be protected. The type of loss that may appear depends on the characteristics of the object itself and its content. The following types of loss shall be taken into account (see Table 1):

- L1: loss of human life;
- L2: loss of service to the public;
- L3: loss of cultural heritage;
- L4: loss of economic value (structure and its content, service and loss of activity).

Les pertes qui peuvent apparaître dans une structure sont les suivantes:

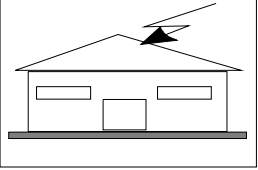
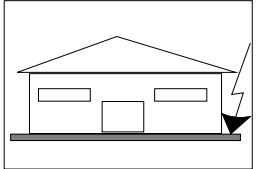
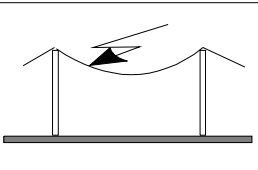
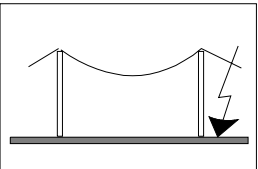
- L1: perte de vie humaine;
- L2: perte de service public;
- L3: perte d'héritage culturel;
- L4: perte de valeurs économiques (structure et son contenu).

Les pertes qui peuvent apparaître dans un service sont les suivantes:

- L'2: perte de service public;
- L'4: perte de valeurs économiques (service et perte d'activité).

NOTE Pour un service, la perte de vie humaine n'est pas prise en considération dans cette norme.

Tableau 1 – Sources de dommages, types de dommages et types de pertes en fonction du point d'impact

Point d'impact	Source de dommages	Structure		Service	
		Type de dommages	Type de pertes	Type de dommages	Type de pertes
	S1	D1 D2 D3	L1, L4 ²⁾ L1, L2, L3, L4 L1 ¹⁾ , L2, L4	D2 D3	L'2, L'4 L'2, L'4
	S2	D3	L1 ¹⁾ , L2, L4		
	S3	D1 D2 D3	L1, L4 ²⁾ L1, L2, L3, L4 L1 ¹⁾ , L2, L4	D2 D3	L'2, L'4 L'2, L'4
	S4	D3	L1 ¹⁾ , L2, L4	D3	L'2, L'4

1) Seulement dans le cas de structures présentant des risques d'explosion et dans les hôpitaux ou autres structures dans lesquelles des défaillances de réseaux internes peuvent entraîner des dangers mortels.

2) Seulement dans le cas où des pertes d'animaux peuvent survenir.

Type of loss which may be associated with a structure are as follows:

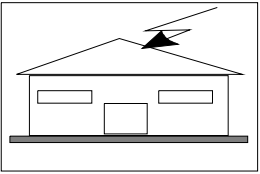
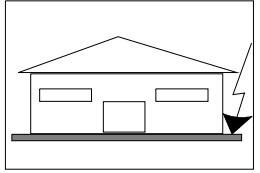
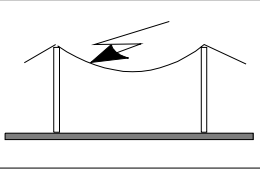
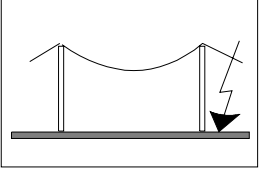
- L1: loss of human life;
- L2: loss of service to the public;
- L3: loss of cultural heritage;
- L4: loss of economic value (structure and its content).

Type of loss which may be associated with a service are as follows:

- L'2: loss of service to the public;
- L'4: loss of economic value (service and loss of activity).

NOTE Loss of human life associated with a service is not considered in this standard.

Table 1 – Sources of damage, types of damage and types of loss according to the point of strike

Point of strike	Source of damage	Structure		Service	
		Type of damage	Type of loss	Type of damage	Type of loss
	S1	D1 D2 D3	L1, L4 ²⁾ L1, L2, L3, L4 L1 ¹⁾ , L2, L4	D2 D3	L'2, L'4 L'2, L'4
	S2	D3	L1 ¹⁾ , L2, L4		
	S3	D1 D2 D3	L1, L4 ²⁾ L1, L2, L3, L4 L1 ¹⁾ , L2, L4	D2 D3	L'2, L'4 L'2, L'4
	S4	D3	L1 ¹⁾ , L2, L4	D3	L'2, L'4

¹⁾ Only for structures with risk of explosion, and for hospitals or other structures where failures of internal systems immediately endangers human life.

²⁾ Only for properties where animals may be lost.

Tableau 2 – Risque dans une structure pour chaque type de dommages et de pertes

Perte Dommage	L1 Perte de vie humaine	L2 Perte de service public	L3 Perte d'héritage culturel	L4 Perte de valeurs économiques
D1 Blessures des êtres vivants	R_S	–	–	R_S ¹⁾
D2 Dommages physiques	R_F	R_F	R_F	R_F
D3 Défaillance des réseaux électriques ou électroniques	R_O ²⁾	R_O	–	R_O

1) Seulement dans le cas où des pertes d'animaux peuvent survenir.
 2) Seulement dans le cas des structures présentant des risques d'explosion et dans des hôpitaux ou autres structures dans lesquelles des défaillances de réseaux internes peuvent entraîner des dangers mortels.

4.2 Risque et composantes des risques

4.2.1 Risque

Le risque R est la mesure d'une perte annuelle moyenne probable. Pour chaque type de perte qui peut apparaître dans une structure ou dans un service, le risque correspondant doit être évalué.

Les risques à évaluer dans une structure peuvent être les suivants:

- R_1 : risque de perte de vie humaine;
- R_2 : risque de perte de service public;
- R_3 : risque de perte d'héritage culturel;
- R_4 : risque de perte de valeurs économiques.

Les risques à évaluer dans un service peuvent être les suivants:

- R'_2 : risque de perte de service public;
- R'_4 : risque de perte de valeurs économiques.

Pour évaluer les risques, R les composantes appropriées du risque (risques partiels dépendant de la source et du type de dommage) doivent être définies et calculées.

Chaque risque, R , est la somme des risques qui le composent. Lorsqu'on les ajoute, les composantes du risque peuvent être groupées en fonction de la source et du type des dommages.

4.2.2 Composantes des risques pour une structure dus aux impacts sur la structure

R_A : Composante liée aux blessures d'êtres vivants dues aux tensions de contact et de pas dans les zones jusqu'à 3 m à l'extérieur de la structure. Des pertes de type L1 et, dans le cas de structures abritant le bétail, des pertes de type L4 avec pertes éventuelles d'animaux peuvent apparaître.

NOTE 1 La composante du risque causé par les tensions de contact et de pas à l'intérieur de la structure dû aux impacts sur la structure n'est pas prise en compte dans la présente norme.

NOTE 2 Dans des structures particulières, des personnes peuvent être soumises à des coups de foudre directs (par exemple niveau supérieur d'un garage ou d'un stade). Ces cas peuvent être traités au sein du concept de la présente norme.

Table 2 – Risk in a structure for each type of damage and of loss

Loss Damage	L1 Loss of human life	L2 Loss of service to the public	L3 Loss of cultural heritage	L4 Loss of economic value
D1 Injury to living beings	R_S	–	–	R_S 1)
D2 Physical damage	R_F	R_F	R_F	R_F
D3 Failure of electric or electronic systems	R_O 2)	R_O	–	R_O

1) Only for properties where animals may be lost.
2) Only for structures with a risk of explosion, and for hospitals or other structures where failure of internal systems immediately endangers human life.

4.2 Risk and risk components

4.2.1 Risk

The risk R is the value of a probable average annual loss. For each type of loss which may appear in a structure or in a service, the relevant risk shall be evaluated.

The risks to be evaluated in a structure may be as follows:

- R_1 : risk of loss of human life;
- R_2 : risk of loss of service to the public;
- R_3 : risk of loss of cultural heritage;
- R_4 : risk of loss of economic value.

The risks to be evaluated in a service may be as follows:

- R'_2 : risk of loss of service to the public;
- R'_4 : risk of loss of economic value.

To evaluate risks, R , the relevant risk components (partial risks depending on the source and type of damage) shall be defined and calculated.

Each risk, R , is the sum of its risk components. When calculating a risk, the risk components may be grouped according to the source of damage and the type of damage.

4.2.2 Risk components for a structure due to flashes to the structure

R_A : Component related to injury to living beings caused by touch and step voltages in the zones up to 3 m outside the structure. Loss of type L1 and, in the case of structures holding livestock, loss of type L4 with possible loss of animals may also arise;

NOTE 1 The risk component caused by touch and step voltages inside the structure due to flashes to the structure is not considered in this standard.

NOTE 2 In special structures, people may be endangered by direct strikes (e.g. top level of garage parking or stadiums). These cases may also be considered using the principles of this standard.

R_B : Composante liée aux dommages physiques d'un étincelage dangereux dans la structure entraînant un incendie ou une explosion pouvant produire des dangers pour l'environnement. Tous les types de pertes (L1, L2, L3 et L4) peuvent apparaître.

R_C : Composante liée aux défaillances des réseaux internes causées par l'IEMF. Des pertes de type L2 et L4 pourraient apparaître dans tous les cas, avec le type L1 dans le cas des structures présentant un risque d'explosion et dans des hôpitaux ou d'autres structures dans lesquelles des défaillances des réseaux internes mettent immédiatement en danger la vie des personnes.

4.2.3 Composante des risques pour une structure dus aux impacts à proximité de la structure

R_M : Composante liée aux défaillances des réseaux internes causées par l'IEMF. Des pertes de type L2 et L4 pourraient apparaître dans tous les cas, avec le type L1 dans le cas des structures présentant un risque d'explosion et des hôpitaux ou d'autres structures dans lesquelles des défaillances des réseaux internes mettent immédiatement en danger la vie des personnes.

4.2.4 Composantes des risques pour une structure dus aux impacts sur un service connecté à la structure

R_U : Composante liée aux blessures d'être vivants dues aux tensions de contact à l'intérieur de la structure en raison du courant de foudre injecté dans une ligne entrante. Des pertes de type L1 et, dans le cas de domaines agricoles, des pertes de type L4 avec pertes éventuelles d'animaux peuvent apparaître.

R_V : Composante liée aux dommages physiques (incendie ou explosion dus à un étincelage dangereux entre une installation extérieure et les parties métalliques généralement situées au point de pénétration de la ligne dans la structure) dus au courant de foudre transmis dans les lignes entrantes. Tous les types de pertes (L1, L2, L3, L4) peuvent apparaître.

R_W : Composante liée aux défaillances des réseaux internes en raison des surtensions induites sur les lignes entrantes et transmises à la structure. Des pertes de type L2 et L4 pourraient apparaître dans tous les cas, avec le type L1 dans le cas des structures présentant un risque d'explosion et des hôpitaux ou d'autres structures dans lesquelles des défaillances des réseaux internes mettent immédiatement en danger la vie des personnes.

NOTE Les seuls services à considérer sont les lignes pénétrant dans la structure. Les coups de foudre sur ou à proximité de canalisations n'entraînent pas de dommages dans la structure si elles sont connectées à la borne principale de terre de la structure. Si une borne d'équipotentialité n'est pas prévue, il faut considérer une telle menace.

4.2.5 Composante des risques pour une structure dus à un impact à proximité d'un service connecté à la structure

R_Z : Composante liée aux défaillances des réseaux internes en raison des surtensions induites sur les lignes entrantes et transmises à la structure. Des pertes de type L2 et L4 pourraient apparaître dans tous les cas, avec le type L1 dans le cas des structures présentant un risque d'explosion, des hôpitaux ou d'autres structures dans lesquelles des défaillances des réseaux internes mettent immédiatement en danger la vie des personnes.

NOTE Les seuls services à considérer sont les lignes pénétrant dans la structure. Les coups de foudre sur ou à proximité de canalisations n'entraînent pas de dommages dans la structure si elles sont connectées à la borne principale de terre de la structure. C'est pourquoi cette source de dommage peut être négligée lors de l'évaluation du risque pour une structure. Si une borne d'équipotentialité n'est pas prévue, il faut considérer une telle menace.

R_B : Component related to physical damage caused by dangerous sparking inside the structure triggering fire or explosion, which may also endanger the environment. All types of loss (L1, L2, L3 and L4) may arise.

R_C : Component related to failure of internal systems caused by LEMP. Loss of type L2 and L4 could occur in all cases along with type L1 in the case of structures with risk of explosion and hospitals or other structures where failure of internal systems immediately endangers human life.

4.2.3 Risk component for a structure due to flashes near the structure

R_M : Component related to failure of internal systems caused by LEMP. Loss of type L2 and L4 could occur in all cases, along with type L1 in the case of structures with risk of explosion and hospitals or other structures where failure of internal systems immediately endangers human life.

4.2.4 Risk components for a structure due to flashes to a service connected to the structure

R_U : Component related to injury to living beings caused by touch voltage inside the structure, due to lightning current injected in a line entering the structure. Loss of type L1 and, in the case of agricultural properties, losses of type L4 with possible loss of animals could also occur.

R_V : Component related to physical damage (fire or explosion triggered by dangerous sparking between external installation and metallic parts generally at the entrance point of the line into the structure) due to lightning current transmitted through or along incoming services. All types of loss (L1, L2, L3, L4) may occur.

R_W : Component related to failure of internal systems caused by overvoltages induced on incoming lines and transmitted to the structure. Loss of type L2 and L4 could occur in all cases; along with type L1 in the case of structures with risk of explosion and hospitals or other structures where failure of internal systems immediately endangers human life.

NOTE The services taken into account in this assessment are only the lines entering the structure. Lightning flashes to or near pipes are not considered as a source of damage based on the bonding of pipes to an equipotential bonding bar. If an equipotential bonding bar is not provided, such a threat must also be considered.

4.2.5 Risk component for a structure due to flashes near a service connected to the structure

R_Z : Component related to failure of internal systems caused by overvoltages induced on incoming lines and transmitted to the structure. Loss of type L2 and L4 could occur in all cases; along with type L1 in the case of structures with risk of explosion and hospitals or other structures where failure of internal systems immediately endanger human life.

NOTE The services taken into account in this assessment are only the lines entering the structure. Lightning flashes to or near pipes are not considered as a source of damage based on the bonding of pipes to an equipotential bonding bar. If an equipotential bonding bar is not provided, such a threat must also be considered.

4.2.6 Composantes des risques pour un service dus aux impacts sur le service

R'_V : Composante liée aux dommages physiques dus aux effets mécaniques et thermiques du courant de foudre. Des pertes du type L'2 et L'4, pourraient apparaître.

R'_W : Composante liée aux défaillances du matériel connecté en raison des surtensions dues à un couplage résistif. Des pertes de type L'2 et L'4 pourraient apparaître.

4.2.7 Composante des risques pour un service dus à un impact à proximité du service

R'_Z : Composante liée aux défaillances des réseaux et des matériels connectés causées par des surtensions induites sur les réseaux. Des pertes de type L'2 et L'4 pourraient apparaître.

4.2.8 Composantes des risques pour un service dus aux impacts sur la structure connectée à un service

R'_B : Composante liée aux dommages physiques dus aux effets mécaniques et thermiques du courant de foudre s'écoulant sur le réseau. Des pertes du type L'2 et L'4 pourraient apparaître.

R'_C : Composante liée aux défaillances du matériel connecté en raison des surtensions dues à un couplage résistif. Des pertes de type L'2 et L'4 pourraient apparaître.

4.3 Compositions des composantes de risque liées à la structure

Les composantes des risques à prendre en compte pour chaque type de perte dans une structure sont données ci-dessous:

R_1 : Risque de perte de vie humaine:

$$R_1 = R_A + R_B + R_C^{(1)} + R_M^{(1)} + R_U + R_V + R_W^{(1)} + R_Z^{(1)} \quad (1)$$

¹⁾ Uniquement pour les structures présentant un risque d'explosion et pour les hôpitaux équipés de matériels de réanimation électriques ou autres structures, lorsque les défaillances des réseaux internes mettent immédiatement en danger la vie des personnes.

R_2 : Risque de perte de service public:

$$R_2 = R_B + R_C + R_M + R_V + R_W + R_Z \quad (2)$$

R_3 : Risque de perte d'héritage culturel:

$$R_3 = R_B + R_V \quad (3)$$

R_4 : Risque de perte de valeurs économiques:

$$R_4 = R_A^{(2)} + R_B + R_C + R_M + R_U^{(2)} + R_V + R_W + R_Z \quad (4)$$

²⁾ Seulement pour les propriétés où des pertes éventuelle d'animaux peuvent survenir.

Les composantes de risques correspondant à chaque type de perte sont également combinées dans le Tableau 3.

4.2.6 Risk components for a service due to flashes to the service

R'_V : Component related to physical damage due to mechanical and thermal effects of lightning current. Loss of type L'2 and L'4 could occur;

R'_W : Component related to failure of connected equipment due to overvoltages by resistive coupling. Loss of type L'2 and L'4 could occur.

4.2.7 Risk component for a service due to flashes near the service

R'_Z : Component related to failure of lines and connected equipment caused by overvoltages induced on lines. Loss of type L'2 and L'4 could occur.

4.2.8 Risk components for a service due to flashes to the structure to which the service is connected

R'_B : Component related to physical damage due to mechanical and thermal effects of lightning current flowing along the line. Loss of type L'2 and L'4 could occur.

R'_C : Component related to failure of connected equipment due to overvoltages by resistive coupling. Loss of type L'2 and L'4 could occur.

4.3 Composition of risk components related to a structure

Risk components to be considered for each type of loss in a structure are listed below:

R_1 : Risk of loss of human life:

$$R_1 = R_A + R_B + R_C^{1)} + R_M^{1)} + R_U + R_V + R_W^{1)} + R_Z^{1)} \quad (1)$$

¹⁾ Only for structures with risk of explosion and for hospitals with life-saving electrical equipment or other structures when failure of internal systems immediately endangers human life.

R_2 : Risk of loss of service to the public:

$$R_2 = R_B + R_C + R_M + R_V + R_W + R_Z \quad (2)$$

R_3 : Risk of loss of cultural heritage:

$$R_3 = R_B + R_V \quad (3)$$

R_4 : Risk of loss of economic value:

$$R_4 = R_A^{2)} + R_B + R_C + R_M + R_U^{2)} + R_V + R_W + R_Z \quad (4)$$

²⁾ Only for properties where animals may be lost.

The risk components corresponding to each type of loss are also combined in Table 3.

Tableau 3 – Composantes de risques à prendre en compte pour chaque type de perte dans une structure

Source de dommage	Impact sur la structure S1			Impact à proximité de la structure S2	Impact sur une ligne entrante S3			Impact à proximité d'une ligne entrante S4
	R_A	R_B	R_C	R_M	R_U	R_V	R_W	R_Z
Risque pour chaque type de perte								
R_1	*	*	*1)	*1)	*	*	*1)	*1)
R_2		*	*	*		*	*	*
R_3		*				*		
R_4	*2)	*	*	*	*2)	*	*	*

1) Seulement dans le cas des structures présentant des risques d'explosion et dans des hôpitaux et autres structures dans lesquelles des défaillances de réseaux internes peuvent mettre en danger immédiat la vie humaine.
 2) Seulement dans le cas des propriétés où des pertes d'animaux peuvent survenir.

4.3.1 Composition des composantes de risque par rapport à la source de dommages

$$R = R_D + R_I \tag{5}$$

où

R_D est le risque dû aux coups de foudre frappant la structure (source S1) et qui est la somme:

$$R_D = R_A + R_B + R_C \tag{6}$$

où

R_I est la somme dû aux coups de foudre qui ont une influence sur elle mais qui ne frappent pas la structure (sources S2, S3 et S4) et qui peut être la somme:

$$R_I = R_M + R_U + R_V + R_W + R_Z \tag{7}$$

Pour les composantes des risques et leurs compositions telles qu'indiquées ci-dessus, se reporter au Tableau 9.

4.3.2 Composition des composantes de risque par rapport au type de dommages

$$R = R_S + R_F + R_O \tag{8}$$

où

R_S est le risque dû aux blessures des êtres vivants (D1) et peut être la somme:

$$R_S = R_A + R_U \tag{9}$$

R_F est le risque dû aux dommages physiques (D2) et peut être la somme:

$$R_F = R_B + R_V \tag{10}$$

R_O est le risque dû aux défaillances des réseaux internes (D3) et peut être la somme:

$$R_O = R_M + R_C + R_W + R_Z \tag{11}$$

Pour les composantes des risques et leurs compositions telles qu'indiquées ci-dessus, se reporter au Tableau 9.

Table 3 – Risk components to be considered for each type of loss in a structure

Source of damage	Flash to a structure S1			Flash near a structure S2	Flash to a line connected to the structure S3			Flash near a line connected to the structure S4
	R_A	R_B	R_C	R_M	R_U	R_V	R_W	R_Z
Risk for each type of loss								
R_1	*	*	*1)	*1)	*	*	*1)	*1)
R_2		*	*	*		*	*	*
R_3		*				*		
R_4	* 2)	*	*	*	* 2)	*	*	*

1) Only for structures with risk of explosion, and for hospitals or other structures where failure of internal systems immediately endangers human life.

2) Only for properties where animals may be lost.

4.3.1 Composition of risk components with reference to the source of damage

$$R = R_D + R_I \quad (5)$$

where

R_D is the risk due to flashes striking the structure (source S1) which is defined as the sum:

$$R_D = R_A + R_B + R_C \quad (6)$$

where

R_I is the risk due to flashes influencing it but not striking the structure (sources: S2, S3 and S4). It is defined as the sum:

$$R_I = R_M + R_U + R_V + R_W + R_Z \quad (7)$$

For risk components and their compositions as given above see also Table 9.

4.3.2 Composition of risk components with reference to the type of damage

$$R = R_S + R_F + R_O \quad (8)$$

where

R_S is the risk due to injury to living beings (D1) which is defined as the sum:

$$R_S = R_A + R_U \quad (9)$$

R_F is the risk due to physical damage (D2) which is defined as the sum:

$$R_F = R_B + R_V \quad (10)$$

R_O is the risk due to failure of internal systems (D3) which is defined as the sum:

$$R_O = R_M + R_C + R_W + R_Z \quad (11)$$

For risk components and their compositions as given above see also Table 9.

4.4 Compositions des composantes de risque liées aux services

Les composantes des risques à prendre en compte pour chaque type de perte dans un service sont données ci-dessous:

R'_2 : risque de perte de service public:

$$R'_2 = R'_V + R'_W + R'_Z + R'_B + R'_C \tag{12}$$

R'_4 : risque de perte de valeurs économiques:

$$R'_4 = R'_V + R'_W + R'_Z + R'_B + R'_C \tag{13}$$

Les composantes des risques à prendre en compte pour chaque type de perte dans un service sont données au Tableau 4.

Tableau 4 – Composantes de risques à prendre en compte pour chaque type de perte dans un service

Source de dommage	Coup de foudre direct sur le service S3		Coup de foudre frappant à proximité du service S4	Coup de foudre frappant la structure S1	
	R'_V	R'_W	R'_Z	R'_B	R'_C
Composante du risque	R'_V	R'_W	R'_Z	R'_B	R'_C
Risque pour chaque type de perte:					
R'_2	*	*	*	*	*
R'_4	*	*	*	*	*

4.4.1 Composition des composantes de risque par rapport à la source de dommages

$$R' = R'_D + R'_1 \tag{14}$$

où

R'_D est le risque dû aux coups de foudre frappant le service (source S3) et qui est la somme:

$$R'_D = R'_V + R'_W \tag{15}$$

R'_1 est le risque dû aux impacts ne frappant pas le service (sources: S1 et S4) mais qui ont une influence sur elle et qui peut être la somme:

$$R'_1 = R'_B + R'_C + R'_Z \tag{16}$$

Pour les compositions des composantes de risques pour un service comme ci-dessus, se reporter au Tableau 11.

4.4.2 Composition des composantes de risque par rapport au type de dommages

$$R' = R'_F + R'_O \tag{17}$$

où

R'_F est le risque dû aux dommages physiques (D2) défini comme la somme:

$$R'_F = R'_V + R'_B \tag{18}$$

4.4 Composition of risk components related to a service

Risk components to be considered for each type of loss in a service are listed below.

R'_2 : risk of loss of service to the public:

$$R'_2 = R'_V + R'_W + R'_Z + R'_B + R'_C \quad (12)$$

R'_4 : risk of loss of economic value:

$$R'_4 = R'_V + R'_W + R'_Z + R'_B + R'_C \quad (13)$$

Risk components to be considered for each type of loss in a service are given in Table 4.

Table 4 – Risk components to be considered for each type of loss in a service

Source of damage	Flash striking the service S3		Flash striking near the service S4	Flash striking the structure S1	
	R'_V	R'_W	R'_Z	R'_B	R'_C
Risk for each type of loss					
R'_2	*	*	*	*	*
R'_4	*	*	*	*	*

4.4.1 Composition of risk components with reference to the source of damage

$$R' = R'_D + R'_1 \quad (14)$$

where

R'_D is the risk due to flashes striking the service (source S3); defined as the sum:

$$R'_D = R'_V + R'_W \quad (15)$$

R'_1 is the risk due to flashes influencing the service without striking it (sources S1 and S4); defined as the sum:

$$R'_1 = R'_B + R'_C + R'_Z \quad (16)$$

For the composition of risk components for a service as given above, see also Table 11.

4.4.2 Composition of risk components with reference to the type of damage

$$R' = R'_F + R'_O \quad (17)$$

where

R'_F is the risk due to physical damage (D2); defined as the sum:

$$R'_F = R'_V + R'_B \quad (18)$$

R'_O est le risque dû aux défaillances des réseaux internes (D3) et il peut être la somme:

$$R'_O = R'_W + R'_Z + R'_C \tag{19}$$

Pour les compositions des composantes de risques pour un service comme ci-dessus, se reporter au Tableau 11.

4.5 Facteurs d'influence des composantes de risque

4.5.1 Facteurs d'influence des composantes de risque dans une structure

Les caractéristiques de la structure et les mesures éventuelles de protection influençant les composantes de risque sont données dans le Tableau 5.

Tableau 5 – Facteurs d'influence des composantes de risque dans une structure

Caractéristiques de la structure ou du système interne	R_A	R_B	R_C	R_M	R_U	R_V	R_W	R_Z
Mesures de protection								
Surface équivalente d'exposition	X	X	X	X	X	X	X	X
Résistivité de surface du sol	X							
Résistivité du sol					X			
Restrictions physiques, isolation, avertissement, isolation équipotentielle du sol	X				X			
SPF	X ¹⁾	X	X ²⁾	X ²⁾	X ³⁾	X ³⁾		
Parafoudres coordonnés			X	X			X	X
Ecran spatial			X	X				
Réseaux externes écrantés					X	X	X	X
Réseaux internes écrantés			X	X				
Précautions de cheminement			X	X				
Réseau équipotentiel			X					
Précautions incendie		X				X		
Sensibilité au feu		X				X		
Danger particulier		X				X		
Tension de tenue aux chocs			X	X	X	X	X	X

¹⁾ Dans le cas de SPF naturel ou normalisé avec une distance entre conducteurs de descente inférieures à 10 m ou si une séparation physique n'est pas prévue, le risque lié à des blessures pour les êtres vivants dû à des tensions de contact et de pas est négligeable.

²⁾ Uniquement pour les SPF extérieurs en grille.

³⁾ En raison des équipotentialités.

4.5.2 Facteurs d'influence des composantes de risque dans un service

Les caractéristiques du service, de la structure connectée et les mesures de protection éventuelles influençant les composantes de risque sont données au Tableau 6.

R'_O is the risk due to failure of internal systems (D3); defined as the sum

$$R'_O = R'_W + R'_Z + R'_C \quad (19)$$

For the composition of risk components for a service as given above see also Table 11.

4.5 Factors influencing the risk components

4.5.1 Factors influencing the risk components in a structure

Characteristics of the structure and of possible protection measures influencing risk components for a structure are given in Table 5.

Table 5 – Factors influencing the risk components in a structure

Characteristics of structure or of internal systems Protection measures	R_A	R_B	R_C	R_M	R_U	R_V	R_W	R_Z
Collection area	X	X	X	X	X	X	X	X
Surface soil resistivity	X							
Floor resistivity					X			
Physical restrictions, insulation, warning notice, soil equipotentialization	X				X			
LPS	X ¹⁾	X	X ²⁾	X ²⁾	X ³⁾	X ³⁾		
Coordinated SPD protection			X	X			X	X
Spatial shield			X	X				
Shielding external lines					X	X	X	X
Shielding internal lines			X	X				
Routing precautions			X	X				
Bonding network			X					
Fire precautions		X				X		
Fire sensitivity		X				X		
Special hazard		X				X		
Impulse withstand voltage			X	X	X	X	X	X
<p>1) In the case of a “natural” or standardized LPS with down-conductor spacing of less than 10 m, or where physical restriction are provided, the risk related to injury to living beings caused by touch and step voltages is negligible.</p> <p>2) Only for grid-like external LPS.</p> <p>3) Due to equipotential bonding.</p>								

4.5.2 Factors influencing the risk components in a service

Characteristics of the service, of the connected structure and of possible protection measures influencing risk components are given in Table 6.

Tableau 6 – Facteurs d'influence des composantes de risque dans un service

Caractéristiques de service Mesure de protection	R'_V	R'_W	R'_Z	R'_B	R'_C
Surface équivalente d'exposition	X	X	X	X	X
Ecran de câble	X	X	X	X	X
Câble de protection contre la foudre	X	X	X	X	X
Conduit de protection contre la foudre	X	X	X	X	X
Conducteurs écrantés supplémentaires	X	X	X	X	X
Tension de tenue aux chocs	X	X	X	X	X
Parafoudre	X	X	X	X	X

5 Evaluation des risques

5.1 Procédure de base

La décision de protection contre la foudre d'une structure ou d'un service ainsi que le choix des mesures de protection doivent être effectués conformément à la CEI 62305-1. La procédure suivante doit être appliquée:

- identification de l'objet à protéger et de ses caractéristiques;
- identification de tous les types de pertes dans l'objet et du risque associé R (R_1 à R_4);
- évaluation du risque R pour chaque type de perte (R_1 à R_4);
- évaluation de la nécessité de protection en comparant les risques R_1 , R_2 et R_3 pour une structure (R'_2 pour un service) avec le risque tolérable R_T ;
- évaluation des impacts économiques d'une protection en comparant le coût des pertes totales avec et sans mesures de protection. Dans ce cas, l'évaluation des composantes du risque R_4 pour une structure (R'_4 pour un service) doit être réalisée pour évaluer ces coûts (voir Annexe G) .

5.2 Structure à prendre en compte pour l'évaluation du risque

La structure à protéger comprend:

- la structure elle-même;
- les installations dans la structure;
- le contenu de la structure;
- les personnes dans la structure ou se trouvant dans les zones jusqu'à 3 m de l'extérieur de la structure;
- l'environnement affecté par un dommage sur une structure.

La protection n'englobe pas les services connectés à l'extérieur de la structure.

NOTE La structure à considérer peut être subdivisée en plusieurs zones (voir Article 6).

5.3 Service à prendre en compte pour l'évaluation du risque

Le service à protéger correspond aux moyens physiques compris entre:

- le local contenant l'autocommutateur et le local de l'utilisateur, ou deux locaux contenant un autocommutateur ou deux locaux de l'utilisateur, pour les réseaux de communication;

Table 6 – Factors influencing the risk components in a service

Characteristic of service Protection measure	R'_V	R'_W	R'_Z	R'_B	R'_C
Collection area	X	X	X	X	X
Cable shielding	X	X	X	X	X
Lightning protective cable	X	X	X	X	X
Lightning protective cable duct	X	X	X	X	X
Additional shielding conductors	X	X	X	X	X
Impulse withstand voltage	X	X	X	X	X
SPD	X	X	X	X	X

5 Risk management

5.1 Basic procedure

The decision to protect a structure or a service against lightning, as well as the selection of protection measures, shall be performed according to IEC 62305-1. The following procedure shall be applied:

- identification of the object to be protected and its characteristics;
- identification of all the types of loss in the object and the relevant corresponding risk R (R_1 to R_4);
- evaluation of risk R for each type of loss (R_1 to R_4);
- evaluation of need of protection, by comparison of risk R_1 , R_2 and R_3 for a structure (R'_2 for a service) with the tolerable risk R_T ;
- evaluation of cost effectiveness of protection by comparison of the costs of total loss with and without protection measures. In this case, the assessment of components of risk R_4 for a structure (R'_4 for a service) shall be performed in order to evaluate such costs (see Annex G).

5.2 Structure to be considered for risk assessment

Structure to be considered includes:

- the structure itself;
- installations in the structure;
- contents of the structure;
- persons in the structure or standing in the zones up to 3 m from the outside of the structure;
- environment affected by a damage to the structure.

Protection does not include connected services outside of the structure.

NOTE The structure to be considered may be subdivided into several zones (see Clause 6).

5.3 Service to be considered for risk assessment

The service to be considered is the physical connection between:

- the switch telecommunication building and the user's building or two switch telecommunication buildings or two users' buildings, for the telecommunication (TLC) lines;

- le local contenant l'autocommutateur ou le local de l'utilisateur et le nœud de répartition ou entre deux nœuds de répartition pour les réseaux de communication;
- le poste à haute tension et le local de l'utilisateur, pour les réseaux d'énergie;
- le poste de distribution et le local de l'utilisateur, pour les canalisations.

Les services à protéger comprennent les équipements des lignes et les équipements terminaux tels que:

- multiplexeurs, amplificateurs, coupleurs optiques, compteurs, équipements terminaux, etc.;
- disjoncteurs, protections contre les surintensités, compteurs, etc.;
- systèmes de commande, systèmes de sécurité, compteurs, etc.

La protection n'englobe pas les équipements d'utilisateurs ou toute structure connectée aux extrémités du service.

5.4 Risque tolérable R_T

Il est de la responsabilité de l'autorité de juridiction d'identifier la valeur du risque tolérable.

Des valeurs représentatives du risque tolérable R_T , lorsque les coups de foudre impliquent des pertes humaines ou des pertes de valeurs sociales ou culturelles sont données dans le Tableau 7.

Tableau 7 – Valeurs types pour le risque tolérable R_T

Types de pertes	R_T (y^{-1})
Perte de vie humaine ou blessures permanentes	10^{-5}
Perte de service public	10^{-3}
Perte d'héritage culturel	10^{-3}

5.5 Procédure pour évaluer le besoin de protection

Conformément à la CEI 62305-1, les risques suivants doivent être pris en compte pour évaluer la nécessité de protection d'un objet contre la foudre:

- risques R_1 , R_2 et R_3 pour une structure;
- risques R'_1 et R'_2 pour un service .

Pour chacun des risques à considérer, les étapes suivantes doivent être suivies:

- identification des composantes R_x constituant le risque;
- calcul des composantes de risque identifiées R_x ;
- calcul du risque total R (voir 4.3);
- identification du risque tolérable R_T ;
- comparaison du risque R avec la valeur tolérable R_T .

Si $R \leq R_T$, une protection contre la foudre n'est pas nécessaire.

Si $R > R_T$ des mesures de protection doivent être prises pour réduire $R \leq R_T$ pour tous les risques auxquels l'objet est soumis.

La procédure pour évaluer le besoin de protection est donnée à la Figure 1.

- the switch telecommunication building or the user's building and a distribution node, or between two distribution nodes for the telecommunication (TLC) lines;
- the high voltage (HV) substation and the user's building, for the power lines;
- the main distribution station and the user's building, for pipes.

The service to be considered includes the line equipment and the line termination equipment, such as:

- multiplexer, power amplifier, optical network units, meters, line termination equipment, etc.;
- circuit-breakers, overcurrent systems, meters, etc.;
- control systems, safety systems, meters, etc.

Protection does not include the user's equipment or any structure connected at the ends of the service.

5.4 Tolerable risk R_T

It is the responsibility of the authority having jurisdiction to identify the value of tolerable risk.

Representative values of tolerable risk R_T , where lightning flashes involve loss of human life or loss of social or cultural values, are given in Table 7.

Table 7 – Typical values of tolerable risk R_T

Types of loss	R_T (y^{-1})
Loss of human life or permanent injuries	10^{-5}
Loss of service to the public	10^{-3}
Loss of cultural heritage	10^{-3}

5.5 Specific procedure to evaluate the need of protection

According to IEC 62305-1, the following risks shall be considered in the evaluation of the need of protection against lightning for an object:

- risks R_1 , R_2 and R_3 for a structure;
- risk R'_1 and R'_2 for a service .

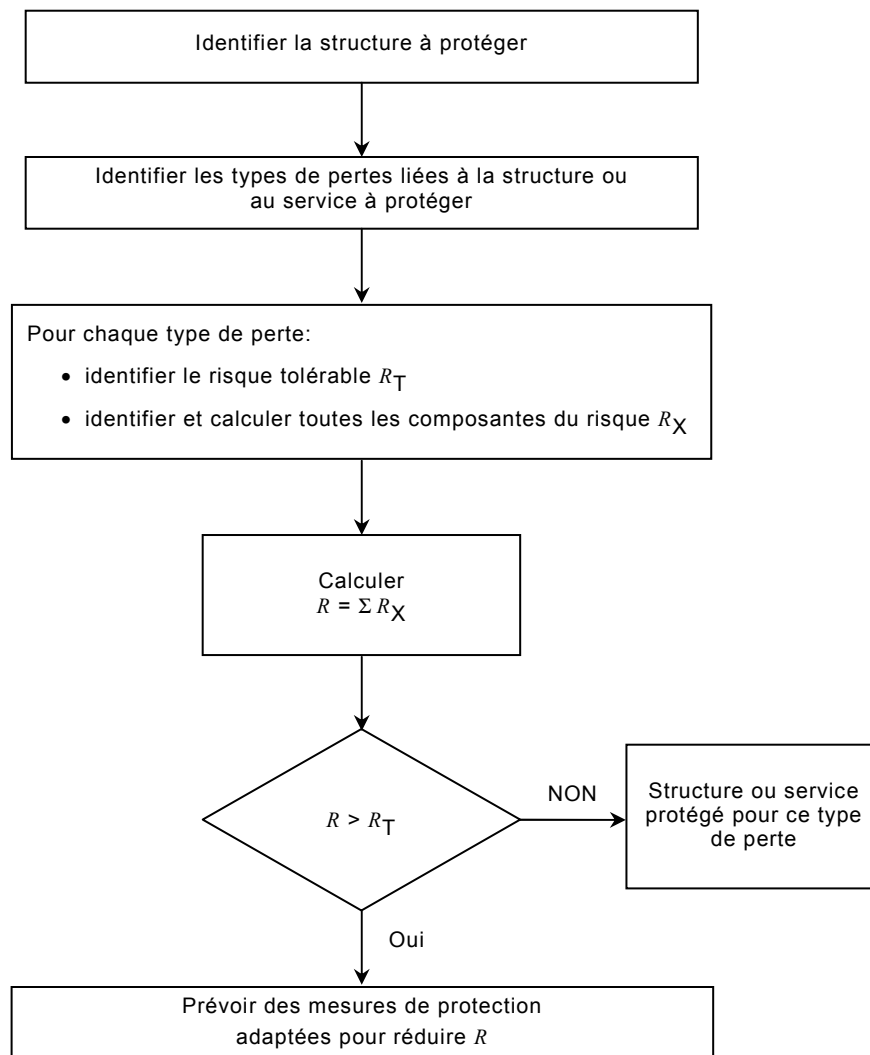
For each risk to be considered the following steps shall be taken:

- identification of the components R_X which make up the risk;
- calculation of the identified risk components R_X ;
- calculation of the total risk R (see 4.3);
- identification of the tolerable risk R_T ;
- comparison of the risk R with the tolerable value R_T .

If $R \leq R_T$, lightning protection is not necessary.

If $R > R_T$ protection measures shall be adopted in order to reduce $R \leq R_T$ for all risks to which the object is subjected.

The procedure to evaluate the need for protection is given in Figure 1.



IEC 2082/05

Figure 1 – Procédure pour la décision du besoin de protection

5.6 Procédure d'évaluation des impacts économiques de la protection

En plus de la nécessité d'une protection contre la foudre pour une structure ou pour un service, il peut être utile de s'assurer des bénéfices économiques de mise en œuvre de mesures de protection afin de réduire la perte économique L4.

L'évaluation des composantes du risque R_4 pour une structure (R'_4 pour un service) permet à l'utilisateur d'évaluer le coût des pertes économiques avec ou sans mesures de protection, comme indiqué à l'Annexe G.

La méthode d'évaluation des impacts économiques d'une protection nécessite:

- l'identification des composantes R_X constituant le risque R_4 pour une structure (R'_4 pour un service);
- le calcul des composantes du risque R_X identifiées, en l'absence de mesures de protection nouvelles ou supplémentaires;
- le calcul du coût des pertes dû à chacune des composantes R_X ;
- le calcul du coût C_L de la perte totale en l'absence de mesures de protection;
- l'adoption des mesures de protection sélectionnées;

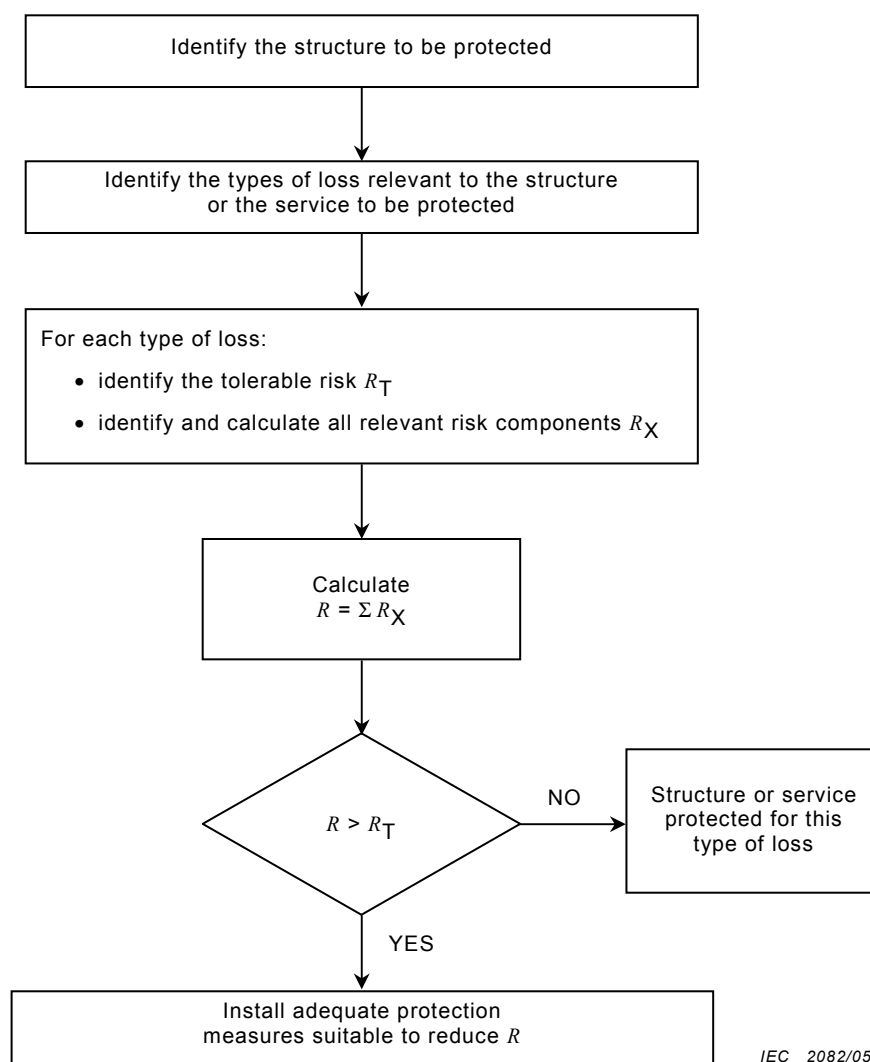


Figure 1 – Procedure for deciding the need of protection

5.6 Procedure to evaluate the cost effectiveness of protection

Besides the need of lightning protection for a structure or for a service, it may be useful to ascertain the economic benefits of installing protection measures in order to reduce the economic loss L_4 .

The assessment of components of risk R_4 for a structure (R'_4 for a service) allows the user to evaluate the cost of the economic loss with and without the adopted protection measures (see Annex G).

The procedure to ascertain the cost effectiveness of protection requires:

- identification of the components R_X which make up the risk R_4 for a structure (R'_4 for a service);
- calculation of the identified risk components R_X in absence of new/additional protection measures;
- calculation of the annual cost of loss due to each risk component R_X ;
- calculation of the annual cost C_L of total loss in the absence of protection measures;
- adoption of selected protection measures;

- le calcul des composantes du risque R_X en présence de mesures de protection sélectionnées;
- le calcul du coût des pertes résiduelles dû à chacune des composantes du risque R_X dans la structure ou le service protégé;
- le calcul du coût total C_{RL} des pertes résiduelles en présence des mesures de protection;
- le calcul du coût annuel C_{PM} des mesures de protection sélectionnées;
- la comparaison des coûts.

Si $C_L < C_{RL} + C_{PM}$, une protection contre la foudre peut s'avérer coûteuse.

Si $C_L \geq C_{RL} + C_{PM}$, les mesures de protection peuvent s'avérer économiques sur la durée de vie de la structure ou du service.

La procédure pour évaluer les impacts économiques d'une protection est donnée à la Figure 2.

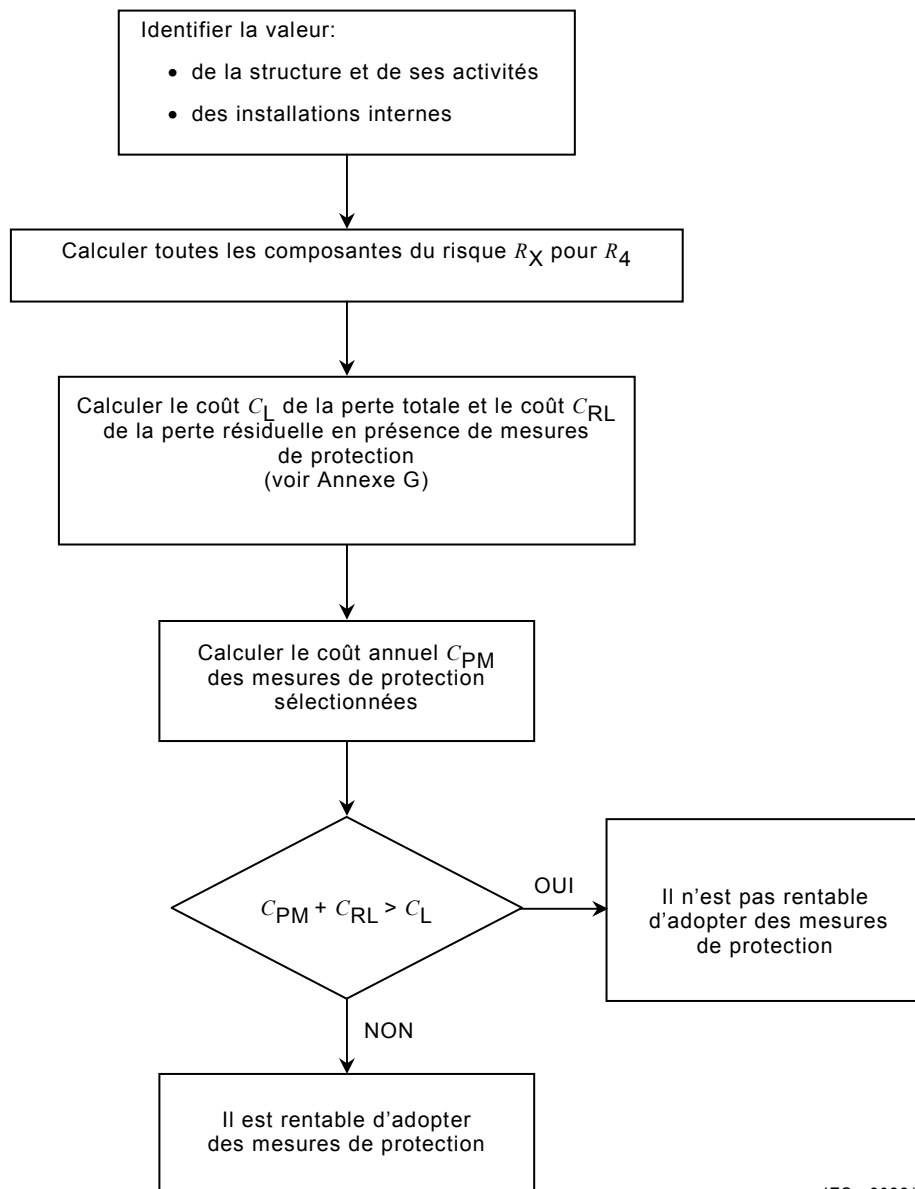


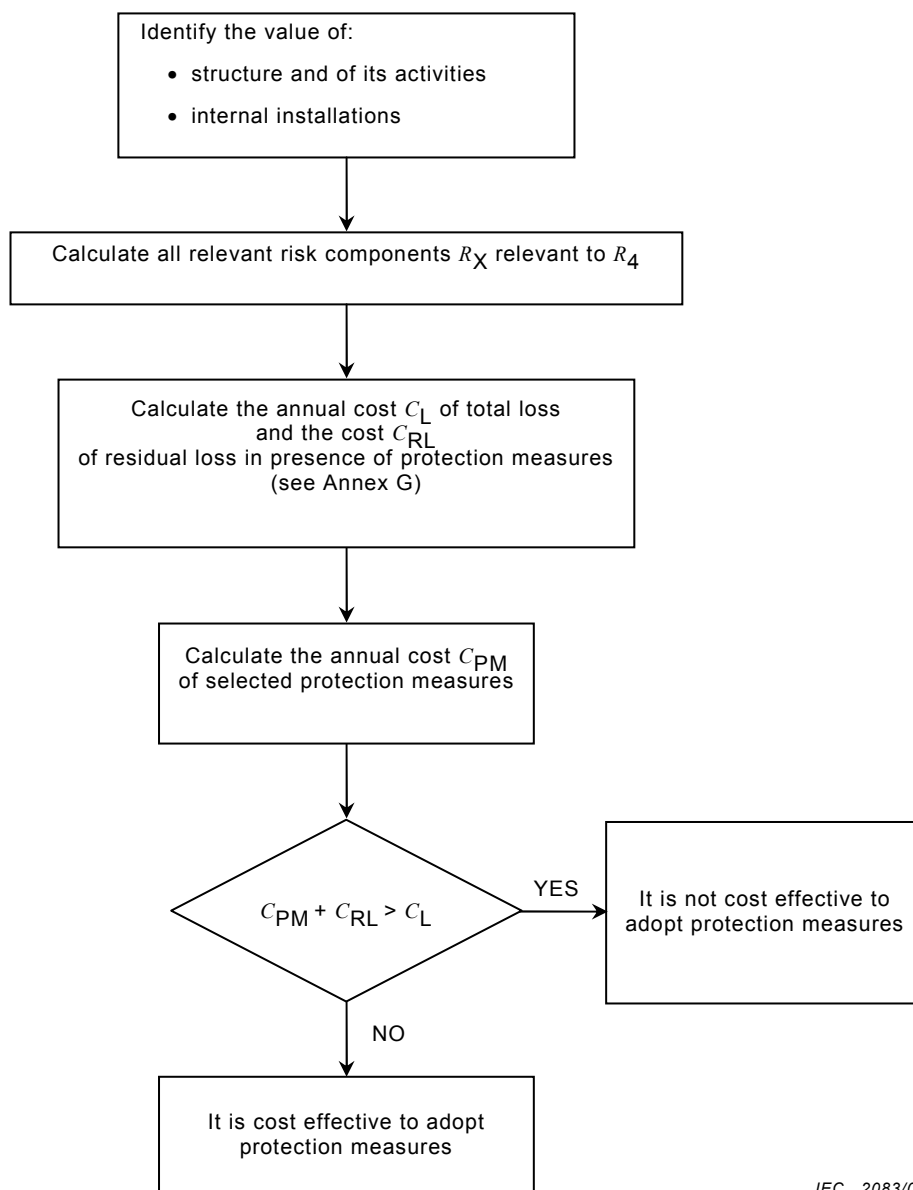
Figure 2 – Procédure pour la décision des impacts économiques des mesures de protection

- calculation of risk components R_X with selected protection measures present;
- calculation of the annual cost of residual loss due to each risk component R_X in the protected structure or service;
- calculation of the total annual cost C_{RL} of residual loss with selected protection measures present;
- calculation of the annual cost C_{PM} of selected protection measures;
- comparison of costs.

If $C_L < C_{RL} + C_{PM}$, lightning protection may not be deemed to be cost effective.

If $C_L \geq C_{RL} + C_{PM}$, protection measures may prove to save money over the life of the structure or the service.

The procedure to evaluate the cost-effectiveness of protection is outlined in Figure 2.



IEC 2083/05

Figure 2 – Procedure for evaluating the cost-effectiveness of protection measures

5.7 Mesures de protection

Les mesures de protection sont destinées à réduire le risque associé au type de dommages.

Les mesures de protection ne doivent être considérées comme fiables que si elles satisfont aux exigences des normes applicables:

- CEI 62305-3 pour la protection afin de réduire les blessures aux êtres vivants et les dommages physiques dans une structure;
- CEI 62305-4 pour la protection contre les défaillances des réseaux internes;
- CEI 62305-5 pour la protection des services.

5.8 Choix des mesures de protection

Le choix des mesures de protection les plus adaptées doit être effectué par le concepteur selon la répartition de chaque composante de risque du risque total R et selon les aspects techniques et économiques des diverses mesures de protection.

Les paramètres critiques doivent être identifiés afin de déterminer la mesure la plus efficace de réduction du risque R .

Pour chaque type de perte, plusieurs mesures de protection individuelles ou associées rendent la condition $R \leq R_T$. La solution à adopter doit être choisie à partir de cette condition en tenant compte des aspects techniques et économiques. Une méthode simplifiée de choix de mesures de protection est indiquée dans le diagramme de la Figure 3 pour les structures et de la Figure 4 pour les services. Dans tous les cas, il convient que l'installateur et l'architecte identifient les composantes du risque les plus critiques et les réduisent, en tenant compte des aspects économiques.

5.7 Protection measures

Protection measures are directed to reduce the risk according to the type of damage.

Protection measures shall be considered effective only if they conform to the requirements of the following relevant standards:

- IEC 62305-3 for protection against injury to living beings and physical damage in a structure;
- IEC 62305-4 for protection against failure of internal systems;
- IEC 62305-5 for protection of services

5.8 Selection of protection measures

The selection of the most suitable protection measures shall be made by the designer according to the share of each risk component in the total risk R and according to the technical and economic aspects of the different protection measures.

Critical parameters shall be identified to determine the more efficient measure to reduce the risk R .

For each type of loss, there is a number of protection measures which, individually or in combination, make the condition $R \leq R_T$. The solution to be adopted shall be selected with allowance for technical and economic aspects. A simplified procedure for selection of protective measures is given in the flow diagrams of Figure 3 for structures and Figure 4 for services. In any case the installer or planner should identify the most critical risk components and reduce them, also taking into account economic aspects.

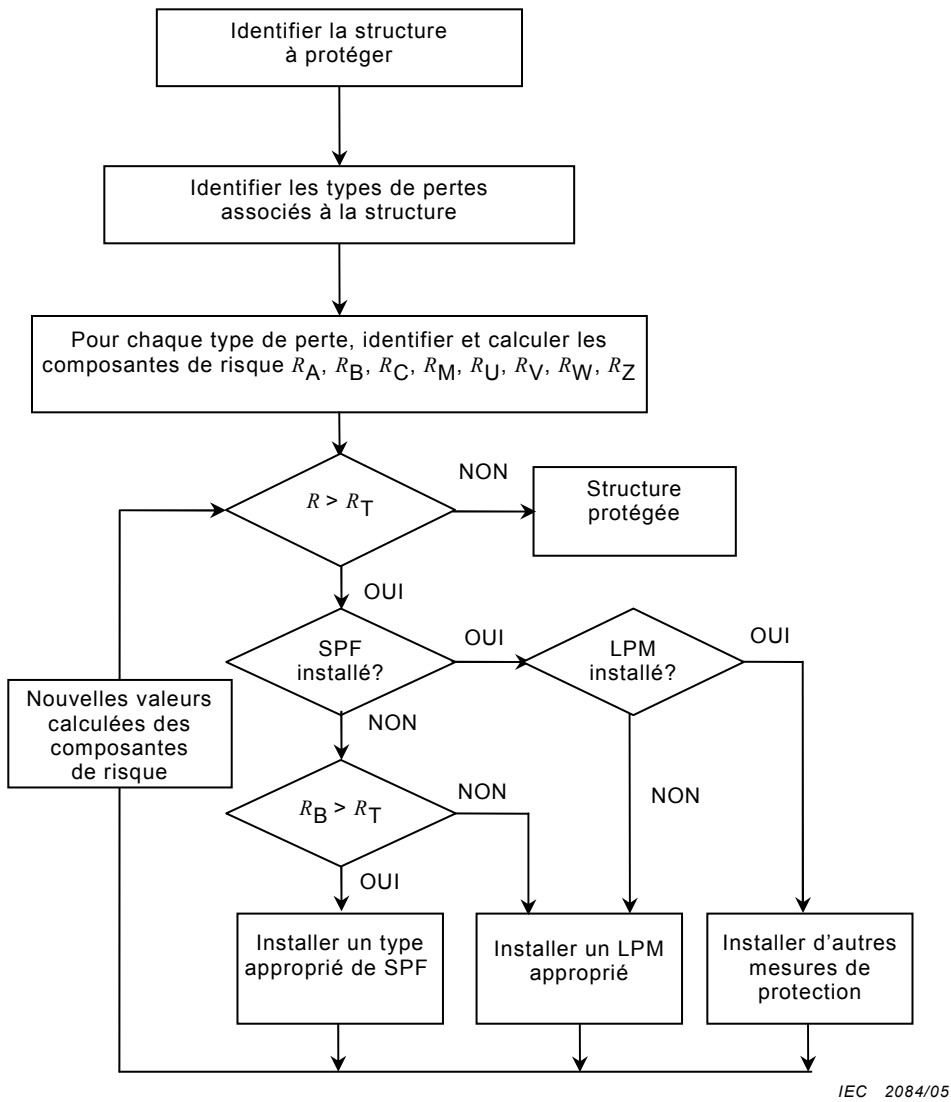


Figure 3 – Procédure pour le choix des mesures de protection dans les structures

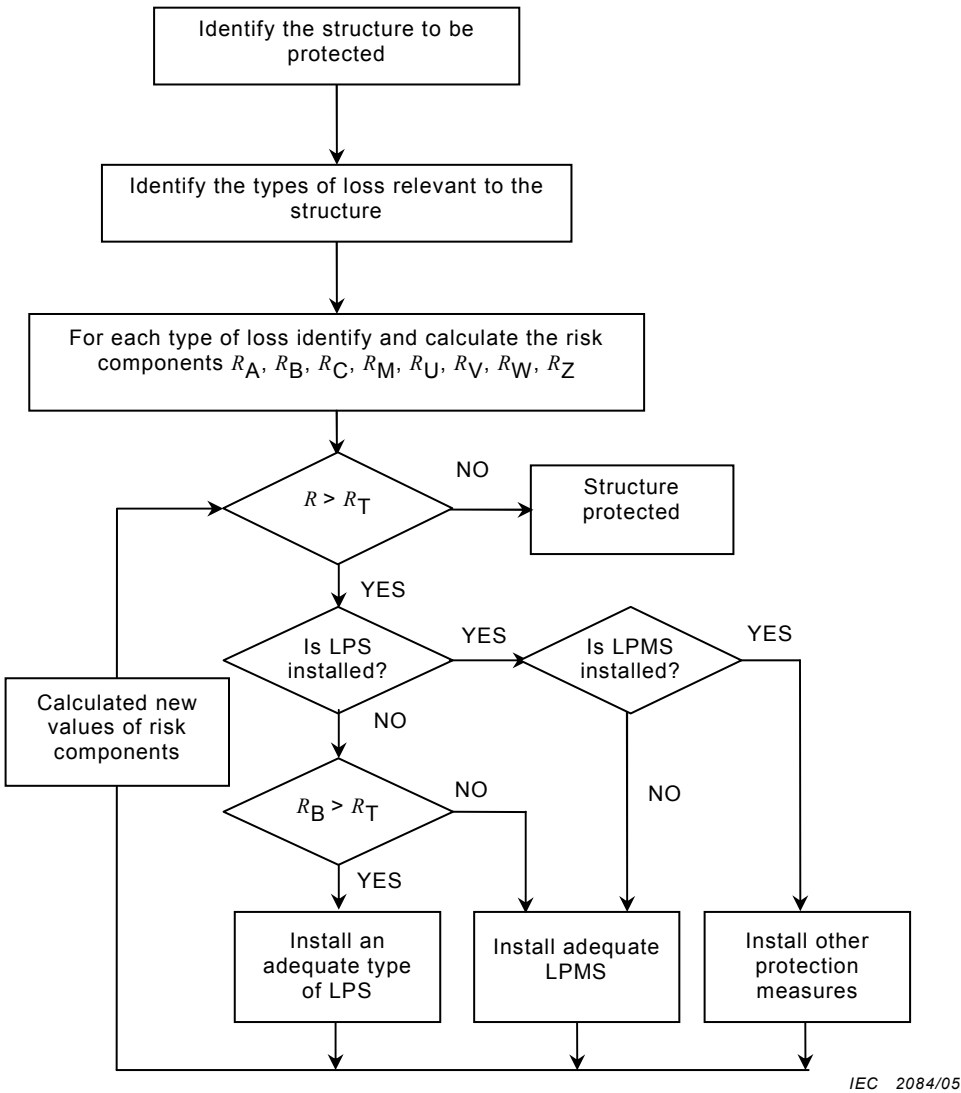


Figure 3 – Procedure for selecting protection measures in structures

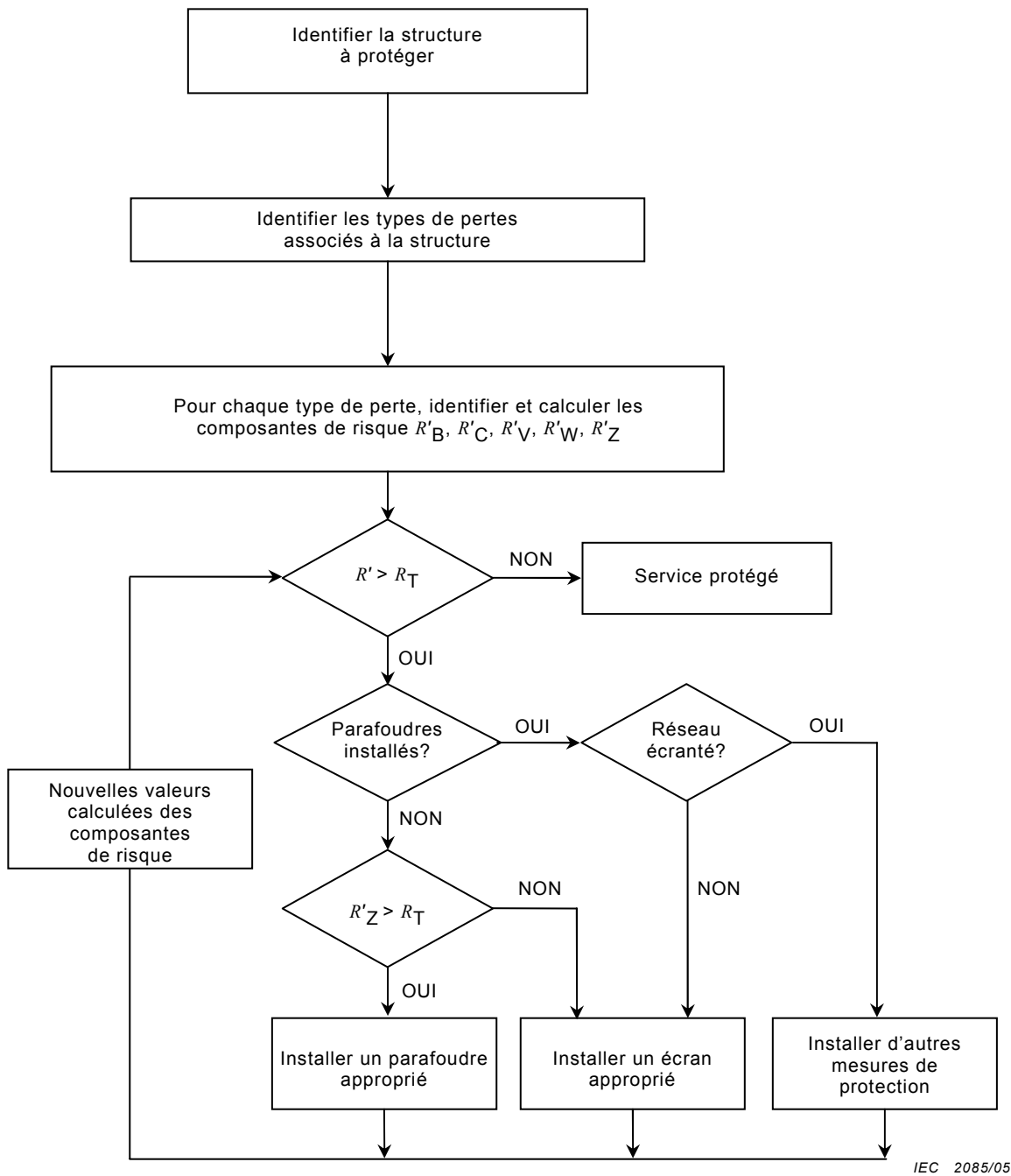


Figure 4 – Procédure pour le choix des mesures de protection dans les services

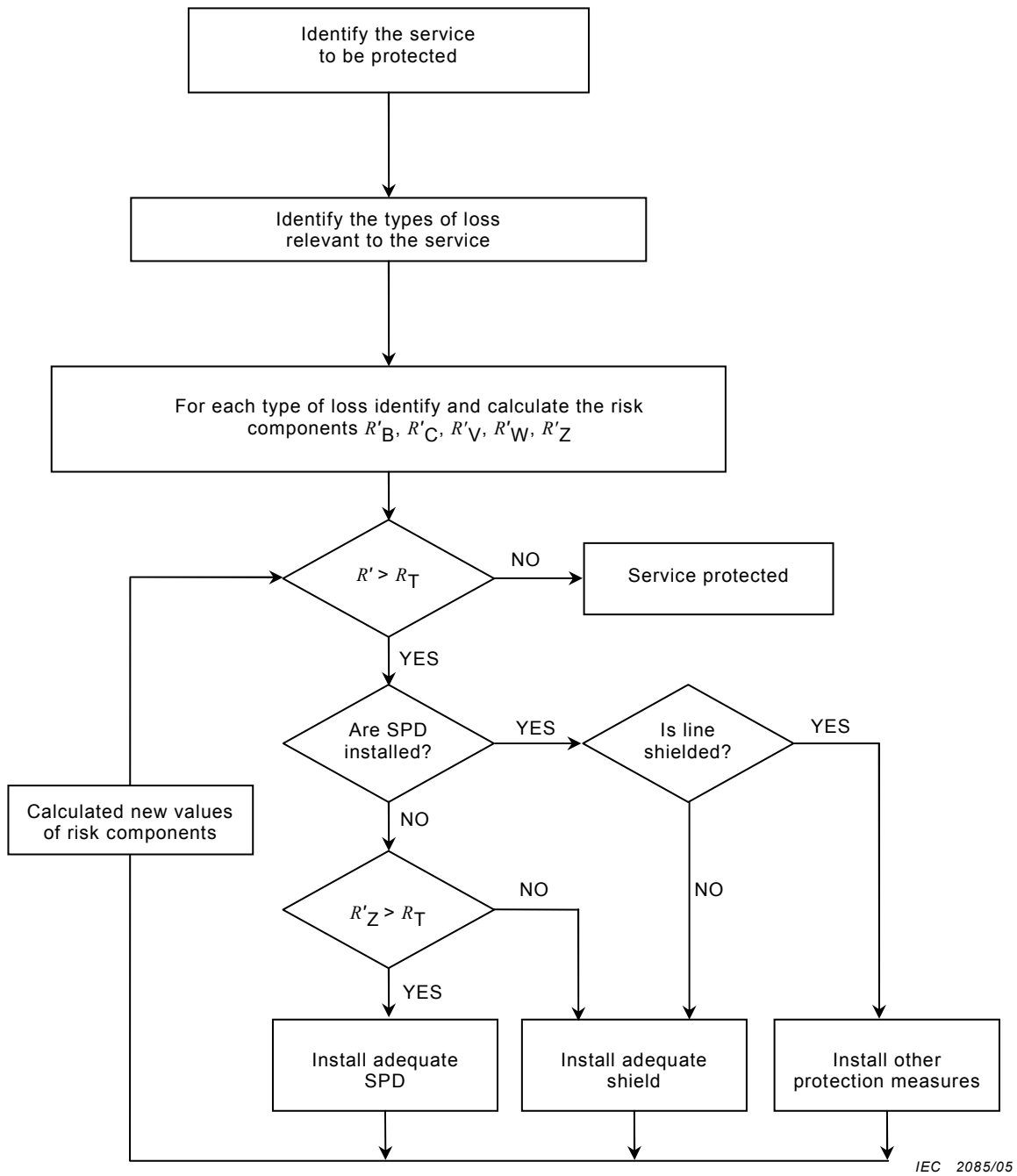


Figure 4 – Procedure for selecting protection measures in services

6 Evaluation des composantes du risque pour les structures

6.1 Equation de base

Chaque composante du risque R_A , R_B , R_C , R_M , R_U , R_V , R_W et R_Z , comme explicité à l'Article 4, peut être exprimée par l'équation générale suivante:

$$R_X = N_X \times P_X \times L_X \quad (20)$$

où

N_X est le nombre annuel d'événements dangereux (voir aussi l'Annexe A);

P_X est la probabilité de dommages pour une structure (voir aussi l'Annexe B);

L_X est la perte consécutive (voir aussi l'Annexe C).

NOTE 1 Le nombre N_X d'événements dangereux est affecté par: la densité de foudroiement (N_g) et par les caractéristiques de l'objet à protéger, son entourage, le sol.

NOTE 2 La probabilité de dommage P_X est affectée par: les caractéristiques de l'objet à protéger et les mesures de protection fournies.

NOTE 3 La perte consécutive L_X est affectée par: l'utilisation assignée à l'objet, la présence de personnes, le type de service fourni au public, la valeur des biens affectés par les dommages et les mesures fournies pour limiter le montant des pertes.

6.2 Evaluation des composantes du risque dû aux impacts sur une structure (S1)

Pour l'évaluation des composantes de risque associées aux impacts de foudre sur la structure, les relations suivantes s'appliquent:

- composantes associées aux blessures sur des êtres vivants (D1)

$$R_A = N_D \times P_A \times L_A \quad (21)$$

- composantes associées aux dommages physiques (D2)

$$R_B = N_D \times P_B \times L_B \quad (22)$$

- composantes associées aux défaillances des réseaux internes (D3)

$$R_C = N_D \times P_C \times L_C \quad (23)$$

Les paramètres pour l'évaluation de ces composantes de risques sont indiqués dans le Tableau 8.

6.3 Evaluation des composantes du risque dû aux impacts à proximité de la structure (S2)

Pour l'évaluation des composantes de risque associées aux impacts de foudre à proximité de la structure, les relations suivantes s'appliquent:

- composantes associées aux défaillances des réseaux internes (D3)

$$R_M = N_M \times P_M \times L_M \quad (24)$$

Les paramètres pour l'évaluation de ces composantes de ce risque sont indiqués dans le Tableau 8.

6 Assessment of risk components for a structure

6.1 Basic equation

Each risk component R_A , R_B , R_C , R_M , R_U , R_V , R_W and R_Z , as described in Clause 4, may be expressed by the following general equation

$$R_X = N_X \times P_X \times L_X \quad (20)$$

where

N_X is the number of dangerous events per annum (see also Annex A);

P_X is the probability of damage to a structure (see also Annex B);

L_X is the consequent loss (see also Annex C).

NOTE 1 The number N_X of dangerous events is affected by lightning ground flash density (N_g) and by the physical characteristics of the object to be protected, its surroundings and the soil.

NOTE 2 The probability of damage P_X is affected by characteristics of the object to be protected and the protection measures provided.

NOTE 3 The consequent loss L_X is affected by the use to which the object is assigned, the attendance of persons, the type of service provided to public, the value of goods affected by the damage and the measures provided to limit the amount of loss.

6.2 Assessment of risk components due to flashes to the structure (S1)

For evaluation of risk components related to lightning flashes to the structure, the following relationship apply:

- component related to injury to living beings (D1)

$$R_A = N_D \times P_A \times L_A \quad (21)$$

- component related to physical damage (D2)

$$R_B = N_D \times P_B \times L_B \quad (22)$$

- component related to failure of internal systems (D3)

$$R_C = N_D \times P_C \times L_C \quad (23)$$

Parameters to assess these risk components are given in Table 8.

6.3 Assessment of the risk component due to flashes near the structure (S2)

For evaluation of the risk component related to lightning flashes near the structure, the following relationship applies:

- component related to failure of internal systems (D3)

$$R_M = N_M \times P_M \times L_M \quad (24)$$

Parameters to assess this risk component are given in Table 8.

6.4 Evaluation des composantes du risque dû aux impacts sur une ligne connectée à la structure (S3)

Pour l'évaluation des composantes de risque associées aux impacts de foudre sur une ligne entrante, les relations suivantes s'appliquent:

- composantes associées aux blessures sur des êtres vivants (D1)

$$R_U = (N_L + N_{Da}) \times P_U \times L_U \quad (25)$$

- composantes associées aux dommages physiques (D2)

$$R_V = (N_L + N_{Da}) \times P_V \times L_V \quad (26)$$

- composantes associées aux défaillances des réseaux internes (D3)

$$R_W = (N_L + N_{Da}) \times P_W \times L_W \quad (27)$$

Les paramètres pour l'évaluation de ces composantes de risques sont indiqués dans le Tableau 8.

Si la ligne a plusieurs sections (voir 7.6), les valeurs de R_U , R_V et R_W sont la somme des valeurs R_U , R_V et R_W de chaque section de la ligne. Les sections à considérer sont celles entre la structure et le premier nœud de la distribution.

Dans le cas de structures avec plusieurs lignes connectées avec des cheminements différents, les calculs doivent être effectués pour chaque ligne.

6.5 Evaluation de la composante du risque dû aux impacts à proximité d'une ligne connectée à la structure (S4)

Pour l'évaluation des composantes de risque associées aux impacts de foudre à proximité d'une ligne connectée à la structure, les relations suivantes s'appliquent:

- composantes associées aux défaillances des réseaux internes (D3)

$$R_Z = (N_I - N_L) \times P_Z \times L_Z \quad (28)$$

Les paramètres pour l'évaluation de ces composantes de risques sont indiqués dans le Tableau 8.

Si la ligne a plusieurs sections (voir 7.6), la valeur de R_Z est la somme des composantes R_Z concernant chaque section de la ligne. Les sections à considérer sont celles entre la structure et le premier nœud de la distribution.

NOTE Dans le cas de lignes de communication, se reporter à la Recommandation UIT K.46.

Dans le cas de structures avec plusieurs lignes connectées avec des cheminements différents, les calculs doivent être effectués pour chaque ligne.

Si $(N_I - N_L) < 0$, alors on estime que $(N_I - N_L) = 0$.

6.4 Assessment of risk components due to flashes to a line connected to the structure (S3)

For evaluation of the risk components related to lightning flashes to an incoming line, the following relationships apply:

- component related to injury to living beings (D1)

$$R_U = (N_L + N_{Da}) \times P_U \times L_U \quad (25)$$

- component related to physical damage (D2)

$$R_V = (N_L + N_{Da}) \times P_V \times L_V \quad (26)$$

- component related to failure of internal systems (D3)

$$R_W = (N_L + N_{Da}) \times P_W \times L_W \quad (27)$$

Parameters to assess these risk components are given in Table 8.

If the line has more than one section (see 7.6), the values of R_U , R_V and R_W are the sum of the R_U , R_V and R_W values relevant to each section of the line. The sections to be considered are those between the structure and the first distribution node.

In the case of a structure with more than one connected line with different routing, the calculations shall be performed for each line.

6.5 Assessment of risk component due to flashes near a line connected to the structure (S4)

For evaluation of the risk component related to lightning flashes near a line connected to the structure, the following relationships applies:

- component related to failure of internal systems (D3)

$$R_Z = (N_I - N_L) \times P_Z \times L_Z \quad (28)$$

Parameters to assess this risk component are given in Table 8.

If the line has more than one section (see 7.6), the value of R_Z is the sum of the R_Z components relevant to each section of the line. The sections to be considered are those between the structure and the first distribution node.

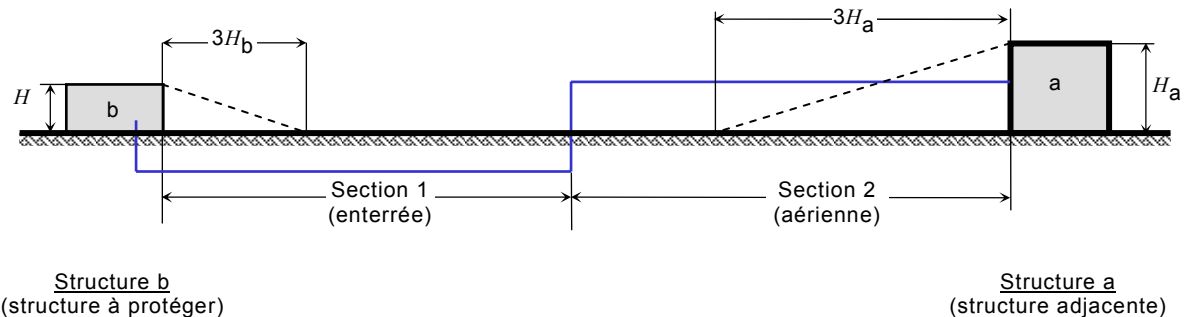
NOTE Detailed information for TLC lines are given in Recommendation ITU K.46.

In the case of a structure with more than one connected line with different routing, the calculations shall be performed for each line.

For the purpose of this assessment, if $(N_I - N_L) < 0$, then assume $(N_I - N_L) = 0$.

Tableau 8 – Paramètres associés à l'évaluation des composantes de risque pour les structures

Symbole	Dénomination	Valeur selon
Nombre annuel moyen d'événements dangereux dus aux impacts		
N_D	– sur la structure	Article A.2
N_M	– à proximité de la structure	Article A.3
N_L	– sur une ligne entrant dans la structure	Article A.4
N_I	– à proximité d'une ligne entrant dans la structure	Article A.4
N_{Da}	– sur la structure à l'extrémité "a" de la ligne (voir Figure 5)	Article A.2
Probabilité qu'un impact sur la structure causera		
P_A	– des blessures sur les êtres vivants	Article B.1
P_B	– des dommages physiques	Article B.2
P_C	– des défaillances des réseaux internes	Article B.3
Probabilité qu'un impact à proximité de la structure causera		
P_M	– des défaillances des réseaux internes	Article B.4
Probabilité qu'un impact sur une ligne causera		
P_U	– des blessures sur les êtres vivants	Article B.5
P_V	– des dommages physiques	Article B.6
P_W	– des défaillances des réseaux internes	Article B.7
Probabilité qu'un impact à proximité d'une ligne causera		
P_Z	– des défaillances des réseaux internes	Article B.8
Pertes dues à		
$L_A = L_U = r_a \times L_t$	– des blessures sur les êtres vivants	Article C.2
$L_B = L_V = r_p \times r_f \times h_z \times L_f$	– des dommages physiques	Articles C.2, C.3, C.4, C.5
$L_C = L_M = L_W = L_Z = L_o$	– des défaillances des réseaux internes	Articles C.2, C.3, C.5
NOTE Les valeurs de pertes L_t , L_f , L_o ; et les facteurs r_p , r_a , r_u , r_f réduisant la perte et le facteur h_z augmentant la perte sont indiqués à l'Annexe C et aux Tableaux C.2, C.3, C.4 et C.5.		

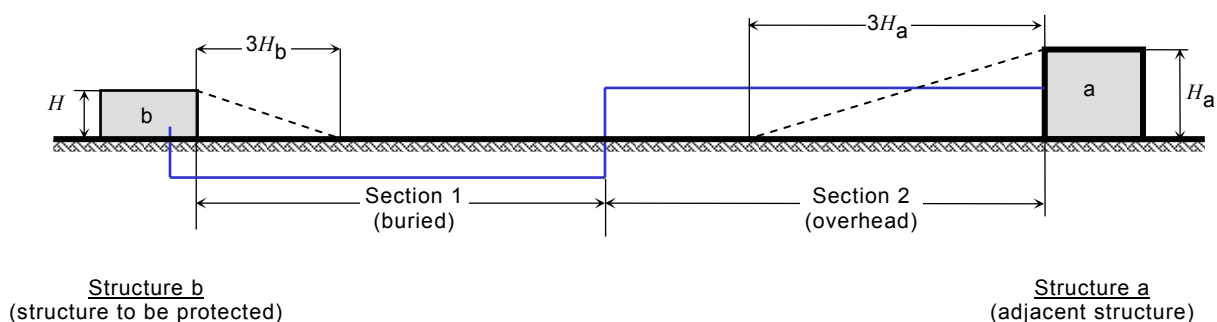


IEC 2086/05

Figure 5 – Structures aux extrémités de lignes: à l'extrémité «b» d'une structure à protéger (structure b) et à l'extrémité «a» d'une structure adjacente (structure a)

Table 8 – Parameters relevant to the assessment of risk components for a structure

Symbol	Denomination	Value according to
Average annual number of dangerous events due to flashes		
N_D	– to the structure	Clause A.2
N_M	– near the structure	Clause A.3
N_L	– to a line entering the structure	Clause A.4
N_I	– near a line entering the structure	Clause A.5
N_{Da}	– to the structure at “a” end of the line (see Figure 5)	Clause A.2
Probability that a flash to the structure will cause		
P_A	– injury to living beings	Clause B.1
P_B	– physical damage	Clause B.2
P_C	– failure of internal systems	Clause B.3
Probability that a flash near the structure will cause		
P_M	– failure of internal systems	Clause B.4
Probability that a flash to a line will cause		
P_U	– injury to living beings	Clause B.5
P_V	– physical damage	Clause B.6
P_W	– failure of internal systems	Clause B.7
Probability that a flash near a line will cause		
P_Z	– failure of internal systems	Clause B.8
Loss due to		
$L_A = L_U = r_a \times L_t$	– injury to living beings	Clause C.2
$L_B = L_V = r_p \times r_f \times h_z \times L_f$	– physical damage	Clauses C.2, C.3, C.4, C.5
$L_C = L_M = L_W = L_Z = L_o$	– failure of internal systems	Clauses C.2, C.3, C.5
NOTE Values of loss L_t , L_f , L_o ; factors r_p , r_a , r_u , r_f reducing the loss and factor h_z increasing the loss are given in Annex C and Tables C.2, C.3, C.4 and C.5.		

**Figure 5 – Structures at line ends: at “b” end the structure to be protected (structure b) and at “a” end an adjacent structure(structure a)**

6.6 Synthèse des composantes du risque dans une structure

Les composantes des risques dans les structures sont récapitulées dans le Tableau 9, en fonction des différents types de dommages et des différentes sources de dommages.

Tableau 9 – Composantes du risque dans une structure pour différents types de dommages causés par différentes sources

Source de dommage Dommage	S1 Impact sur une structure	S2 Impact à proximité d'une structure	S3 Impact sur un service entrant	S4 Impact à proximité d'un service	Risque résultant en fonction du type de dommage
D1 Blessures d'êtres vivants	$R_A = N_D \times P_A \times r_a \times L_t$		$R_U = (N_L + N_{Da}) \times P_U \times r_u \times L_t$		$R_S = R_A + R_U$
D2 Dommages physiques	$R_B = N_D \times P_B \times r_p \times h_z \times r_f \times L_f$		$R_V = (N_L + N_{Da}) \times P_V \times r_p \times h_z \times r_f \times L_f$		$R_F = R_B + R_V$
D3 Défaillance des réseaux électriques et électroniques	$R_C = N_D \times P_C \times L_o$	$R_M = N_M \times P_M \times L_o$	$R_W = (N_L + N_{Da}) \times P_W \times L_o$	$R_Z = (N_I - N_L) \times P_Z \times L_o$	$R_O = R_C + R_M + R_W + R_Z$
Risque résultant en fonction de la source de dommage	$R_D = R_A + R_B + R_C$	$R_I = R_M + R_U + R_V + R_W + R_Z$			

Si la structure est divisée en zones Z_S (voir 6.7), chaque composante de risque doit être évaluée pour chaque zone Z_S .

Le risque total R de la structure est la somme des composantes de risques associées aux zones Z_S qui constituent la structure.

6.7 Partition d'une structure en zones Z_S

Pour évaluer chaque composante du risque, la structure peut être divisée en parties présentant des caractéristiques homogènes (zones) Z_S . Toutefois, une structure peut être une zone unique ou être estimée comme telle.

Les zones Z_S sont essentiellement définies par

- le type de sol ou de plancher (composantes de risque R_A et R_U),
- les compartiments à l'épreuve du feu (composantes du risque R_B et R_V),
- les écrans spatiaux (composantes du risque R_C et R_M).

D'autres zones peuvent être définies selon

- la disposition des réseaux internes (composantes du risque R_C et R_M),
- des mesures de protection existantes ou à prévoir (toutes les composantes du risque),
- des valeurs de pertes L_X (toutes les composantes du risque).

Il convient que la partition de la structure en zones Z_S tienne compte de la faisabilité des mesures de protection les plus appropriées.

6.6 Summary of risk components in a structure

Risk components for structures are summarized in Table 9, according to different types of damage and different sources of damage.

Table 9 – Risk components for a structure for different types of damage caused by different sources

Source of damage Damage	S1 Lightning flash to a structure	S2 Lightning flash near a structure	S3 Lightning flash to an incoming service	S4 Lightning flash near a service	Resulting risk according to type of damage
D1 Injury to living beings	$R_A = N_D \times P_A \times r_a \times L_t$		$R_U = (N_L + N_{Da}) \times P_U \times r_U \times L_t$		$R_S = R_A + R_U$
D2 Physical damage	$R_B = N_D \times P_B \times r_p \times h_Z \times r_t \times L_f$		$R_V = (N_L + N_{Da}) \times P_V \times r_o \times h_Z \times r_t \times L_f$		$R_F = R_B + R_V$
D3 Failure of electrical and electronic systems	$R_C = N_D \times P_C \times L_o$	$R_M = N_M \times P_M \times L_o$	$R_W = (N_L + N_{Da}) \times P_W \times L_o$	$R_Z = (N_I - N_L) \times P_Z \times L_o$	$R_O = R_C + R_M + R_W + R_Z$
Resulting risk according to the source of damage	$R_D = R_A + R_B + R_C$	$R_I = R_M + R_U + R_V + R_W + R_Z$			

If the structure is partitioned in zones Z_S (see 6.7), each risk component shall be evaluated for each zone Z_S .

The total risk R of the structure is the sum of risks components relevant to the zones Z_S which constitute the structure.

6.7 Partitioning of a structure in zones Z_S

To assess each risk component, a structure could be divided into zones Z_S each having homogeneous characteristics. However, a structure may be, or may be assumed to be, a single zone.

Zones Z_S are mainly defined by

- type of soil or of floor (risk components R_A and R_U),
- fire proof compartments (risk components R_B and R_V),
- spatial shields (risk components R_C and R_M).

Further zones may be defined according to

- layout of internal systems (risk components R_C and R_M),
- protection measures existing or to be provided (all risk components),
- losses L_X values (all risk components).

Partitioning of the structure in zones Z_S should take into account the feasibility of the implementation of the most suitable protection measures.

6.8 Evaluation des composantes de risque dans une structure avec des zones Z_S

Les règles pour évaluer les composantes de risque sont fonction du type de risque.

6.8.1 Risques R_1 , R_2 et R_3

6.8.1.1 Structure avec une seule zone

Dans le cas d'une seule zone Z_S définie dans la structure coïncidant avec l'ensemble de la structure, conformément à 6.7, le risque R est la somme des composantes de risque R_X dans la structure. Pour l'évaluation des composantes de risque et le choix des paramètres appropriés, les règles suivantes s'appliquent:

- les paramètres relatifs au nombre N d'événements dangereux sont calculés conformément à l'Annexe A;
- les paramètres relatifs à la probabilité P de dommage sont calculés conformément à l'Annexe B.

De plus:

- Pour les composantes R_A , R_B , R_U , R_V , R_W et R_Z , seule une valeur est fixée pour chacun des paramètres. Si plusieurs valeurs sont applicables, la valeur la plus élevée doit être choisie.
- Pour les composantes R_C et R_M , si plus d'un réseau interne est impliqué dans la zone, les valeurs de P_C et P_M sont données par:

$$P_C = 1 - (1 - P_{C1}) \times (1 - P_{C2}) \times (1 - P_{C3}) \quad (29)$$

$$P_M = 1 - (1 - P_{M1}) \times (1 - P_{M2}) \times (1 - P_{M3}) \quad (30)$$

ou P_{Ci} , P_{Mi} sont les paramètres relatifs aux réseaux internes i .

- Pour les paramètres relatifs aux pertes L , on doit calculer L conformément à l'Annexe C.
- Les valeurs moyennes typiques de l'Annexe C peuvent être prises par défaut pour la zone selon l'utilisation de la structure.

A l'exception de P_C et de P_M , si plus d'une valeur de tout autre paramètre existe dans une zone, la valeur du paramètre conduisant à la valeur la plus élevée du risque doit être prise.

Le fait de supposer une seule zone dans la structure peut conduire à des mesures de protection onéreuses car il faut étendre chaque mesure à l'ensemble de la structure.

6.8.1.2 Structure à zones multiples

Dans ce cas, la structure est divisée en zones Z_S . Le risque pour la structure est la somme des risques relatifs à toutes les zones de la structure; dans chaque zone, le risque est la somme des composantes de risque de la zone.

Pour l'évaluation des composantes de risque et le choix des paramètres appropriés, les règles de 6.8.1.1 s'appliquent.

Pour la répartition de la structure en zones, le concepteur doit prendre en compte les caractéristiques de chaque partie de la structure pour l'évaluation des composantes de risque et doit choisir les mesures de protection appropriées zone par zone, afin de réduire le coût total de la protection contre la foudre.

6.8 Assessment of risk components in a structure with zones Z_S

Rules to evaluate the risk components depends on the type of risk.

6.8.1 Risks R_1 , R_2 and R_3

6.8.1.1 Single zone structure

In this case only one zone Z_S made up of the entire structure is defined. According to 6.7, the risk R is the sum of risk components R_X in the structure. For the evaluation of risk components and the selection of the relevant parameters involved, the following rules apply:

- parameters relevant to the number N of dangerous events shall be evaluated according to Annex A;
- parameters relevant to the probability P of damage shall be evaluated according to Annex B.

Moreover:

- For components R_A , R_B , R_U , R_V , R_W and R_Z , only one value is to be fixed for each parameter involved. Where more than one value is applicable, the highest one shall be chosen.
- For components R_C and R_M , if more than one internal system is involved in the zone, values of P_C and P_M are given by:

$$P_C = 1 - (1 - P_{C1}) \times (1 - P_{C2}) \times (1 - P_{C3}) \quad (29)$$

$$P_M = 1 - (1 - P_{M1}) \times (1 - P_{M2}) \times (1 - P_{M3}) \quad (30)$$

where P_{Ci} , and P_{Mi} are parameters relevant to internal system i .

- Parameters relevant to the amount L of loss shall be evaluated according to Annex C.

The typical mean values derived from Annex C may be assumed for the zone, according to the use of the structure.

With the exception made for P_C and P_M , if more than one value of any other parameter exists in a zone, the value of the parameter leading to the highest value of risk is to be assumed.

Defining the structure with a single zone may lead to expensive protection measures because each measure must extend to the entire structure.

6.8.1.2 Multi-zone structure

In this case, the structure is divided into multiple zones Z_S . The risk for the structure is the sum of the risks relevant to all zones of the structure; in each zone, the risk is the sum of all relevant risk components in the zone.

For the evaluation of risk components and the selection of the relevant parameters involved, the rules of 6.8.1.1 apply.

Dividing a structure into zones allows the designer to take into account the peculiar characteristics of each part of the structure in the evaluation of risk components and to select the most suitable protection measures tailored zone by zone, reducing the overall cost of protection against lightning.

6.8.2 Risque R_4

Que la protection contre la foudre soit nécessaire ou non, afin de réduire les risques R_1 , R_2 , et R_3 , il est utile d'évaluer les conséquences économiques des mesures de protection afin de réduire le risque R_4 de perte économique.

Les points pour lesquels l'évaluation du risque R_4 est à effectuer, doivent être définis selon

- l'ensemble de la structure;
- une partie de la structure;
- une installation intérieure;
- une partie d'installation intérieure;
- un matériel;
- un bien particulier de la structure.

Le coût des pertes dans une zone doit être évalué conformément à l'Annexe G. Le coût des pertes pour la structure est la somme des coûts des pertes des zones de la structure.

7 Evaluation des composantes du risque pour les services

7.1 Equation de base

Chaque composante de risque R'_V , R'_W , R'_Z , R'_B et R'_C , comme expliqué à l'Article 4, peut être exprimée par l'équation générale suivante:

$$R'_X = N_X \times P'_X \times L'_X \quad (31)$$

où

N_X est le nombre d'événements dangereux (voir aussi l'Annexe A);

P'_X est la probabilité de dommages (voir aussi l'Annexe D);

L'_X est la perte consécutive (voir aussi l'Annexe E).

7.2 Evaluation des composantes du risque dû aux impacts sur un service (S3)

Pour l'évaluation des composantes de risque associées aux impacts de foudre sur le service, les relations suivantes s'appliquent:

- composantes associées aux dommages physiques (D2)

$$R'_V = N_L \times P'_V \times L'_V \quad (32)$$

- composantes associées aux défaillances des matériels connectés (D3)

$$R'_W = N_L \times P'_W \times L'_W \quad (33)$$

Les paramètres pour l'évaluation de ces composantes de risques sont indiqués dans le Tableau 10.

7.3 Evaluation des composantes du risque dû aux impacts à proximité d'un service (S4)

Pour l'évaluation des composantes de risque associées aux impacts de foudre à proximité du service, les relations suivantes s'appliquent:

6.8.2 Risk R_4

Whether or not there is need to determine protection to reduce risks R_1 , R_2 , and R_3 , it is useful to evaluate the economic convenience in adopting protection measures in order to reduce the risk R_4 of economic loss.

The items for which the assessment of risk R_4 is to be performed shall be defined from:

- the whole structure;
- a part of the structure;
- an internal installation;
- a part of an internal installation;
- a piece of equipment;
- the contents in the structure .

The cost of loss in a zone shall be evaluated according to Annex G. The overall cost of loss for the structure is the sum of the cost of loss of all zones.

7 Assessment of risk components for a service

7.1 Basic equation

Each risk component R'_V , R'_W , R'_Z , R'_B and R'_C , as described in Clause 4, may be expressed by the following general equation:

$$R'_X = N_X \times P'_X \times L'_X \quad (31)$$

where

N_X is the number of dangerous events (see also Annex A);

P'_X is the probability of damage to a service (see also Annex D);

L'_X is the consequent loss (see also Annex E).

7.2 Assessment of components due to flashes to the service (S3)

For evaluation of the risk components related to lightning flashes to a service, the following relationships apply:

- component related to physical damage (D2)

$$R'_V = N_L \times P'_V \times L'_V \quad (32)$$

- component related to failure of connected equipment (D3)

$$R'_W = N_L \times P'_W \times L'_W \quad (33)$$

Parameters to assess these risk components are given in Table 10.

7.3 Assessment of risk component due to flashes near the service (S4)

For evaluation of the risk component related to lightning flashes near a service, the following relationship applies:

- composantes associées aux défaillances des matériels connectés (D3)

$$R'_Z = (N_I - N_L) P'_Z L'_Z \tag{34}$$

Les paramètres pour l'évaluation de ces composantes de ce risque sont indiqués dans le Tableau 10.

Pour l'évaluation, si $(N_I - N_L) < 0$, on estime que $(N_I - N_L) = 0$.

7.4 Evaluation des composantes du risque dû aux impacts sur les structures connectées au service (S1)

Pour l'évaluation des composantes du risque associé aux impacts sur chaque structure connectée au service, la relation suivante s'applique à la section du service connecté à la structure:

- composantes associées aux dommages physiques (D2)

$$R'_B = N_D P'_B L'_B \tag{35}$$

- composantes associées aux défaillances des matériels D3)

$$R'_C = N_D \times P'_C \times L'_C \tag{36}$$

Les paramètres pour l'évaluation de ces composantes de ce risque sont indiqués dans le Tableau 10.

Tableau 10 – Paramètres associés à l'évaluation des composantes de risque pour les services

Symbole	Dénomination	Valeur selon
Nombre annuel moyen d'impacts		
N_D	- sur la structure connectée au service	Article A.2
N_L	- sur le service	Article A.4
N_I	- à proximité du service	Article A.5
Probabilité qu'un impact sur la structure adjacente causera		
P'_B	- des dommages physiques	Paragraphe D.1.1
P'_C	- des défaillances du service connecté	Paragraphe D.1.1
Probabilité qu'un impact sur le service causera		
P'_V	- des dommages physiques	Paragraphe D.1.2
P'_W	- des défaillances du service connecté	Paragraphe D.1.2
Probabilité qu'un impact à proximité d'un service causera		
P'_Z	- des défaillances du service connecté	Paragraphe D.1.3
Pertes dues		
$L'_B = L'_V = L'_f$	- aux dommages physiques	Tableau E.1, Equation (E.2)
$L'_C = L'_W = L'_Z = L'_0$	- des défaillances du service connecté	Tableau E.1, Equation (E.3)

7.5 Synthèse des composantes du risque dans un service

Les composantes des risques dans les services sont récapitulées dans le Tableau 11, en fonction des différents types de dommages et des différentes sources de dommages.

- component related to failure of connected equipments (D3)

$$R'_Z = (N_I - N_L) P'_Z L'_Z \quad (34)$$

Parameters to assess this risk component are given in Table 10.

For the purpose of this assessment, if $(N_I - N_L) < 0$, then $(N_I - N_L) = 0$ it shall be assumed.

7.4 Assessment of risk components due to flashes to structures to which the service is connected (S1)

For evaluation of risk components related to lightning flashes to each structure to which a service is connected, the following relationship applies for the section of service connected to the structure:

- component related to physical damage (D2)

$$R'_B = N_D P'_B L'_B \quad (35)$$

- component related to failures of equipment (D3)

$$R'_C = N_D \times P'_C \times L'_C \quad (36)$$

Parameters to assess this risk component are given in Table 10.

Table 10 – Parameters relevant to the assessment of risk components for a service

Symbol	Denomination	Value according to
Average annual number of flashes		
N_D	– to the structure connected to the service	Clause A.2
N_L	– to the service	Clause A.4
N_I	– near the service	Clause A.5
Probability that a flash to the adjacent structure will cause		
P'_B	– physical damage	Subclause D.1.1
P'_C	– failures of service equipment	Subclause D.1.1
Probability that a flash to the service will cause		
P'_V	– physical damage	Subclause D.1.2
P'_W	– failures of service equipment	Subclause D.1.2
Probability that a flash near a service will cause		
P'_Z	– failures of service equipment	Subclause D.1.3
Loss due to		
$L'_B = L'_V = L'_I$	– physical damage	Table E.1, Equation (E.2)
$L'_C = L'_W = L'_Z = L'_O$	– failures of service equipment	Table E.1, Equation (E.3)

7.5 Summary of risk components for a service

Risk components for a service are summarized in Table 11, according to different types and sources of damage.

Tableau 11 – Composantes du risque dans un service pour différents types de dommages causés par différentes sources

Source de dommage / Dommage	S3 Impact sur un service	S4 Impact à proximité d'un service	S1 Impact sur une structure	Risque résultant en fonction du type de dommage
D2 Dommages physiques	$R'_V = N_L \times P'_V \times L'_V$		$R'_B = N_D \times P'_B \times L'_B$	$R_F = R'_V + R'_B$
D3 Défaillance des réseaux électriques et électroniques	$R'_W = N_L \times P'_W \times L'_W$	$R'_Z = (N_{li} - N_{li}) \times P'_Z \times L'_o$	$R'_C = N_D \times P'_C \times L'_C$	$R_O = R'_Z + R'_W + R'_C$
Risque résultant en fonction de la source de dommage	$R_D = R'_V + R'_W$	$R_I = R'_Z + R'_B + R'_C$		

Si le service est divisé en sections S_S (voir 7.6), les composantes de risque R'_V , R'_W et R'_Z du service doivent être évaluées comme la somme des composantes appropriées du risque de chaque section du service.

La composante du risque R'_Z doit être calculée pour chaque point de transition (voir la CEI 62305-5) du service et la valeur la plus élevée doit être prise comme valeur de R'_Z .

NOTE Des informations détaillées pour les lignes de communication sont données dans la Recommandation UIT K.46.

Les composantes du risque R'_B , R'_C du service doivent être évaluées comme la somme des composantes appropriées du risque pour chaque structure connectée au service.

Le risque total R du service est la somme des composantes du risque R'_B , R'_C , R'_V , R'_W et R'_Z .

7.6 Partition d'un service en sections S_S

Pour l'évaluation de chaque composante du risque, un service peut être divisé en sections S_S . Toutefois, un service peut être constitué d'une section unique ou estimée comme telle.

Pour toutes les composantes du risque (R'_B , R'_C , R'_V , R'_W , R'_Z), les sections S_S sont essentiellement définies par:

- type de service (aérien ou enterré);
- facteurs affectant la surface équivalente d'exposition (C_d, C_e, C_t);
- caractéristiques du service (type d'isolation de câble, résistance d'écran).

D'autres sections peuvent être définies selon:

- le type d'appareil connecté;
- des mesures de protection existantes ou à prévoir.

Il convient que la partition du service en sections tienne compte de la faisabilité des mesures de protection les plus appropriées.

Si plus d'une valeur d'un paramètre est obtenue dans une section, la valeur la plus défavorable doit être choisie.

L'opérateur ou le propriétaire du réseau du service doit évaluer le montant relatif des pertes attendues du service par années. Si cette évaluation ne peut pas être réalisée, des valeurs représentatives sont suggérées à l'Annexe E.

Table 11 – Risk components for a service for different types of damage caused by different sources

Source of damage Type of damage	S3 Lightning flash to a service	S4 Lightning flash near a service	S1 Lightning flash to a structure	Resulting risk according to the type of damage
D2 Physical damage	$R'_V = N_L \times P'_V \times L'_V$		$R'_B = N_D \times P'_B \times L'_B$	$R_F = R'_V + R'_B$
D3 Failure of electrical and electronic systems	$R'_W = N_L \times P'_W \times L'_W$	$R'_Z = (N_I - N_L) \times P'_Z \times L'_Z$	$R'_C = N_D \times P'_C \times L'_C$	$R_O = R'_Z + R'_W + R'_C$
Resulting risk according to the source of damage	$R_D = R'_V + R'_W$	$R_I = R'_Z + R'_B + R'_C$		

If the service is partitioned into sections S_S (see 7.6), the risk components R'_V , R'_W and R'_Z of the service shall be evaluated as the sum of the relevant risk components of each section of the service.

The risk component R'_Z shall be evaluated in each transition point (see IEC 62305-5) of the service and the highest value shall be assumed as the value of R'_Z .

NOTE Detailed information for TLC lines are given in Recommendation ITU K.46.

The risk components R'_B and R'_C of the service shall be evaluated as the sum of the relevant risk components of each structure connected to the service.

The total risk R of the service is the sum of risk components R'_B , R'_C , R'_V , R'_W and R'_Z .

7.6 Partitioning of a service into sections S_S

To assess each risk component, the service could be divided into sections S_S . However a service may be, or may be assumed to be, a single section.

For all risk components (R'_B , R'_C , R'_V , R'_W , R'_Z), sections S_S are mainly defined by:

- type of service (aerial or buried);
- factors affecting the collection area (C_d , C_e , C_t);
- characteristics of service (type of cable insulation, shield resistance).

Further sections may be defined according to:

- type of connected apparatus;
- protection measures existing or to be provided.

Partitioning of a service into sections should take into account the feasibility of implementation of the most suitable protection measures.

If more than one value of a parameter exists in a section, the value leading to the highest value of risk is to be assumed.

The network operator or the owner of the service shall evaluate the relative amount of expected loss of service per year. If this evaluation cannot be carried out, representative values are suggested in Annex E.

Annexe A (informative)

Evaluation du nombre annuel N d'événements dangereux

A.1 Généralités

Le nombre annuel N de coups de foudre dangereux intéressant un objet à protéger dépend de l'activité orageuse de la région où se situe l'objet et de ses caractéristiques physiques. Il est généralement admis d'évaluer le nombre N en multipliant la densité de foudroiement (N_g) par la surface équivalente de l'objet et en prenant en compte le facteur de correction des caractéristiques physiques de l'objet.

La densité de foudroiement N_g , est le nombre de coups par km² et par an. Cette valeur peut être obtenue auprès des réseaux de localisation des coups de foudre au sol dans la plupart des régions du monde.

NOTE Si la carte de N_g n'est pas disponible, il peut être estimé, dans les régions tempérées, comme suit:

$$N_g \approx 0,1 T_d \quad (\text{A.1})$$

où T_d , est le nombre de jours d'orage par an (peut être obtenu à partir des cartes cérauniques).

Les événements qui peuvent être considérés comme dangereux pour une structure à protéger sont

- les impacts sur la structure,
- les impacts à proximité de la structure,
- les impacts sur un service entrant,
- les impacts à proximité d'un service entrant,
- les impacts sur une structure connectée à un service.

Les événements qui peuvent être considérés comme dangereux pour un service à protéger sont

- les impacts sur le service,
- les impacts à proximité dus service,
- les impacts sur la structure connectée au service.

A.2 Evaluation du nombre annuel moyen des événements dangereux dus aux coups de foudre sur une structure N_D et sur une structure connectée à l'extrémité "a" d'une ligne N_{Da}

A.2.1 Détermination de la surface équivalente A_d

Pour des structures isolées en terrain plat, la surface équivalente d'exposition A_d est la zone définie par l'intersection entre la surface du sol et une droite avec une pente d'1/3 qui passe par les parties les plus élevées de la structure (en les touchant à cet endroit) et en tournant autour de celle-ci. Une évaluation de A_d peut être réalisée par une méthode graphique ou mathématique.

Annex A (informative)

Assessment of annual number N of dangerous events

A.1 General

The average annual number N of dangerous events due to lightning flashes influencing an object to be protected depends on the thunderstorm activity of the region where the object is located and on the object's physical characteristics. To calculate the number N , it is generally accepted to multiply the lightning ground flash density N_g by an equivalent collection area of the object and by taking into account correction factors for object's physical characteristics.

The lightning ground flash density N_g is the number of lightning flashes per km² per year. This value is available from ground flash location networks in many areas of the world.

NOTE If a map of N_g is not available, in temperate regions it may be estimated by:

$$N_g \approx 0,1 T_d \quad (\text{A.1})$$

where T_d is the thunderstorm days per year (which can be obtained from isokeraunic maps).

Events that may be considered as dangerous for a structure to be protected are

- flashes to the structure,
- flashes near the structure,
- flashes to a service entering the structure,
- flashes near a service entering the structure,
- flashes to a structure to which a service is connected.

Events that may be considered as dangerous for a service to be protected are

- flashes to the service,
- flashes near the service,
- flashes to the structure to which the service is connected.

A.2 Assessment of the average annual number of dangerous events due to flashes to a structure N_D and to a structure connected at "a" end of a line N_{Da}

A.2.1 Determination of the collection area A_d

For isolated structures on flat ground, the collection area A_d is the area defined by the intersection between the ground surface and a straight line with 1/3 slope which passes from the upper parts of the structure (touching it there) and rotating around it. Determination of the value of A_d may be performed graphically or mathematically.

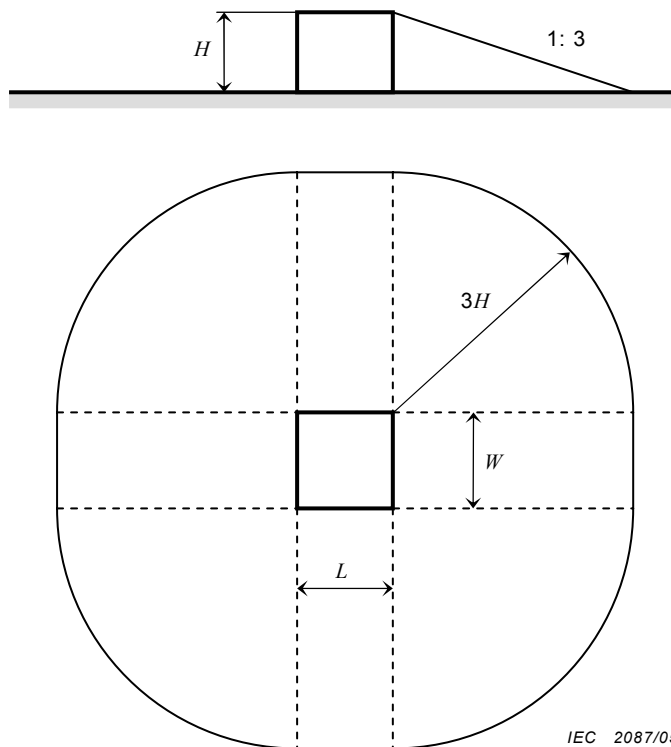
Structure rectangulaire

Pour une structure rectangulaire isolée de longueur L , de largeur W et de hauteur H sur un sol plat, la surface équivalente d'exposition est égale à:

$$A_d = L \times W + 6 \times H \times (L + W) + 9 \times \pi \times (H)^2 \tag{A.2}$$

avec L , W et H exprimés en mètres (voir la Figure A.1).

NOTE Une évaluation plus précise pourrait être obtenue en tenant compte de la hauteur relative de la structure par rapport aux objets qui l'entourent ou au sol à une distance de $3H$ de la structure.



IEC 2087/05

Figure A.1 – Surface équivalente d'exposition A_d d'une structure isolée

A.2.1.1 Structure complexe

Si la structure a une forme complexe, par exemple avec toiture en pointe élevée (voir Figure A.2), il convient d'utiliser une méthode graphique pour évaluer A_d (voir Figure A.3), car les différences entre la dimension maximale A_{dmax} et la dimension minimale A_{dmin} peuvent se révéler trop importantes (voir Tableau A.1).

Une valeur approximative acceptable de la surface équivalente est le maximum entre A_{dmin} et la surface équivalente attribuée à la toiture en pointe élevée A'_d . A'_d peut être calculé avec:

$$A'_d = 9\pi \times (H_p)^2 \tag{A.3}$$

où H_p est la hauteur de la pointe.

Les différentes valeurs de la surface équivalente d'exposition selon la méthode d'évaluation précédente sont données au Tableau A.1.

Rectangular structure

For an isolated rectangular structure with length L , width W , and height H on a flat ground, the collection area is then equal to

$$A_d = L \times W + 6 \times H \times (L + W) + 9 \times \pi \times (H)^2 \quad (\text{A.2})$$

with L , W and H expressed in metres (see Figure A.1).

NOTE A more precise evaluation could be obtained considering the relative height of the structure with respect to the surrounding objects or the soil within a distance of $3H$ from the structure.

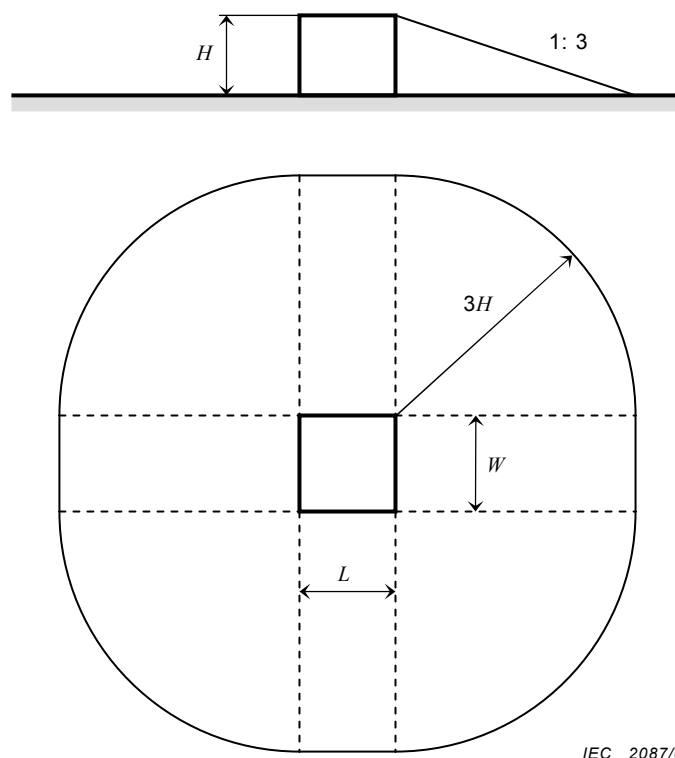


Figure A.1 – Collection area A_d of an isolated structure

A.2.1.1 Complex shaped structure

If the structure has a complex shape such as elevated roof protrusions (see Figure A.2), a graphic method should be used to evaluate A_d (see Figure A.3), because the differences may be too great if the maximum ($A_{d\max}$) or minimum ($A_{d\min}$) dimensions are used (see Table A.1)

An acceptable approximate value of the collection area is the maximum between $A_{d\min}$ and the collection area attributed to the elevated roof protrusion A_d' . A_d' may be calculated by:

$$A_d' = 9\pi \times (H_p)^2 \quad (\text{A.3})$$

where H_p is the height of protrusion.

The different values of collection area according to the above methods are given in Table A.1.

Tableau A.1 – Valeurs de la surface équivalente selon la méthode d'évaluation

	Méthode graphique	Structure (dimensions max.)	Structure (dimensions min.)	Pointe H_p
Dimensions m (L, l, H)	Voir Figure A.2	70 × 30 × 40	70 × 30 × 25	40
m ²	$A_d = 47\ 700$	$A_{dmax} = 71\ 316$	$A_{dmin} = 34\ 770$ Voir Figure A.3	$A'_d = 45\ 240$ Voir Figure A.3

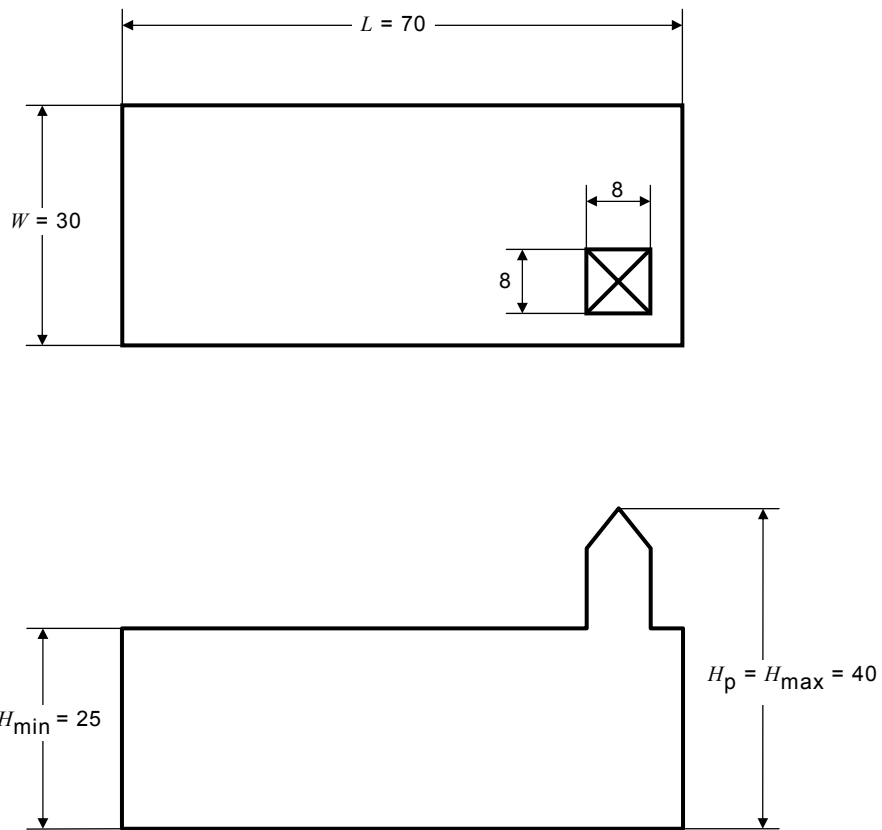
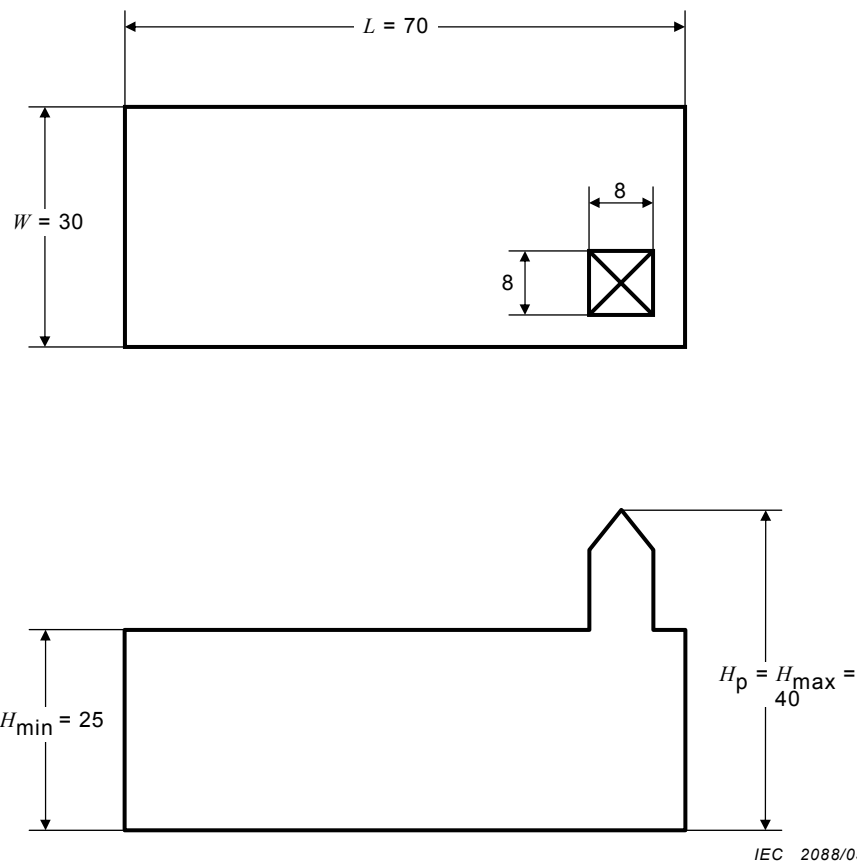


Figure A.2 – Structure de forme complexe

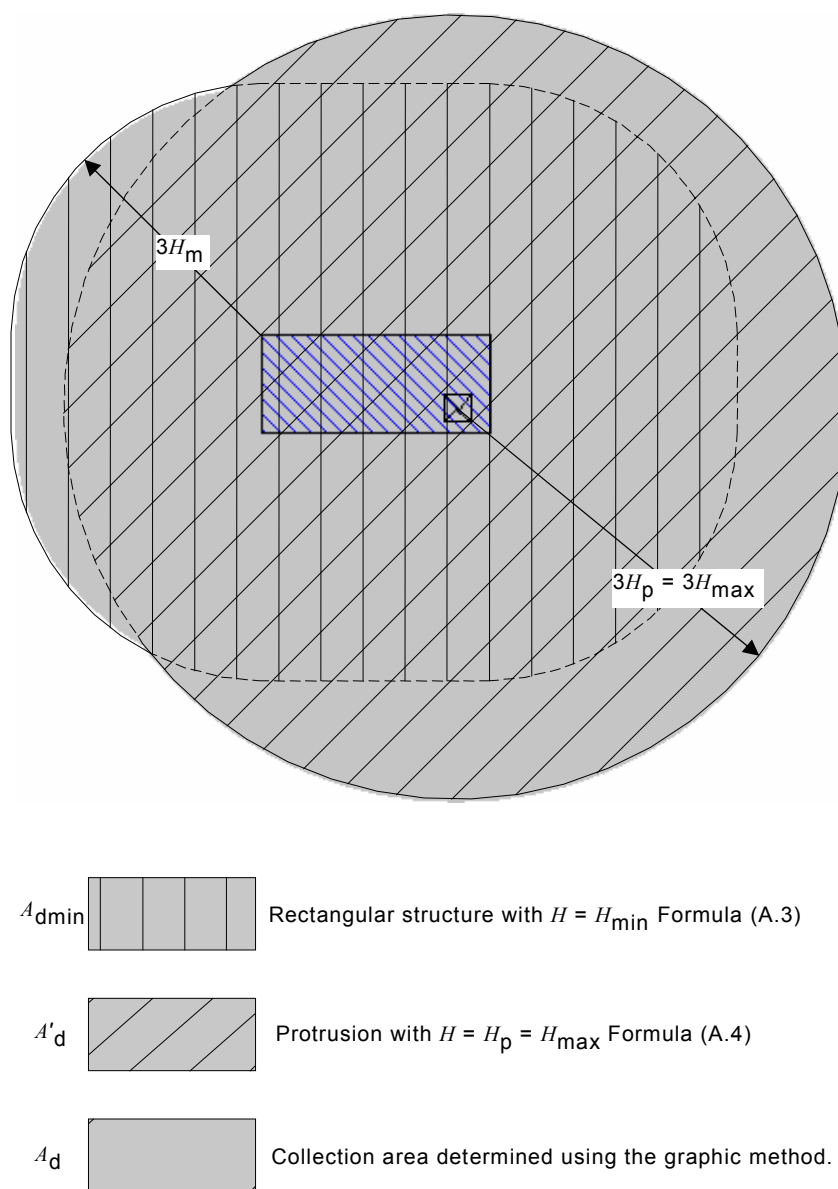
Table A. 1 – Values of collection area depending on the evaluation method

	Graphic method	Structure (maximum dimensions)	Structure (minimum dimensions)	Protrusion H_p
Structure dimensions m (L, W, H)	See Figure A.2	70 × 30 × 40	70 × 30 × 25	40
m ²	$A_d = 47\,700$	$A_{dmax} = 71\,316$	$A_{dmin} = 34\,770$ See Figure A.3	$A_{d'} = 45\,240$ See Figure A.3



IEC 2088/05

Figure A.2 – Complex shape structure



IEC 2089/05

Figure A.3 – Différentes méthodes de détermination de la zone équivalente d'exposition de la structure de la Figure A.2

A.2.1.2 Structure faisant partie d'un bâtiment

Lorsque la structure S à considérer correspond à une seule partie d'un bâtiment B, les dimensions de la structure S peuvent être utilisées dans l'évaluation de A_d si les conditions suivantes sont remplies (voir Figure A.4):

- la structure S est une partie verticale séparée du bâtiment B;
- le bâtiment B est une structure sans risque d'explosion;
- la propagation du feu entre la structure S et d'autres parties du bâtiment B est évitée au moyen de parois présentant une résistance au feu de 120 min (REI 120) ou au moyen d'autres mesures de protection équivalente;
- la propagation des surtensions le long des lignes communes, s'il y en a, est évitée au moyen d'un parafoudre installé au point d'entrée de telles lignes dans la structure ou au moyen d'autres mesures de protection équivalentes.

NOTE Pour la définition et des informations sur REI, voir le Journal Officiel des Communautés Européennes 1994/28/02, n.C 62/63.

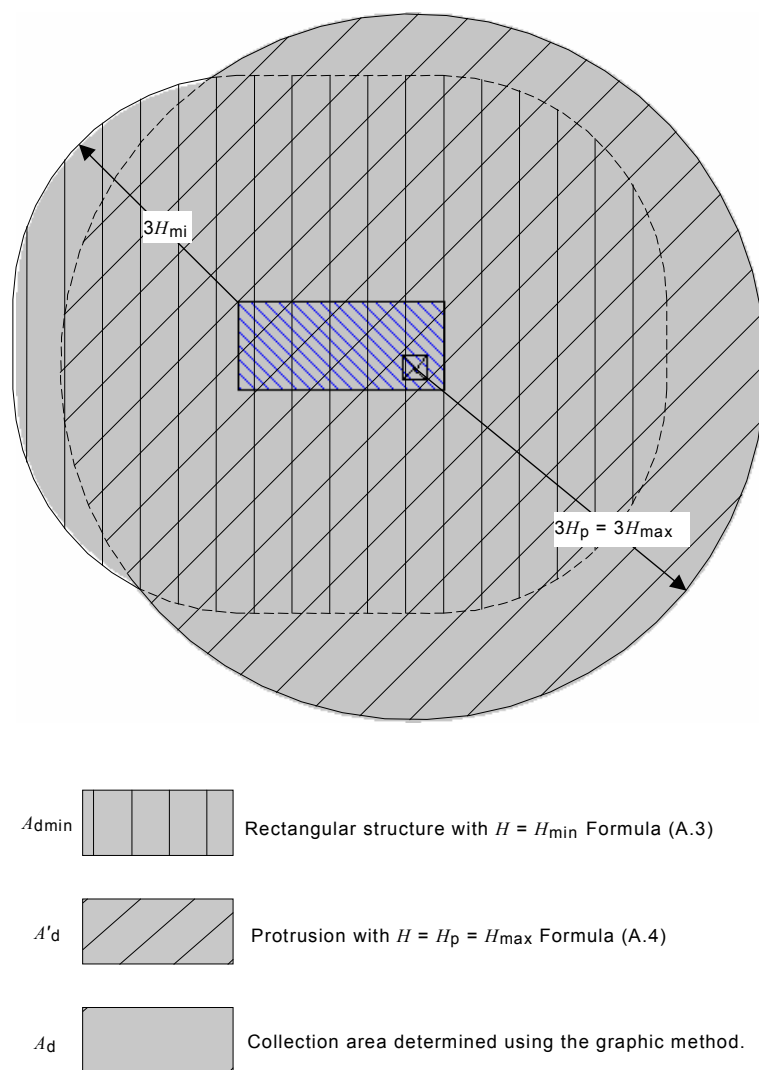


Figure A.3 – Different methods to determine the collection area for the structure of Figure A.2

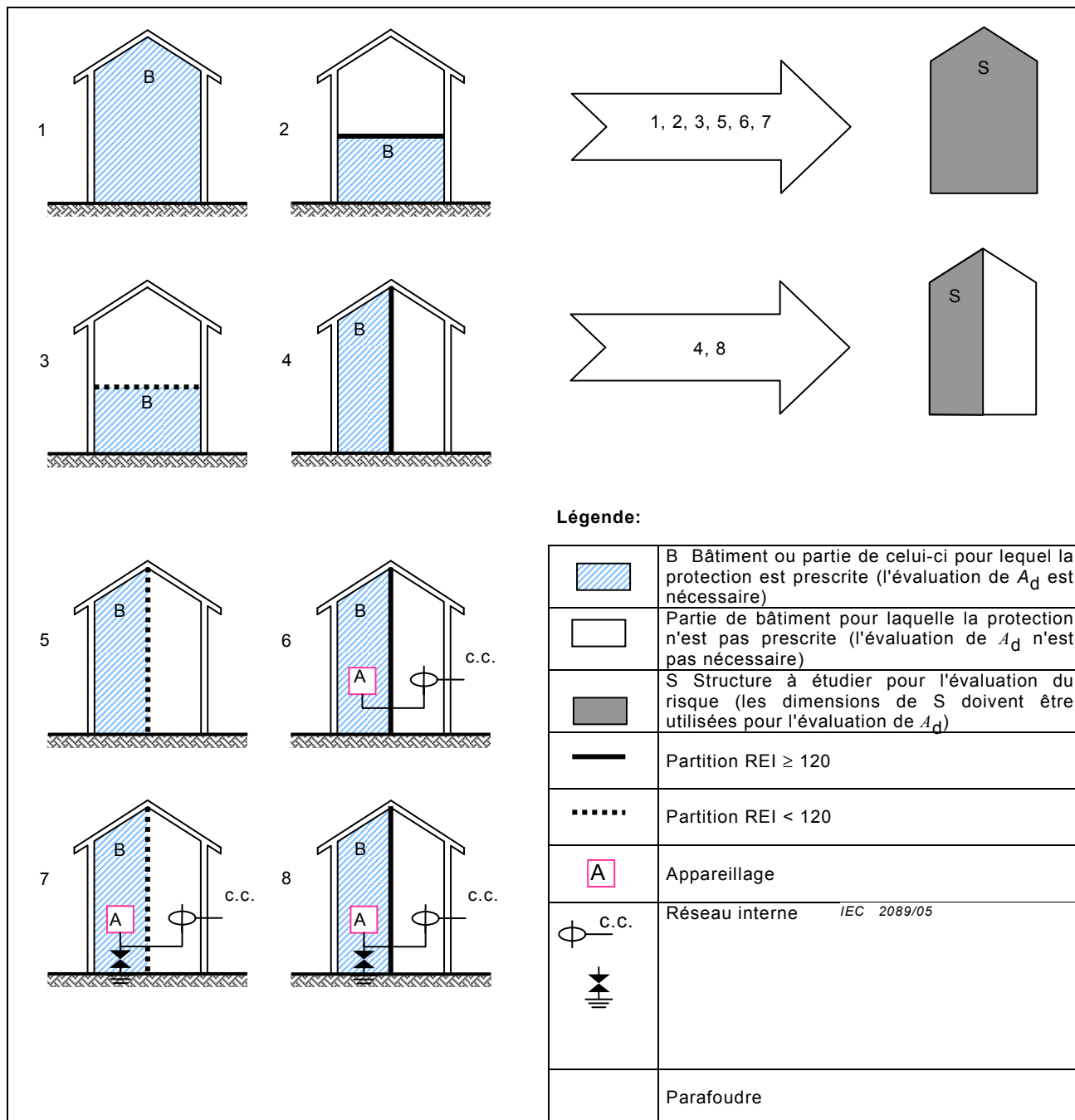
A.2.1.2 Structure as a part of a building

Where the structure S to be considered consists of only a part of a building B, the dimensions of structure S may be used in evaluation of A_d provided that the following conditions are fulfilled (see Figure A.4):

- the structure S is a separated vertical part of the building B;
- the building B does not have a risk of explosion;
- propagation of fire between the structure S and other parts of the building B is avoided by means of walls with resistance to fire of 120 min (REI 120) or by means of other equivalent protection measures;
- propagation of overvoltages along common lines, if any, is avoided by means of SPD installed at the entrance point of such lines in the structure or by means of other equivalent protection measure.

NOTE For definition and information on REI see Official Journal of European Union, 1994/28/02, n. C 62/63.

Lorsque ces conditions sont satisfaites, les dimensions de l'ensemble du bâtiment B doivent être utilisées.



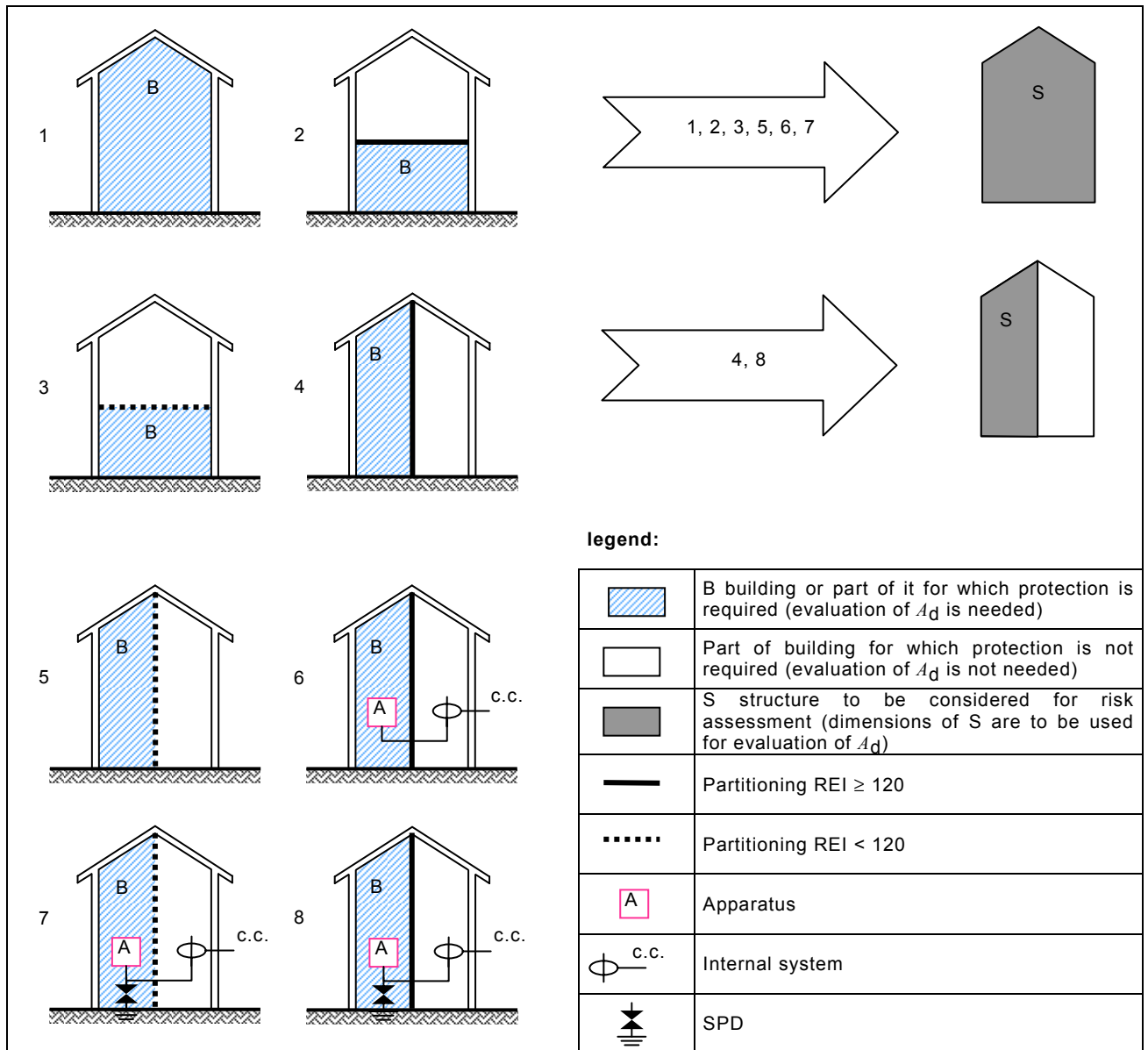
IEC 2090/05

Figure A.4 – Structure à considérer pour l'évaluation de la surface équivalente d'exposition A_d

A.2.2 Emplacement relatif d'une structure

L'emplacement relatif d'une structure dépend des objets environnants ou de l'exposition de la structure pris en compte par un facteur d'emplacement C_d (voir Tableau A.2).

Where these conditions are not fulfilled, the dimensions of the whole building B should be used.



IEC 2090/05

Figure A.4 – Structure to be considered for evaluation of collection area A_d

A.2.2 Relative location of the structure

The relative location of the structure, compensating for surrounding objects or an exposed location, will be taken into account by a location factor C_d (see Table A.2).

Tableau A.2 – Facteur d'emplacement C_d

Emplacement relatif	C_d
Objet entouré par des objets plus hauts ou des arbres	0,25
Objets entourés par des objets ou des arbres de la même hauteur ou plus petits	0,5
Objet isolé: pas d'autres objets à proximité	1
Objet isolé au sommet d'une colline ou sur un monticule	2

A.2.3 Nombre d'événements dangereux N_D pour une structure (extrémité «b» d'un service)

N_D peut être évalué comme le produit:

$$N_D = N_g \times A_{d/b} \times C_{d/b} \times 10^{-6} \quad (\text{A.4})$$

où

N_g est la densité de foudroiement (1//km²/an);

$A_{d/b}$ est la surface équivalente d'exposition de la structure isolée (m²) (voir Figure A.1);

$C_{d/b}$ est le facteur prenant en compte l'influence de l'emplacement relatif de l'objet à protéger (voir Tableau A.2).

A.2.4 Nombre d'événements dangereux N_{Da} pour une structure adjacente (extrémité «a» d'un service)

Le nombre annuel moyen d'événements dangereux N_{Da} dus à des impacts sur une structure à l'extrémité «a» d'une ligne (voir 6.5 et Figure 5) peut être évalué comme le produit:

$$N_{Da} = N_g \times A_{d/a} \times C_{d/a} \times C_t \times 10^{-6} \quad (\text{A.5})$$

où

N_g est la densité de foudroiement (1//km²/an);

$A_{d/a}$ est la surface équivalente d'exposition de la structure isolée adjacente (m²) (voir Figure A.1);

$C_{d/a}$ est le facteur prenant en compte l'influence de l'emplacement de la structure adjacente (voir Tableau A.2);

C_t est le facteur de correction dû à la présence d'un transformateur HT/BT sur le service auquel la structure est connectée, situé entre le point d'impact et la structure (voir Tableau A.4). Ce facteur s'applique aux sections de lignes en amont du transformateur selon la structure.

A.3 Evaluation des événements annuels moyens dangereux dus aux coups de foudre à proximité d'une structure N_M

N_M peut être évalué comme le produit:

$$N_M = N_g \times (A_m - A_{d/b} C_{d/b}) \times 10^{-6} \quad (\text{A.6})$$

où

N_g est la densité de foudroiement (coups/km²/an);

A_m est la zone d'influence pour les impacts à proximité d'une structure (m²).

Table A.2 – Location factor C_d

Relative location	C_d
Object surrounded by higher objects or trees	0,25
Object surrounded by objects or trees of the same heights or smaller	0,5
Isolated object: no other objects in the vicinity	1
Isolated object on a hilltop or a knoll	2

A.2.3 Number of dangerous events N_D for a structure (“b” end of a service)

N_D may be evaluated as the product:

$$N_D = N_g \times A_{d/b} \times C_{d/b} \times 10^{-6} \quad (\text{A.4})$$

where

N_g is the lightning ground flash density (1/km²/year);

$A_{d/b}$ is the collection area of the isolated structure (m²) (see Figure A.1);

$C_{d/b}$ is the location factor of the structure (see Table A.2).

A.2.4 Number of dangerous events N_{Da} for an adjacent structure (“a” end of a service)

The average annual number of dangerous events due to flashes to a structure at “a” end of a line N_{Da} (see 6.5 and Figure 5) may be evaluated as the product:

$$N_{Da} = N_g \times A_{d/a} \times C_{d/a} \times C_t \times 10^{-6} \quad (\text{A.5})$$

where

N_g is the lightning ground flash density (1/km²/year);

$A_{d/a}$ is the collection area of the isolated adjacent structure (m²) (see Figure A.1);

$C_{d/a}$ is the location factor of the adjacent structure (see Table A.2);

C_t is the correction factor for the presence of a HV/LV transformer on the service to which the structure is connected, located between the point of strike and the structure (see Table A.4). This factor applies to line sections upstream from the transformer with respect to the structure.

A.3 Assessment of the average annual number of dangerous events due to flashes near a structure N_M

N_M may be evaluated as the product:

$$N_M = N_g \times (A_m - A_{d/b} C_{d/b}) \times 10^{-6} \quad (\text{A.6})$$

where

N_g is the lightning ground flash density (flash/km²/year);

A_m is the collection area of flashes striking near the structure (m²).

La zone d'influence d'une structure A_m s'étend jusqu'à une ligne distante de 250 m de la périphérie de la structure (voir Figure A.5).

Si $N_M < 0$, $N_M = 0$ doit être utilisé pour l'évaluation.

A.4 Evaluation du nombre annuel moyen des événements dangereux dus aux coups de foudre sur un service N_L

Pour le service d'une seule section, N_L peut être évalué par:

$$N_L = N_g \times A_1 \times C_d \times C_t \times 10^{-6} \quad (\text{A.7})$$

où

N_g est la densité de foudroiement (nombre de coups/km² /an);

A_1 est la surface équivalente d'exposition des coups de foudre sur le service (m²) (voir Tableau A.3 et Figure A.5);

C_d est le facteur d'emplacement du service (voir Tableau A.2);

C_t est le facteur de correction dû à la présence d'un transformateur HT/BT situé entre le point d'impact et la structure (voir Tableau A.4). Ce facteur s'applique aux sections de ligne en amont du transformateur par rapport à la structure.

Tableau A.3 – Zones équivalentes d'exposition A_1 et A_i en fonction des caractéristiques du service

	Aérien	Enterré
A_1	$(L_c - 3(H_a + H_b)) \ 6 \ H_c$	$(L_c - 3(H_a + H_b)) \ \sqrt{\rho}$
A_i	$1 \ 000 \ L_c$	$25 \ L_c \ \sqrt{\rho}$

où

A_1 est la surface équivalente d'exposition des coups de foudre sur le service (m²);

A_i est la surface équivalente d'exposition des coups de foudre à proximité du service (m²);

H_c est la hauteur des conducteurs de service au-dessus du sol (m);

L_c est la longueur du service de la structure au premier nœud de distribution (m). Une valeur maximale $L_c = 1 \ 000$ m peut être prise;

H_a est la hauteur de la structure connectée à l'extrémité «a» de service(m);

H_b est la hauteur de la structure connectée à l'extrémité «b» de service (m).

ρ est la résistivité du sol lorsque le service est enterré (Ω m). Il convient d'estimer la valeur maximale $\rho = 500 \ \Omega$ m.

Pour les besoins de ce calcul:

- lorsque la valeur de L_c est inconnue, on estime que $L_c = 1 \ 000$ m;
- lorsque la valeur de résistivité du sol est inconnue, on présume que $\rho = 500 \ \Omega$ m;
- pour les câbles enterrés qui sont entièrement posés dans un réseau maillé de terre, la surface équivalente d'exposition peut être estimée à $A_i = A_1 = 0$;
- la structure à protéger doit être estimée comme étant connectée à l'extrémité «b» du service.

NOTE Une évaluation plus précise des surfaces équivalentes d'exposition A_1 et A_i peut être trouvée dans les Recommandations UIT K.46 et K.47.

The collection area A_m extends to a line located at a distance of 250 m from the perimeter of the structure (see Figure A.5).

If $N_M < 0$, $N_M = 0$ shall be used in the assessment.

A.4 Assessment of the average annual number of dangerous events due to flashes to a service N_L

For a one-section service, N_L may be evaluated by:

$$N_L = N_g \times A_l \times C_d \times C_t \times 10^{-6} \quad (\text{A.7})$$

where

- N_g is the lightning ground flash density (flash/km²/year);
- A_l is the collection area of flashes striking the service (m²) (see Table A.3 and Figure A.5);
- C_d is the location factor of service (see Table A.2);
- C_t is the correction factor for the presence of a HV/LV transformer located between the point of strike and the structure(see Table A.4). This factor applies to line sections upstream from the transformer with respect to the structure.

Table A.3 – Collection areas A_l and A_i depending on the service characteristics

	Aerial	Buried
A_l	$(L_c - 3(H_a + H_b)) / 6 H_c$	$(L_c - 3(H_a + H_b)) \sqrt{\rho}$
A_i	$1\ 000 L_c$	$25 L_c \sqrt{\rho}$

where

- A_l is the collection area of flashes striking the service (m²);
- A_i is the collection area of flashes to ground near the service(m²);
- H_c is the height of the service conductors above ground (m);
- L_c is the length of the service section from the structure to the first node (m). A maximum value $L_c = 1\ 000$ m should be assumed;
- H_a is the height of the structure connected at end “a” of service (m);
- H_b is the height of the structure connected at end “b” of service (m);
- ρ is the resistivity of soil where the service is buried (Ωm). A maximum value $\rho = 500$ Ωm should be assumed.

For the purposes of this calculation:

- where the value of L_c is unknown, $L_c = 1\ 000$ m is to be assumed;
- where the value of soil resistivity is unknown, $\rho = 500$ Ωm is to be assumed;
- for underground cables running entirely within a highly meshed earth termination, $A_i = A_l = 0$ may be assumed for the equivalent collection area;
- the structure to be protected shall be assumed to be the one connected at “b” end of service.

NOTE More information on the collection areas A_l and A_i can be found in ITU Recommendations K.46 and K.47.

Tableau A.4 – Facteur de transformateur C_t

Transformateur	C_t
Service avec transformateur à deux enroulements	0,2
Service uniquement	1

A.5 Evaluation du nombre annuel moyen des événements dangereux dus aux coups de foudre à proximité d'un service N_I

Pour un service à une seule section (aérienne, enterrée, écrantée, non écrantée, etc.), la valeur de N_I peut être évaluée par

$$N_I = N_g \times A_i \times C_e \times C_t \times 10^{-6} \quad (\text{A.8})$$

où

N_g est la densité de foudroiement (nombre de coups/km²/an);

A_i est la surface équivalente d'exposition des coups de foudre au sol à proximité du service (m²) (voir Tableau A.3 et Figure A.5);

C_e est le facteur d'environnement (voir Tableau A.5);

C_t est le facteur de correction dû à la présence d'un transformateur HT/BT situé entre le point d'impact et la structure (voir Tableau A.4). Ce facteur s'applique aux sections de ligne en amont du transformateur par rapport à la structure.

Tableau A.5 – Facteur d'environnement C_e

Environnement	C_e
Urbain avec bâtiments de grande hauteur ¹⁾	0
Urbain ²⁾	0,1
Suburbain ³⁾	0,5
Rural	1
¹⁾ Hauteur des bâtiments supérieure à 20 m. ²⁾ Hauteur des bâtiments entre 10 m et 20 m. ³⁾ Hauteur des bâtiments inférieure à 10 m.	

NOTE La zone d'exposition équivalente A_i du service est définie par sa longueur L_c et par la distance latérale D_i (voir Figure A.5) à laquelle un éclair à proximité d'un service peut causer des surtensions induites d'au moins 1,5 kV.

Table A.4 – Transformer factor C_t

Transformer	C_t
Service with two winding transformer	0,2
Service only	1

A.5 Assessment of average annual number of dangerous events due to flashes near a service N_I

For a one-section (overhead, underground, screened, unscreened, etc.) service, the value of N_I may be evaluated by

$$N_I = N_g \times A_i \times C_e \times C_t \times 10^{-6} \quad (\text{A.8})$$

where

N_g is the lightning ground flash density (flash/km²/year);

A_i is the collection area of flashes to ground near the service (m²) (see Table A.3 and Figure A.5);

C_e is the environmental factor (see Table A.5);

C_t is the correction factor for the presence of a HV/LV transformer located between the point of strike and the structure(see Table A.4). This factor applies to line sections upstream from the transformer with respect to the structure.

Table A.5 – Environmental factor C_e

Environment	C_e
Urban with tall buildings ¹⁾	0
Urban ²⁾	0,1
Suburban ³⁾	0,5
Rural	1
¹⁾ Height of buildings higher than 20 m. ²⁾ Height of buildings ranging between 10 m and 20 m. ³⁾ Height of buildings lower than 10 m.	

NOTE The collection area A_i of the service is defined by its length L_c and by the lateral distance D_i (see Figure A.5) at which a flash near the service may cause induced overvoltages not lower than 1,5 kV.

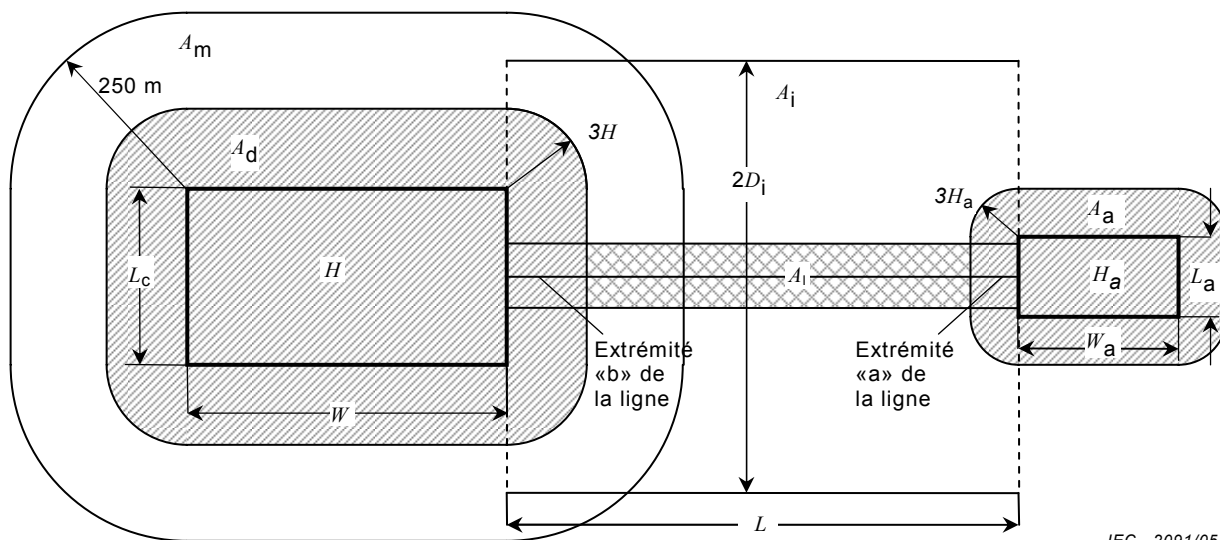
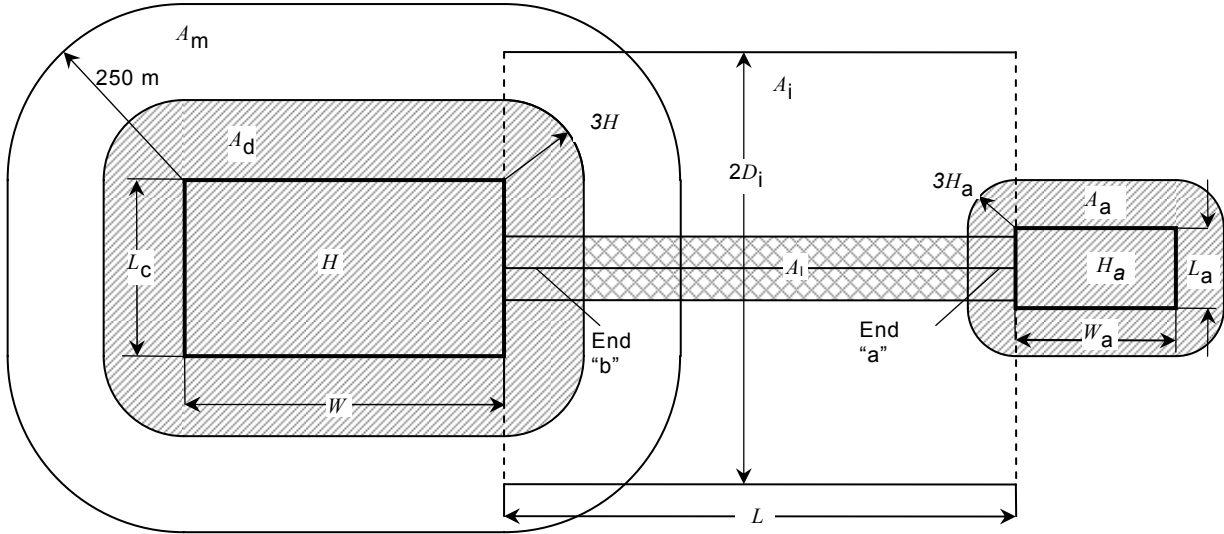


Figure A.5 – Surfaces équivalentes d'exposition (A_d , A_m , A_i , A_1)



IEC 2091/05

Figure A.5 – Collection areas (A_d , A_m , A_j , A_i)

Annexe B (informative)

Evaluation de la probabilité de dommages P_X d'une structure

Les probabilités données dans cette annexe sont valables si les mesures de protection sont conformes à:

- la CEI 62305-3 pour les mesures de protection réduisant les blessures des êtres vivants et les dommages physiques;
- la CEI 62305-4 pour les mesures de protection réduisant la défaillance des réseaux internes.

D'autres valeurs peuvent être choisies si cela est justifié.

Les valeurs des probabilités P_X inférieures à 1 peuvent uniquement être prises, si la mesure ou la caractéristique est valable pour la structure entière ou la zone de structure (Z_S) à protéger et pour tous les matériels associés.

B.1 Probabilité P_A pour qu'un impact sur la structure entraîne des blessures sur les êtres vivants

Les valeurs de probabilité P_A de chocs sur des êtres vivants dus à des tensions de contact et de pas en raison d'impacts sur une structure sont données dans le Tableau B.1, en fonction des mesures de protection typiques.

Tableau B.1 – Valeurs de probabilité P_A pour qu'un impact sur la structure entraîne des chocs sur des êtres vivants dus à des tensions de contact et de pas

Mesure de protection	P_A
Pas de mesures de protection	1
Isolation électrique du conducteur exposé (par exemple au moins 3 mm de polyéthylène réticulé)	10^{-2}
Sol équipotentiel efficace	10^{-2}
Plaques d'avertissement	10^{-1}

Si plusieurs mesures de protection ont été prises, la valeur de P_A est le produit des valeurs correspondantes de P_A .

NOTE 1 Pour plus d'informations, voir 8.1 et 8.2 de la CEI 62305-3.

NOTE 2 Si les armatures ou les entourages sont utilisés comme conducteurs de descente, ou si des restrictions physiques sont présentes, la valeur de P_A est négligeable.

B.2 Probabilité P_B pour qu'un impact sur une structure entraîne des dommages physiques

Les valeurs de probabilité P_B de dommages physiques dus à un impact sur une structure sont données dans le Tableau B.2 en fonction du type de niveau de protection (NPF).

Annex B (informative)

Assessment of probability P_X of damage for a structure

The probabilities given in this annex are valid if protection measures conform to:

- IEC 62305-3 for protection measures to reduce injury to living beings and for protection measures to reduce physical damage;
- IEC 62305-4 for protection measures to reduce failure of internal systems.

Other values may be chosen, if justified.

Values of probabilities P_X less than 1 may only be selected if the measure or characteristic is valid for the entire structure or zone of structure (Z_S) to be protected and for all relevant equipment.

B.1 Probability P_A that a flash to a structure will cause injury to living beings

The values of probability P_A of shock to living beings due to touch and step voltage by a lightning flash to the structure, as a function of typical protection measures, are given in Table B.1.

Table B.1 – Values of probability P_A that a flash to a structure will cause shock to living beings due to dangerous touch and step voltages

Protection measure	P_A
No protection measures	1
Electrical insulation of exposed down-conductor (e.g. at least 3 mm cross-linked polyethylene)	10^{-2}
Effective soil equipotentialization	10^{-2}
Warning notices	10^{-1}

If more than one provision has been taken, the value of P_A is the product of the corresponding P_A values.

NOTE 1 For more information see 8.1 and 8.2 of IEC 62305-3.

NOTE 2 Where the structure's reinforcing members or framework is used as a down-conductor system, or where physical restrictions are provided, the value of probability P_A is negligible.

B.2 Probability P_B that a flash to a structure will cause physical damage

The values of probability P_B of physical damage by a flash to a structure, as a function of lightning protection level (LPL), is given in Table B.2.

Tableau B.2– Valeurs de P_B en fonction des mesures de protection pour réduire les dommages physiques

Caractéristiques de la structure	Niveau de protection	P_B
Structure non protégée par SPF	–	1
Structure protégée par un SPF	IV	0,2
	III	0,1
	II	0,05
	I	0,02
Structure avec dispositif de capture de niveau I et avec armatures en métal continues ou en béton armé agissant comme descentes naturelles		0,01
Structure avec toiture métallique ou avec dispositif de capture, possibilité d'inclure des composants naturels, assurant une protection complète des matériels sur le toit contre les coups de foudre directs et armatures en métal continues ou en béton armé agissant comme descentes naturelles		0,001

NOTE Des valeurs de P_B autres que celles données dans le Tableau B.2 sont possibles si elles ont été correctement évaluées selon les critères d'interception et de dimensionnement de la CEI 62305-1.

B.3 Probabilité P_C pour qu'un impact sur une structure entraîne des défaillances des réseaux internes

Les valeurs de probabilité P_C de défaillances des réseaux internes dues à un impact sur une structure dépendent des parafoudres coordonnés qui ont été adoptés:

$$P_C = P_{SPD} \quad (B.1)$$

Les valeurs de P_{SPD} dépendent du niveau de protection (NPF) pour lesquels les parafoudres sont conçus comme indiqué dans le Tableau B.3.

Tableau B.3 – Valeur de probabilité P_{SPD} en fonction des niveaux de protection pour lesquels le parafoudre est conçu

Niveau de protection	P_{SPD}
Pas de parafoudres coordonnés	1
III-IV	0,03
II	0,02
I	0,01
NOTE 3	0,005 – 0,001

NOTE 1 Seule une protection coordonnée par parafoudre est adaptée comme mesure de protection pour réduire P_C . Une telle protection est efficace si la structure est protégée par SPF ou si les structures présentent des armatures en béton armé continues agissant comme descentes naturelles, y compris lorsque les équipotentialités et la mise à la terre satisfont à la CEI 62305-3.

NOTE 2 Les réseaux internes écrantés connectés aux lignes extérieures avec câble armé ou équipées de tubes ou conduits métalliques, peuvent ne pas nécessiter l'utilisation de parafoudres coordonnés.

NOTE 3 Des valeurs plus faibles de P_{SPD} sont possibles si les parafoudres présentent des caractéristiques supérieures (courant élevé, tenue aux chocs, niveau de protection plus faible) à celles d'un niveau de protection I pour la même installation.

Table B.2 – Values of P_B depending on the protection measures to reduce physical damage

Characteristics of structure	Class of LPS	P_B
Structure not protected by LPS	–	1
Structure protected by LPS	IV	0,2
	III	0,1
	II	0,05
	I	0,02
Structure with an air-termination system conforming to LPS I and a continuous metal or reinforced concrete framework acting as a natural down-conductor system		0,01
Structure with a metal roof or an air-termination system, possibly including natural components, with complete protection of any roof installations against direct lightning strikes and a continuous metal or reinforced concrete framework acting as a natural down-conductor system		0,001

NOTE Values of P_B other than those given in Table B.2 are possible if based on a detailed investigation taking into account the requirements of sizing and interception criteria defined in IEC 62305-1.

B.3 Probability P_C that a flash to a structure will cause failure of internal systems

The probability P_C that a flash to a structure will cause a failure of internal systems depends on the adopted coordinated SPD protection:

$$P_C = P_{SPD} \quad (\text{B.1})$$

Values of P_{SPD} depend on lightning protection level (LPL) for which SPD are designed, as shown in Table B.3.

Table B.3 – Value of the probability P_{SPD} as a function of LPL for which SPDs are designed

LPL	P_{SPD}
No coordinated SPD protection	1
III-IV	0,03
II	0,02
I	0,01
NOTE 3	0,005 – 0,001

NOTE 1 Only “coordinated SPD protection” is suitable as a protection measure to reduce P_C . Coordinated SPD protection is effective to reduce P_C only in structures protected by an LPS or structures with continuous metal or reinforced concrete framework acting as a natural LPS, where bonding and earthing requirements of IEC 62305-3 are satisfied.

NOTE 2 Shielded internal systems connected to external lines consisting of lightning protective cable or systems with wiring in lightning protective cable ducts, metallic conduit, or metallic tubes; may not require the use of coordinated SPD protection.

NOTE 3 Smaller values of P_{SPD} are possible in the case of SPDs having better protection characteristics (higher current withstand capability, lower protective level, etc.) compared with the requirements defined for LPL I at the relevant installation locations.

B.4 Probabilité P_M pour qu'un impact à proximité d'une structure entraîne des défaillances des réseaux internes

La probabilité P_M de défaillances des réseaux internes dues à un impact à proximité d'une structure dépend des mesures de protection contre la foudre qui ont été adoptées, en tenant compte du facteur K_{MS} .

Si une mesure de protection coordonnée conformément à la CEI 62305-4 n'est pas prévue, la valeur de P_M est prise égale à P_{MS} .

Les valeurs de P_{MS} , en fonction de K_{MS} sont données au Tableau B.4, où K_{MS} est un facteur prenant en compte les performances des mesures de protection adoptées.

Si une mesure de protection coordonnée conformément à la CEI 62305-4 est prévue, la valeur de P_M est la plus faible des valeurs de P_{SPD} et de P_{MS} .

Tableau B.4 – Valeur de la probabilité P_{MS} en fonction du facteur K_{MS}

K_{MS}	P_{MS}
$\geq 0,4$	1
0,15	0,9
0,07	0,5
0,035	0,1
0,021	0,01
0,016	0,005
0,015	0,003
0,014	0,001
$\leq 0,013$	0,0001

Pour les réseaux internes dont les matériels ne répondent pas aux normes de produit applicables en matière d'immunité CEM, on doit prendre $P_{MS} = 1$.

Les valeurs du facteur K_{MS} sont obtenues à partir du produit:

$$K_{MS} = K_{S1} \times K_{S2} \times K_{S3} \times K_{S4} \quad (B.2)$$

où

K_{S1} prend en compte l'efficacité de l'écran de la structure, du SPF ou d'autres écrans à la limite ZPF 0/1;

K_{S2} prend en compte l'efficacité des écrans internes de la structure à la limite ZPF X/Y ($X > 0$, $Y > 1$);

K_{S3} prend en compte les caractéristiques du câblage interne (voir Tableau B.5);

K_{S4} prend en compte la tension de tenue aux chocs des réseaux à protéger.

Dans une ZPF, à une distance de sécurité de l'écran de limite au moins égale à la taille de la maille w , les facteurs K_{S1} et K_{S2} pour le SPF ou pour les écrans spatiaux peuvent être évalués comme suit:

$$K_{S1} = K_{S2} = 0,12 \times w \quad (B.3)$$

B.4 Probability P_M that a flash near a structure will cause failure of internal systems

The probability P_M that a lightning flash near a structure will cause failure of internal systems depends on the adopted lightning protection measures (LPM), according to a factor K_{MS} .

When coordinated SPD protection meeting the requirements of IEC 62305-4 is not provided, the value of P_M is equal to the value of P_{MS} .

The values of P_{MS} , as a function of K_{MS} are given in Table B.4, where K_{MS} is a factor related to the performances of the adopted protection measures.

When coordinated SPD protection according to IEC 62305-4 is provided, the value of P_M is the lower value between P_{SPD} and P_{MS} .

Table B.4 – Value of the probability P_{MS} as a function of factor K_{MS}

K_{MS}	P_{MS}
$\geq 0,4$	1
0,15	0,9
0,07	0,5
0,035	0,1
0,021	0,01
0,016	0,005
0,015	0,003
0,014	0,001
$\leq 0,013$	0,000 1

For internal systems with equipment not conforming to the resistibility or withstand voltage level given in the relevant product standards $P_{MS} = 1$ shall be assumed.

The values of factor K_{MS} are obtained from the product:

$$K_{MS} = K_{S1} \times K_{S2} \times K_{S3} \times K_{S4} \quad (\text{B.2})$$

where

K_{S1} takes into account the screening effectiveness of the structure, LPS or other shields at boundary LPZ 0/1;

K_{S2} takes into account the screening effectiveness of shields internal to the structure at boundary LPZ X/Y ($X > 0$, $Y > 1$);

K_{S3} takes into account the characteristics of internal wiring (see Table B.5);

K_{S4} takes into account the impulse withstand voltage of the system to be protected .

Inside an LPZ, at a safety distance from the boundary screen at least equal to the mesh width w , factors K_{S1} and K_{S2} for LPS or spatial grid-like shields may be evaluated as

$$K_{S1} = K_{S2} = 0,12 \times w \quad (\text{B.3})$$

où w (m) est la taille de la maille de l'écran spatial ou des conducteurs de descente maillés ou encore de la distance de séparation entre les colonnes métalliques de la structure ou entre les armatures en béton jouant le rôle de SPF naturel.

Pour les écrans métalliques continus d'une épaisseur de 0,1 mm à 0,5 mm, $K_{S1} = K_{S2} = 10^{-4}$ à 10^{-5} .

NOTE 1 Pour un réseau maillé conforme à la CEI 62305-4, les valeurs de K_{S1} et de K_{S2} peuvent être réduites de moitié.

Si une boucle d'induction circule à proximité de la limite d'une ZPF et si les conducteurs écrantés sont à une distance plus faible que la distance de sécurité, les valeurs de K_{S1} et K_{S2} seront plus élevées. Par exemple, pour les distances allant de $0,1 w$ à $0,2 w$, il convient que les valeurs de K_{S1} et K_{S2} soient doublées.

Pour une cascade de ZPF, la valeur finale K_{S2} est le produit des valeurs correspondantes K_{S2} de chaque ZPF.

NOTE 2 La valeur maximale de K_{S1} est limitée à 1.

Tableau B.5 – Valeur du facteur K_{S3} en fonction du câblage interne

Type de câblage interne	K_{S3}
Câble non écranté – Pas de précaution de cheminement afin d'éviter des boucles ¹⁾	1
Câble non écranté – Précaution de cheminement afin d'éviter des boucles de grande taille ²⁾	0,2
Câble non écranté – Précaution de cheminement afin d'éviter des boucles ³⁾	0,02
Câble écranté avec résistance d'écran ⁴⁾ $5 < R_s \leq 20 \Omega/\text{km}$	0,001
Câble écranté avec résistance d'écran ⁴⁾ $1 \leq R_s < 5 \Omega/\text{km}$	0,000 2
Câble écranté avec résistance d'écran ⁴⁾ $R_s < 1 \Omega/\text{km}$	0,000 1
¹⁾ Boucles avec différents cheminements dans de grands bâtiments (surface de boucle de l'ordre de 50 m ²) ²⁾ Boucles dans le même conduit ou boucles avec différents cheminements dans de petits bâtiments (surface de boucle de l'ordre de 10 m ²). ³⁾ Boucles dans le même câble (surface de boucle de l'ordre de 0,5 m ²). ⁴⁾ Câble avec écran de résistance R_s (Ω/km) relié à la liaison équipotentielle à ses deux extrémités et matériel connecté à la même liaison.	

Pour des canalisations cheminant de manière continue dans un conduit métallique continu relié à la borne d'équipotentialité à ses deux extrémités, les valeurs de K_{S3} doivent être multipliées par 0,1.

Le facteur K_{S4} doit être évalué comme suit:

$$K_{S4} = 1,5 / U_w \tag{B.4}$$

où U_w est la tension assignée de tenue aux chocs du réseau à protéger, en kV.

Si dans un réseau interne, des appareils présentent des niveaux différents de tension de tenue aux chocs, le facteur K_{S4} pour le niveau de tension de tenue aux chocs le plus faible doit être choisi.

where $w(m)$ is the mesh width of grid-like spatial shield, or of mesh type LPS down-conductors or the spacing between the structure metal columns, or the spacing between a reinforced concrete framework acting as a natural LPS.

For continuous metal shields with thickness of 0,1 mm to 0,5 mm, $K_{S1} = K_{S2} = 10^{-4}$ to 10^{-5} .

NOTE 1 Where a meshed bonding network is provided according to IEC 62305-4, values of K_{S1} and K_{S2} may be reduced by a half.

Where the induction loop is running close to the LPZ boundary screen conductors at a distance from the shield shorter than the safety distance, the values of K_{S1} and K_{S2} will be higher. For instance, the values of K_{S1} and K_{S2} should be doubled where the distance to the shield ranges from $0,1 w$ to $0,2 w$.

For a cascade of LPZ the resulting K_{S2} is the product of the relevant K_{S2} of each LPZ.

NOTE 2 The maximum value of K_{S1} is limited to 1.

Table B.5 – Value of factor K_{S3} depending on internal wiring

Type of internal wiring	K_{S3}
Unshielded cable – no routing precaution in order to avoid loops ¹⁾	1
Unshielded cable – routing precaution in order to avoid large loops ²⁾	0,2
Unshielded cable – routing precaution in order to avoid loops ³⁾	0,02
Shielded cable with shield resistance ⁴⁾ $5 < R_S \leq 20 \Omega / km$	0,001
Shielded cable with shield resistance ⁴⁾ $1 < R_S \leq 5 \Omega / km$	0,000 2
Shielded cable with shield resistance ⁴⁾ $R_S \leq 1 \Omega / km$	0,000 1
¹⁾ Loop conductors with different routing in large buildings (loop area in the order of 50 m ²). ²⁾ Loop conductors routing in the same conduit or loop conductors with different routing in small buildings (loop area in the order of 10 m ²). ³⁾ Loop conductors routing in the same cable (loop area in the order of 0,5 m ²). ⁴⁾ Cable with shield of resistance R_S (Ω/km) bonded to equipotential bonding bar at both ends and equipment connected to the same bonding bar.	

For wiring running in continuous metal conduit bonded to equipotential bonding bars at both ends, K_{S3} values shall be multiplied by 0,1.

The factor K_{S4} is evaluated as:

$$K_{S4} = 1,5/U_w \quad (\text{B.4})$$

where U_w is the rated impulse withstand voltage of system to be protected, in kV.

If there are apparatus with different impulse withstand levels in an internal system, the factor K_{S4} relevant to the lowest impulse withstand level shall be selected.

B.5 Probabilité P_U pour qu'un impact sur un service entraîne des blessures sur des êtres vivants

Les valeurs de probabilité P_U de blessures sur des êtres vivants dues à des tensions de contact en raison d'impacts sur un service entrant dépendent des caractéristiques des écrans du service, de la tension de tenue aux chocs des réseaux internes connectés au service, des mesures de protection typiques (restrictions physiques, notices d'avertissement, etc. voir Tableau B.1) et des parafoudres prévus à l'entrée du service.

Si un parafoudre réalise une équipotentialité conformément à la CEI 62305-3, la valeur de P_U est égale à la valeur de P_{LD} , P_{LD} étant la probabilité de défaillance des réseaux internes due à un impact sur le service connecté.

Les valeurs de P_{LD} sont données au Tableau B.6.

Si des parafoudres sont prévus pour l'équipotentialité conformément à la CEI 62305-3, la valeur de P_U est la plus faible des valeurs de P_{SPD} (Tableau B.3) et de P_{LD} .

NOTE Des parafoudres coordonnés selon la CEI 62305-4 ne sont pas nécessaires ici pour réduire P_U . Les parafoudres conformes à la CEI 62305-3 sont suffisants.

Tableau B.6 – Valeur de la probabilité P_{LD} en fonction de la résistance R_s de l'écran du câble et de la tension de tenue aux chocs U_w du matériel

U_w kV	$5 < R_s \leq 20$ Ω/km	$1 < R_s \leq 5$ Ω/km	$R_s < 1$ Ω/km
1,5	1	0,8	0,4
2,5	0,95	0,6	0,2
4	0,9	0,3	0,04
6	0,8	0,1	0,02

R_s (Ω/km): résistance de l'écran du câble.

Pour un service non écranté, on doit prendre $P_{LD} = 1$.

Si des mesures de protection telles que des restrictions physiques, des plaques d'avertissement, etc. sont prévues, la probabilité P_U doit être réduite en la multipliant par les valeurs de la probabilité P_A données dans le Tableau B.1.

B.6 Probabilité P_V pour qu'un impact sur un service entraîne des dommages physiques

Les valeurs de probabilité P_V de dommages physiques en raison d'impact sur un service entrant dépendent des caractéristiques des écrans du service, de la tension de tenue aux chocs des réseaux internes connectés au service et des parafoudres prévus.

Si un parafoudre ne réalise pas une équipotentialité conformément à la CEI 62305-3, la valeur de P_V est égale à P_{LD} , P_{LD} étant la probabilité de défaillance des réseaux internes due à un choc sur le service concerné.

Les valeurs de P_{LD} sont données au Tableau B.6.

B.5 Probability P_U that a flash to a service will cause injury to living beings

The values of probability P_U of injury to living beings due to touch voltage by a flash to a service entering the structure depends on the characteristics of the service shield, the impulse withstand voltage of internal systems connected to the service, the typical protection measures (physical restrictions, warning notices, etc. (see Table B.1) and the SPD(s) provided at the entrance of the service.

When SPD(s) are not provided for equipotential bonding in accordance with IEC 62305-3, the value of P_U is equal to the value of P_{LD} , where P_{LD} is the probability of failure of internal systems due to a flash to the connected service.

Values of P_{LD} are given in Table B.6.

When SPD(s) are provided for equipotential bonding in accordance with IEC 62305-3, the value of P_U is the lower value between P_{SPD} (Table B.3) and P_{LD} .

NOTE Coordinated SPD protection according to IEC 62305-4 is not necessary to reduce P_U in this case. SPD(s) according to IEC 62305-3 are sufficient.

Table B.6 – Values of the probability P_{LD} depending on the resistance R_S of the cable screen and the impulse withstand voltage U_w of the equipment

U_w kV	$5 < R_S \leq 20$ Ω/km	$1 < R_S \leq 5$ Ω/km	$R_S \leq 1$ Ω/km
1,5	1	0,8	0,4
2,5	0,95	0,6	0,2
4	0,9	0,3	0,04
6	0,8	0,1	0,02

R_S (Ω/km): resistance of the cable shield.

For unshielded service $P_{LD} = 1$ shall be taken.

When protection measures, such as physical restrictions, warning notices, etc. are provided, probability P_U shall be further reduced by multiplying it by the values of probability P_A given in Table B.1.

B.6 Probability P_V that a flash to a service will cause physical damage

The values of probability P_V of physical damage by a flash to a service entering the structure depend on the characteristics of service shield, the impulse withstand voltage of internal systems connected to the service and the SPDs provided.

When SPD(s) are not provided for equipotential bonding according to IEC 62305-3, the value of P_V is equal to the value of P_{LD} , where P_{LD} is the probability of failure of internal systems due to a flash to the connected service.

Values of P_{LD} are given in Table B.6.

Si un parafoudre réalise une équipotentialité conformément à la CEI 62305-3, la valeur de P_V est la plus faible des valeurs de P_{SPD} (voir Tableau B.3) et de P_{LD} .

NOTE Des parafoudres coordonnés selon la CEI 62305-4 ne sont pas nécessaires ici pour réduire P_V . Les parafoudres conformes à la CEI 62305-3 sont suffisants.

B.7 Probabilité P_W pour qu'un impact sur un service entraîne des défaillances des réseaux internes

Les valeurs de probabilité P_W de défaillances des réseaux internes en raison d'impact sur un service entrant dépendent des caractéristiques des écrans du service, de la tension de tenue aux chocs des réseaux internes connectés au service et des parafoudres prévus.

Si des parafoudres coordonnés conformément à la CEI 62305-4 ne sont pas prévus, la valeur de P_W est égale à P_{LD} , P_{LD} étant la probabilité de défaillance des réseaux internes due à un choc sur le service concerné.

Les valeurs de P_{LD} sont données au Tableau B.6.

Si des parafoudres coordonnés conformément à la CEI 62305-4 sont prévus, la valeur de P_W est la plus faible entre P_{SPD} (voir Tableau B.3) et P_{LD} .

B.8 Probabilité P_Z pour qu'un impact à proximité d'un service entrant entraîne des défaillances des réseaux internes

Les valeurs de probabilité P_Z de défaillances des réseaux internes en raison d'impact à proximité d'un service entrant dépendent des caractéristiques des écrans du service, de la tension de tenue aux chocs des réseaux internes connectés au service et des mesures de protection prévues.

Si des parafoudres coordonnés conformément à la CEI 62305-4 ne sont pas prévus, la valeur de P_Z est égale à P_{Li} , P_{Li} étant la probabilité de défaillance des réseaux internes due à un choc sur le service concerné.

Les valeurs de P_{Li} sont données au Tableau B.7.

Si des parafoudres coordonnés conformément à la CEI 62305-4 sont prévus, la valeur de P_Z est la plus faible entre P_{SPD} (voir Tableau B.3) et P_{Li} .

Tableau B.7 – Valeur de la probabilité P_{Li} en fonction de la résistance R_s de l'écran du câble et de la tension de tenue aux chocs U_w du matériel

U_w kV	Pas d'écran	Ecran non relié à la borne d'équipotentialité à laquelle le matériel est connecté	Ecran relié à la borne d'équipotentialité et matériel connecté à la même borne		
			$5 < R_s \leq 20$ Ω/km	$1 < R_s \leq 5$ Ω/km	$R_s < 1$ Ω/km
1,5	1	0,5	0,15	0,04	0,02
2,5	0,4	0,2	0,06	0,02	0,008
4	0,2	0,1	0,03	0,008	0,004
6	0,1	0,05	0,02	0,004	0,002

R_s : résistance de l'écran du câble (Ω/km).

NOTE Des valeurs plus précises de K_s pour des câbles écrantés ou non sont données dans la Recommandation UIT K.46.

When SPD(s) are provided for equipotential bonding in accordance with IEC 62305-3, the value of P_V is the lower value between P_{SPD} (see Table B.3) and P_{LD} .

NOTE Coordinated SPD protection according to IEC 62305-4 is not necessary to reduce P_V in this case. SPD(s) according to IEC 62305-3 are sufficient.

B.7 Probability P_W that a flash to a service will cause failure of internal systems

The values of probability P_W that a flash to a service entering the structure will cause a failure of internal systems depend on the characteristics of service shielding, the impulse withstand voltage of internal systems connected to the service and the SPDs installed .

When coordinated SPD protection conforming to IEC 62305-4 is not provided, the value of P_W is equal to the value of P_{LD} , where P_{LD} is the probability of failure of internal systems due to a flash to the connected service.

Values of P_{LD} are given in Table B.6.

When coordinated SPD protection conforming to IEC 62305-4 is provided, the value of P_W is the lower value between P_{SPD} (see Table B.3) and P_{LD} .

B.8 Probability P_Z that a lightning flash near an incoming service will cause failure of internal systems

The values of probability P_Z that a lightning flash near a service entering the structure will cause a failure of internal systems depend on the characteristics of the service shield, the impulse withstand voltage of the system connected to the service and protection measures provided.

When coordinated SPD protection conforming to IEC 62305-4 is not provided, the value of P_Z is equal to the value of P_{LI} , where P_{LI} is the probability of failure of internal systems due to flash to the connected service.

Values of P_{LI} are given in Table B.7.

When coordinated SPD protection conforming to IEC 62305-4 is provided, the value of P_Z is the lower value between P_{SPD} (see Table B.3) and P_{LI} .

Table B.7 – Values of the probability P_{LI} depending on the resistance R_S of the cable screen and the impulse withstand voltage U_w of the equipment

U_w kV	No shield	Shield not bonded to equipotential bonding bar to which equipment is connected	Shield bonded to equipotential bonding bar and equipment connected to the same bonding bar		
			$5 < R_S \leq 20$ Ω/km	$1 < R_S \leq 5$ Ω/km	$R_S \leq 1$ Ω/km
1,5	1	0,5	0,15	0,04	0,02
2,5	0,4	0,2	0,06	0,02	0,008
4	0,2	0,1	0,03	0,008	0,004
6	0,1	0,05	0,02	0,004	0,002

R_S : resistance of the cable shield (Ω/km).

NOTE More precise evaluation of K_S for shielded and unshielded sections can be found in ITU Recommendation K.46.

Annexe C (informative)

Evaluation du montant des pertes L_x dans une structure

Il convient que les valeurs des pertes L_x soient estimées et fixées par le concepteur de la protection contre la foudre ou par le propriétaire de la structure. Les valeurs données dans la présente annexe sont les valeurs proposées par la CEI. D'autres valeurs peuvent être données par chaque comité national.

NOTE Il est recommandé d'appliquer les formules approximatives de la présente annexe comme source primaire des valeurs de L_x .

C.1 Montant relatif moyen des pertes annuelles

Les pertes L_x se réfèrent à la moyenne relative du montant d'un type particulier de dommage, de son étendue et des effets consécutifs pouvant être dus à un impact de foudre. Sa valeur dépend:

- du nombre de personnes et du temps pendant lequel elles resteront à un emplacement dangereux;
- du type et de l'importance des services publics;
- de la valeur des biens affectés par les dommages.

Les pertes L_x varient selon le type de perte (L1, L2, L3 et L4) considérée et, pour chaque type de perte, selon le type de dommage (D1, D2 et D3) à l'origine. Les symboles suivants sont utilisés:

L_t pertes dues aux blessures par tensions de contact et de pas;

L_f pertes dues aux dommages physiques;

L_o pertes dues aux défaillances des réseaux internes.

C.2 Perte de vie humaine

La valeur de L_t , L_f et L_o peut être déterminée en termes de nombre relatif de victimes à partir de la relation approchée suivante:

$$L_x = (n_p / n_t) \times (t_p / 8\,760) \quad (\text{C.1})$$

où

n_p est le nombre de personnes pouvant courir un danger (victimes);

n_t est le nombre total présumé de personnes (dans la structure);

t_p est la durée annuelle en heures de présence des personnes à un emplacement dangereux, à l'extérieur de la structure (L_t uniquement) ou à l'intérieur de la structure (L_t , L_f et L_o).

Les valeurs moyennes typiques de L_t , L_f et L_o pouvant être prises lorsque la détermination de n , n_t et t est incertaine ou difficile, sont données dans le Tableau C.1.

Annex C (informative)

Assessment of amount of loss L_X in a structure

The values of amount of loss L_X should be evaluated and fixed by the lightning protection designer (or the owner of the structure). The typical mean values given in this annex are merely values proposed by the IEC. Different values may be assigned by each national committee.

NOTE It is recommended that the equations given in this annex be used as the primary source of values for L_X .

C.1 Average relative amount of loss per year

The loss L_X refers to the mean relative amount of a particular type of damage which may be caused by a lightning flash, considering both its extent and effects.

Its value depends on:

- the number of persons and the time for which they remain in the hazardous place;
- the type and importance of the service provided to the public;
- the value of the goods affected by the damage.

The loss L_X varies with the type of loss (L1, L2, L3 and L4) considered and, for each type of loss, with the type of damage (D1, D2 and D3) causing the loss. The following symbols are used:

L_t is the loss due to injury by touch and step voltages;

L_f is the loss due to physical damage;

L_o is the loss due to failure of internal systems.

C.2 Loss of human life

The value of L_t , L_f and L_o may be determined in terms of the relative number of victims from the following approximate relationship:

$$L_X = (n_p / n_t) \times (t_p / 8\,760) \quad (\text{C.1})$$

where

n_p is the number of possible endangered persons (victims);

n_t is the expected total number of persons (in the structure);

t_p is the time in hours per year for which the persons are present in a dangerous place, outside of the structure (L_t only) or inside the structure (L_t , L_f and L_o).

Typical mean values of L_t , L_f and L_o , for use when the determination of n_p , n_t and t_p is uncertain or difficult, are given in Table C.1.

Tableau C.1 – Valeurs moyennes types de L_t , L_f et L_o

Type de structure	L_t
Tout type – (personnes à l'intérieur des bâtiments)	10^{-4}
Tout type – (personnes à l'extérieur des bâtiments)	10^{-2}

Type de structure	L_f
Hôpitaux, hôtels, bâtiments civils	10^{-1}
Industrielle, commerciale, scolaire	5×10^{-2}
Publique, églises, musées	2×10^{-2}
Autres	10^{-2}

Type de structure	L_o
Structure avec risque d'explosion	10^{-1}
Hôpitaux	10^{-3}

Les pertes de vies humaines sont liées aux caractéristiques de la structure prises en compte en augmentant les facteurs (h_z) et en diminuant les facteurs (r_f, r_p, r_a, r_u) comme suit:

$$L_A = r_a \times L_t \quad (C.2)$$

$$L_U = r_u \times L_t \quad (C.3)$$

$$L_B = L_V = r_p \times h_z \times r_f \times L_f \quad (C.4)$$

$$L_C = L_M = L_W = L_Z = L_o \quad (C.5)$$

où

r_a est un facteur de réduction des pertes en vies humaines en fonction du type de sol (voir Tableau C.2);

r_u est un facteur de réduction des pertes en vies humaines en fonction du type du plancher (voir Tableau C.2);

r_p est un facteur de réduction des pertes dues aux dommages physiques en fonction des dispositions prises pour réduire les conséquences du feu (voir Tableau C.3);

r_f est un facteur de réduction des pertes dues aux dommages physiques en fonction du risque de feu de la structure (voir Tableau C.4);

h_z est un facteur d'augmentation des pertes dues aux dommages physiques en présence d'un danger spécifique (voir Tableau C.5).

Tableau C.2 – Valeurs du facteur de réduction r_a et r_u en fonction du type de sol ou de plancher

Type de sol ou de plancher	Résistance de contact $k\Omega^1)$	r_a et r_u
Agricole, béton	≤ 1	10^{-2}
Marbre, céramique	1 – 10	10^{-3}
Gravier, moquette, tapis	10 – 100	10^{-4}
Asphalte, linoléum, bois	≥ 100	10^{-5}

1) Valeurs mesurées entre une électrode de 400 cm² comprimée avec une force de 500 N à un point à l'infini.

Table C.1 – Typical mean values of L_t , L_f and L_o

Type of structure	L_t
All types – (persons inside the building)	10^{-4}
All types – (persons outside the building)	10^{-2}

Type of structure	L_f
Hospitals, hotels, civil buildings	10^{-1}
Industrial, commercial, school	5×10^{-2}
Public entertainment, churches, museum	2×10^{-2}
Others	10^{-2}

Type of structure	L_o
Structure with risk of explosion	10^{-1}
Hospitals	10^{-3}

Loss of human life is affected by the characteristics of a structure. These are taken into account by increasing (h_z) and decreasing (r_f , r_p , r_a , r_u) factors as follows:

$$L_A = r_a \times L_t \quad (C.2)$$

$$L_U = r_u \times L_t \quad (C.3)$$

$$L_B = L_V = r_p \times h_z \times r_f \times L_f \quad (C.4)$$

$$L_C = L_M = L_W = L_Z = L_o \quad (C.5)$$

where

r_a is a factor reducing the loss of human life depending on the type of soil (see Table C.2);

r_u is a factor reducing the loss of human life depending on the type of floor (see Table C.2);

r_p is a factor reducing the loss due to physical damage depending on the provisions taken to reduce the consequences of fire (see Table C.3);

r_f is a factor reducing the loss due to physical damage depending on the risk of fire of the structure (see Table C.4);

h_z is a factor increasing the loss due to physical damage when a special hazard is present (see Table C.5).

Table C.2 – Values of reduction factors r_a and r_u as a function of the type of surface of soil or floor

Type of surface	Contact resistance k Ω ¹⁾	r_a and r_u
Agricultural, concrete	≤ 1	10^{-2}
Marble, ceramic	1 – 10	10^{-3}
Gravel, moquette, carpets	10 – 100	10^{-4}
Asphalt, linoleum, wood	≥ 100	10^{-5}

¹⁾ Values measured between a 400 cm² electrode compressed with force of 500 N at a point of infinity.

Tableau C.3 – Valeurs du facteur de réduction r_p en fonction des dispositions prises pour réduire la conséquence du feu

Dispositions	r_p
Pas de disposition	1
Une des dispositions suivantes: extincteurs, installations d'extinction fixes déclenchées manuellement, installations manuelles d'alarme, prises d'eau, compartiments étanches, voies d'évacuation protégées	0,5
Une des dispositions suivantes: installations d'extinction fixes déclenchées automatiquement, installations d'alarme automatiques ¹⁾	0,2
1) Seulement si elles sont protégées contre les surtensions ou d'autres dommages et si le temps d'intervention des pompiers est $t < 10$ min.	

Si plusieurs dispositions ont été prises, la valeur de r_p doit être la plus faible des valeurs individuelles.

Dans les structures présentant un risque d'explosion, $r_p = 1$ dans tous les cas.

Tableau C.4 – Valeurs du facteur de réduction r_f en fonction du risque d'incendie de la structure

Risque d'incendie	r_f
Explosion	1
Elevée	10^{-1}
Ordinaire	10^{-2}
Faible	10^{-3}
Aucun	0

NOTE 1 Dans le cas d'une structure présentant un risque d'explosion et d'une structure contenant des mélanges explosifs une évaluation plus détaillée de r_f peut être nécessaire.

NOTE 2 On peut estimer que les structures présentant un risque de feu élevé sont les structures en matériaux combustibles ou les structures dont le toit est en matériaux combustibles ou les structures avec une charge calorifique particulière supérieure à 800 MJ/m².

NOTE 3 On peut estimer que les structures présentant un risque ordinaire de feu sont les structures qui ont une charge calorifique comprise entre 800 MJ/m² et 400 MJ/m².

NOTE 4 On peut estimer que les structures qui présentent un faible risque de feu sont les structures qui ont une charge calorifique particulière inférieure à 400 MJ/m² ou les structures qui ne contiennent qu'occasionnellement des matériaux combustibles.

NOTE 5 La charge calorifique spécifique est le rapport de l'énergie de la part totale de matériau combustible dans une structure sur la surface complète de la structure.

Tableau C.5 – Valeurs du facteur h_z augmentant le montant relatif des pertes en présence d'un danger particulier

Type de danger particulier	h_z
Pas de danger particulier	1
Faible niveau de panique (par exemple, structure limitée à deux étages et nombre de personnes inférieur à 100)	2
Niveau de panique moyen (par exemple, structures destinées à des événements culturels ou sportifs avec un nombre de personnes compris entre 100 et 1 000)	5
Difficulté d'évacuation (par exemple, structures avec personnes immobilisées)	5
Niveau de panique élevé (par exemple, structures destinées à des événements culturels ou sportifs avec un nombre de personnes supérieur à 1 000)	10
Danger pour l'environnement	20
Contamination de l'environnement	50

Table C.3 – Values of reduction factor r_p as a function of provisions taken to reduce the consequences of fire

Provisions	r_p
No provisions	1
One of the following provisions: extinguishers; fixed manually operated extinguishing installations; manual alarm installations; hydrants; fire proof compartments; protected escape routes	0,5
One of the following provisions: fixed automatically operated extinguishing installations; automatic alarm installations ¹⁾	0,2
1) Only if protected against overvoltages and other damages and if firemen can arrive in less than 10 min.	

If more than one provision has been taken, the value of r_p shall be taken as the lowest of the relevant values.

In structures with risk of explosion, $r_p = 1$ for all cases.

Table C.4 – Values of reduction factor r_f as a function of risk of fire of structure

Risk of fire	r_f
Explosion	1
High	10^{-1}
Ordinary	10^{-2}
Low	10^{-3}
None	0

NOTE 1 In the cases of a structure with risk of explosion and a structure containing explosive mixtures a more detailed evaluation of r_f may be necessary.

NOTE 2 Structures with a high risk of fire may be assumed to be structures made of combustible materials, structures with roof made of combustible materials or structures with a specific fire load larger than 800 MJ/m^2 .

NOTE 3 Structures with an ordinary risk of fire may be assumed to be structures with a specific fire load between 800 MJ/m^2 and 400 MJ/m^2 .

NOTE 4 Structures with a low risk of fire may be assumed to be structures with a specific fire load less than 400 MJ/m^2 , or structures containing combustible materials only occasionally.

NOTE 5 Specific fire load is the ratio of the energy of the total amount of the combustible material in a structure and the overall surface of the structure.

Table C.5 – Values of factor h_z increasing the relative amount of loss in presence of a special hazard

Kind of special hazard	h_z
No special hazard	1
Low level of panic (e.g. a structure limited to two floors and the number of persons not greater than 100)	2
Average level of panic (e.g. structures designed for cultural or sport events with a number of participants between 100 and 1 000 persons)	5
Difficulty of evacuation (e.g. structures with immobilized persons, hospitals)	5
High level of panic (e.g. structures designed for cultural or sport events with a number of participants greater than 1 000 persons)	10
Hazard for surroundings or environment	20
Contamination of surroundings or environment	50

C.3 Pertes inacceptables de service public

Les valeurs de L_f et L_o peuvent être déterminées en termes de quantité relative de pertes potentielles à partir de la relation approchée suivante:

$$L_x = n_p / n_t \times t / 8\ 760 \quad (C.6)$$

où

n_p est le nombre moyen de personnes pouvant courir un danger (usagers non desservis);

n_t est le nombre total de personnes (usagers desservis);

t est la durée annuelle de perte de service, en heures.

Les valeurs moyennes typiques de L_f et L_o , pouvant être prises lorsque la détermination de n , n_t et t est incertaine ou difficile sont données dans le Tableau C.6.

Tableau C.6 – Valeurs moyennes types de L_f et L_o

Type de service	L_f	L_o
Gaz, eau	10^{-1}	10^{-2}
TV, lignes de télécommunication, réseau de puissance	10^{-2}	10^{-3}

Les pertes de service public sont affectées par les caractéristiques de la structure et par les facteurs décroissants (r_p) comme suit:

$$L_B = L_V = r_p \times r_f \times L_f \quad (C.7)$$

$$L_C = L_M = L_W = L_Z = L_o \quad (C.8)$$

Les valeurs des facteurs r_p et r_f sont données respectivement aux Tableaux C.3 et C.4.

C.4 Perte d'héritage culturel irremplaçable

La valeur de L_f peut être déterminée en termes de quantité relative de pertes potentielles à partir de la relation approchée suivante:

$$L_x = c / c_t \quad (C.9)$$

où

c est le coût moyen des pertes possibles de la structure (c'est-à-dire la valeur assurable de perte possible de biens);

c_t est le coût total de la structure (c'est-à-dire la valeur totale assurée de tous les biens présents dans la structure).

Des valeurs moyennes types de L_f , qui peuvent être prises lorsque la détermination de c et c_t est incertaine ou difficile sont:

$$L_f = 10^{-1}$$

Les pertes d'héritage culturel irremplaçable sont affectées par les caractéristiques de la structure et par les facteurs décroissants r_p comme suit:

$$L_B = L_V = r_p \times r_f \times L_f \quad (C.10)$$

Les valeurs des facteurs r_p et r_f sont indiqués dans le Tableau C.3 et le Tableau C.4

C.3 Unacceptable loss of service to the public

The values of L_f and L_o can be determined in term of the relative amount of possible loss from the following approximate relationship:

$$L_x = n_p / n_t \times t / 8\ 760 \quad (\text{C.6})$$

where

n_p is the mean number of possible endangered persons (users not served);

n_t is the total number of persons (users served);

t is the annual period of loss of service (in hours).

Typical mean values of L_f and L_o , for use when the determination of n_p , n_t and t is uncertain or difficult, are given in Table C.6.

Table C.6 – Typical mean values of L_f and L_o

Type of service	L_f	L_o
Gas, water	10^{-1}	10^{-2}
TV, TLC, power supply	10^{-2}	10^{-3}

Loss of service to the public is affected by structure characteristics and by a reduction factor (r_p) as follows:

$$L_B = L_V = r_p \times r_f \times L_f \quad (\text{C.7})$$

$$L_C = L_M = L_W = L_Z = L_o \quad (\text{C.8})$$

Values for factors r_p and r_f are given in Tables C.3 and C.4 respectively.

C.4 Loss of irreplaceable cultural heritage

The value of L_f can be determined in terms of the relative amount of possible loss from the following approximate relationship:

$$L_x = c / c_t \quad (\text{C.9})$$

where

c is the mean value of possible loss of the structure (i.e. the insurable value of possible loss of goods) in currency;

c_t is the total value of the structure (i.e. the total insured value of all goods present in the structure) in currency

A typical mean value of L_f , when the determination of c and c_t is uncertain or difficult, is:

$$L_f = 10^{-1}$$

Loss of irreplaceable cultural heritage is affected by the characteristics of the structure by reduction factor r_p as follows:

$$L_B = L_V = r_p \times r_f \times L_f \quad (\text{C.10})$$

Values for factors r_p and r_f are given in Tables C.3 and C.4, respectively.

C.5 Pertes économiques

Les valeurs de L_t , L_f et L_o peuvent être déterminées en termes de quantité relative de pertes potentielles à partir de la relation approchée suivante:

$$L_x = c / c_t \quad (C.11)$$

où

c est le coût moyen des pertes possibles de structure (y compris son contenu et des activités correspondantes et de ses conséquences) en monnaie;

c_t est le coût total de la structure (y compris son contenu et ses activités correspondantes) en monnaie.

Les valeurs moyennes typiques de L_t , L_f et L_o pour tous les types de structure qui peuvent être prises lorsque la détermination de c et c_t est incertaine ou difficile sont indiquées dans le Tableau C.7.

Tableau C.7 – Valeurs moyennes types de L_t , L_f et L_o

Type de structure	L_t
Tout type – Intérieur des bâtiments	10^{-4}
Tout type – Extérieur des bâtiments	10^{-2}

Type de structure	L_f
Hôpitaux, industrielle, musées, agricole	0,5
Hôtel, école, bureaux, église, loisirs, bâtiments préfabriqués	0,2
Autres	0,1

Type de structure	L_o
Risque d'explosion	10^{-1}
Hôpitaux, industries, bureaux, hôtels, bâtiments préfabriqués	10^{-2}
Musées, agricoles, écoles, églises, loisirs	10^{-3}
Autres	10^{-4}

Les pertes économiques sont affectées par les caractéristiques de la structure et par les facteurs croissants (h_z) et décroissants (r_p , r_a , r_f , r_u) comme suit:

$$L_A = r_a \times L_t \quad (C.12)$$

$$L_U = r_u \times L_t \quad (C.13)$$

$$L_B = L_V = r_p \times r_f \times h_z \times L_f \quad (C.14)$$

$$L_C = L_M = L_W = L_Z = L_o \quad (C.15)$$

Les valeurs des facteurs r_a et r_u sont indiqués au Tableau C.2; r_p au Tableau C.3; r_f au Tableau C.4 et h_z au Tableau C.5

C.5 Economic loss

The value of L_t , L_f and L_o can be determined in terms of the relative amount of possible loss from the following approximate relationship:

$$L_x = c / c_t \quad (C.11)$$

where

c is the mean value of possible loss of the structure (including its content and relevant activities and its consequences) in currency;

c_t is the total value of the structure (including its content and relevant activities) in currency.

Typical mean values of L_t , L_f and L_o for all types of structures, for use when the determination of c and c_t is uncertain or difficult, are given in Table C.7.

Table C.7 – Typical mean values of L_t , L_f and L_o

Type of structure	L_t
All types – Inside buildings	10^{-4}
All types – Outside buildings	10^{-2}
Type of structure	L_f
Hospital, industrial, museum, agriculture	0,5
Hotel, school, office, church, public entertainment, economic building	0,2
Others	0,1
Type of structure	L_o
Risk of explosion	10^{-1}
Hospital, industrial, office, hotel, economic building	10^{-2}
Museum, agriculture, school, church, public entertainment	10^{-3}
Others	10^{-4}

Loss of economical value is affected by the characteristics of the structure. These are taken into account by increasing (h_z) and decreasing (r_p , r_a , r_f , r_u) factors as follows:

$$L_A = r_a \times L_t \quad (C.12)$$

$$L_U = r_u \times L_t \quad (C.13)$$

$$L_B = L_V = r_p \times r_f \times h_z \times L_f \quad (C.14)$$

$$L_C = L_M = L_W = L_Z = L_o \quad (C.15)$$

Values of the factors r_a and r_u are given in Table C.2; r_p in Table C.3; r_f in Table C.4; and h_z in Table C.5.

Annexe D (informative)

Evaluation de la probabilité de dommages P'_x pour un service

Les probabilités données dans la présente annexe sont les valeurs proposées par la CEI. D'autres valeurs peuvent être choisies si cela est justifié.

Les probabilités données dans cette annexe sont valables si les mesures de protection sont conformes à la CEI 62305-5.

D.1 Lignes avec conducteurs métalliques

D.1.1 Probabilités P'_B et P'_C pour qu'un impact sur la structure connectée à une ligne entraîne des dommages

La probabilité P'_B pour qu'un impact sur la structure connectée à une ligne entraîne des dommages physiques et la probabilité P'_C pour qu'un impact sur la structure connectée à une ligne entraîne des défaillances des équipements de service sont liées au courant de défaillance I_a lequel dépend des caractéristiques de la ligne, du nombre de services entrants dans la structure et des mesures de protection choisies.

Pour les lignes non écrantées, il faut choisir $I_a = 0$.

Pour les lignes écrantées, le courant de défaillance I_a (kA) doit être évalué comme suit:

$$I_a = 25 n \times U_w / (R_s \times K_d \times K_p) \quad (D.1)$$

où

K_d est le facteur dépendant des caractéristiques de la ligne (voir Tableau D.1);

K_p est le facteur prenant en compte les mesures de protection adoptées (voir Tableau D.2);

U_w est la tension de tenue aux chocs du câble, (kV) (voir le Tableau D.3 pour les câbles et le Tableau D.4 pour les matériels);

R_s est la résistance de l'écran du câble (Ω/km);

n est le nombre de services entrants dans la structure.

NOTE 1 Un parafoudre à l'entrée de la structure accroît le courant de défaut I_a et peut protéger.

NOTE 2 Des informations détaillées pour les lignes de communication sont données dans la Recommandation UIT K.47.

Tableau D.1 – Valeurs du facteur K_d en fonction des caractéristiques de la ligne écrantée

Ligne	K_d
Avec écran en contact avec le sol	1
Avec écran non en contact avec le sol	0,4

Annex D (informative)

Assessment of probability P'_X of damage to a service

The probabilities given in this annex are values agreed by the IEC. Other values may be chosen if justified.

The probabilities given in this annex are valid if protection measures conform to IEC 62305-5.

D.1 Lines with metallic conductors

D.1.1 Probability P'_B and P'_C that a flash to the structure to which a line is connected will cause damages

The probability P'_B that a flash to the structure to which a line is connected will cause physical damages, and the probability P'_C that a flash to the structure to which the line is connected will cause failures of service equipment are related to the failure current I_a . I_a depends on the characteristics of the line, the number of incoming services to the structure and the adopted protection measures.

For unshielded lines $I_a = 0$ must be assumed.

For shielded lines, the failure current I_a (kA) shall be evaluated according to:

$$I_a = 25 n \times U_w / (R_s \times K_d \times K_p) \quad (\text{D.1})$$

where

K_d is the factor depending on characteristics of line (see Table D.1);

K_p is the factor taking into account the effect of the adopted protection measures (see Table D.2);

U_w is the impulse withstand voltage, (kV) (see Table D.3 for cables and Table D.4 for apparatus);

R_s is the shield resistance of the cable, (Ω/km);

n is the number of services incoming to the structure.

NOTE 1 SPDs at entrance point into the structure increase the failure current I_a and may have a positive protection effect.

NOTE 2 Detailed information for TLC lines are given in Recommendation ITU K.47.

Table D.1 – Values of factor K_d as a function of the characteristics of the shielded line

Line	K_d
With shield in contact with the soil	1
With shield not in contact with the soil	0,4

Tableau D.2 – Valeurs du facteur K_p en fonction des mesures de protection

Mesure de protection	K_p
Pas de mesures de protection	1
Fils d'écran complémentaires – Un conducteur	0,6
Fils d'écran complémentaires – Deux conducteurs	0,4
Conduit de protection contre la foudre	0,1
Câble armé	0,02
Fils d'écran complémentaires – Tube en acier	0,01
1) Le fil d'écran est installé à environ 30 cm au-dessus du câble; deux fils d'écran sont mis en oeuvre symétriquement par rapport à l'axe du câble et à environ 30 cm au-dessus de celui-ci.	

Tableau D.3 – Tension de tenue aux chocs U_w en fonction du type d'isolation du câble

Type de câble	U_n kV	U_w kV
TLC – Papier isolé	–	1,5
TLC – Isolé au PVC ou PR	–	5
Puissance	≤ 1	15
Puissance	3	45
Puissance	6	60
Puissance	10	75
Puissance	15	95
Puissance	20	125

Tableau D.4 – Tension de tenue aux chocs U_w en fonction du type de matériel

Type de matériel	U_w kV
Electronique	1,5
Matériel d'utilisation électrique ($U_n < 1$ kV)	2,5
Matériel d'utilisation électrique ($U_n < 1$ kV)	6

Les valeurs de P'_B et P'_C en fonction des valeurs du courant de défaillance I_a sont données au Tableau D.5.

Si des parafoudres conformes à la CEI 62305-5 sont fournis, les valeurs de P'_B et P'_C sont la valeur de P_{SPD} (voir Tableau B.3).

Table D.2 – Values of the factor K_p as a function of the protection measures

Protection measure	K_p
No protection measures	1
Additional shielding wires – One conductor ¹⁾	0,6
Additional shielding wires – Two conductors ¹⁾	0,4
Lightning protective cable duct	0,1
Lightning protective cable	0,02
Additional shielding wires – steel tube	0,01
¹⁾ The shielding wire is installed about 30 cm above the cable; two shielding wires are located 30 cm above the cable symmetrically disposed in respect of the axis of the cable.	

Table D.3 – Impulse withstand voltage U_w as a function of the type of cable

Type of cable	U_n kV	U_w kV
TLC- Paper insulated	–	1,5
TLC- PVC, PE insulated	–	5
Power	≤ 1	15
Power	3	45
Power	6	60
Power	10	75
Power	15	95
Power	20	125

Table D.4 – Impulse withstand voltage U_w as a function of the type of apparatus

Type of apparatus	U_w kV
Electronic	1,5
Electrical user apparatus ($U_n < 1$ kV)	2,5
Electrical network apparatus ($U_n < 1$ kV)	6

The values of P'_B and P'_C as function of values of the failure current I_a are given in Table D.5.

When SPDs, conforming to IEC 62305-5 are provided, values of P'_B and P'_C are to be assumed to be the value of P_{SPD} (see Table B.3).

Tableau D.5 – Valeurs de probabilité P'_B , P'_C , P'_V et P'_W et en fonction du courant de défaillance I_a

I_a kA	P'_B, P'_C, P'_V, P'_W
0	1
3	0,99
5	0,95
10	0,9
20	0,8
30	0,6
40	0,4
50	0,3
60	0,2
80	0,1
100	0,05
150	0,02
200	0,01
300	0,005
400	0,002
600	0,001

D.1.2 Probabilités P'_V et P'_W pour qu'un impact sur la ligne entraîne des dommages

La probabilité P'_V pour qu'un impact entraîne des dommages physiques et la probabilité P'_W pour qu'un impact entraîne des défaillances des matériels connectés sont liées au courant de défaillance I_a lequel dépend des caractéristiques de la ligne et des mesures de protection choisies.

Pour les lignes non écrantées, il faut choisir $I_a = 0$.

Pour les lignes écrantées, le courant de défaillance I_a doit être évalué comme suit:

$$I_a = 25 U_w / (R_s \times K_d \times K_p) \quad (D.7)$$

où

K_d est le facteur dépendant des caractéristiques de la ligne (voir Tableau D.1);

K_p est le facteur prenant en compte les mesures de protection adoptées (voir Tableau D.2);

U_w est la tension de tenue aux chocs du câble, (kV) (voir le Tableau D.3 pour les câbles et le Tableau D.4 pour les matériels);

R_s est la résistance de l'écran du câble (Ω/km).

Lors de l'évaluation de P'_V pour les lignes de communication, les valeurs maximales du courant de défaillance I_a à prendre sont les suivantes:

$I_a = 40$ kA pour les câbles avec écran en plomb;

$I_a = 20$ kA pour les câbles avec écran en aluminium.

NOTE 1 Ces valeurs résultent d'une estimation approximative du courant d'essai (I_t) endommageant des câbles de communication typiques au point d'impact. Si un élément indique que ces valeurs ne sont pas applicables pour une conception de câble donnée, il convient que les essais décrits dans la CEI 62305-5 soient utilisés pour l'évaluation du courant de défaillance.

Table D.5 – Values of probability P'_B , P'_C , P'_V and P'_W as a function of the failure current I_a

I_a kA	P'_B, P'_C, P'_V, P'_W
0	1
3	0,99
5	0,95
10	0,9
20	0,8
30	0,6
40	0,4
50	0,3
60	0,2
80	0,1
100	0,05
150	0,02
200	0,01
300	0,005
400	0,002
600	0,001

D.1.2 Probabilities P'_V and P'_W that a flash to a line will cause damages

The probability P'_V that a flash to a line will cause physical damages, and the probability P'_W that a flash to a line will cause failure of service equipment is related to the failure current I_a which, in turn, depends on the characteristics of the line and on the protection measures adopted.

For unshielded lines $I_a = 0$ must be assumed.

For shielded lines the failure current I_a shall be evaluated according to:

$$I_a = 25 U_w / (R_s \times K_d \times K_p) \quad (\text{D.7})$$

where

K_d is a factor depending on characteristics of the line (see Table D.1);

K_p is a factor taking into account the protection measures adopted (see Table D.2);

U_w is the impulse withstand voltage (in kV) (see Table D.3 for cables and Table D.4 for apparatus);

R_s is the shield resistance of the cable (in Ω/km).

When evaluating P'_V for telecommunication lines, the maximum values of failure current I_a to be assumed are as follows:

$I_a = 40$ kA for cables with a lead shield;

$I_a = 20$ kA for cables with an aluminium shield.

NOTE 1 These values are a rough estimation of the test current (I_t) damaging typical telecommunication cables at the striking point. If any evidence exists that these values are not applicable for a given cable design, other values may be used. In this case the tests described in IEC 62305-5 should be used for the evaluation of the failure current.

Les valeurs de P'_V et P'_W en fonction des valeurs du courant de défaillance I_a sont données au Tableau D.5.

NOTE 2 Des informations détaillées sur les lignes de communication sont données dans la Recommandation UIT K.47.

D.1.3 Probabilité P'_Z pour qu'un impact à proximité d'une ligne entraîne des dommages

La probabilité P'_Z pour qu'un impact à proximité d'une ligne entraîne des défaillances des matériels connectés dépend des caractéristiques de la ligne et des mesures de protection choisies.

Lorsque des parafoudres conformes à la CEI 62305-5 ne sont pas prévus, la valeur de P'_Z est égale à P_{LI} .

Les valeurs de P_{LI} sont données dans le Tableau B.7.

Lorsque des parafoudres conformes à la CEI 62305-4 sont prévus, la valeur de P'_Z est la plus faible entre P_{SPD} (voir Tableau B.3) et P_{LI} .

D.2 Lignes à fibres optiques

A l'étude.

D.3 Canalisations

A l'étude.

The values of P'_V and P'_W as a function of values of the failure current I_a are given in Table D.5.

NOTE 2 Detailed information for TLC lines is given in Recommendation ITU K.47.

D.1.3 Probability P'_Z that a flash near the line will cause damage

The probability P'_Z that a flash near the line will cause failure of connected apparatus depends on the characteristics of the line and on the protection measures adopted.

When SPDs conforming to IEC 62305-5 are not provided, the value of P'_Z is equal to the value of P_{LI} .

Values of P_{LI} are reported in Table B.7.

When SPDs conforming to IEC 62305-4 are provided, the value of P'_Z is the lower value between P_{SPD} (see Table B.3) and P_{LI} .

D.2 Fibre optic lines

Under consideration.

D.3 Pipes

Under consideration.

Annexe E
(informative)

Evaluation du montant des pertes L'_x dans un service

E.1 Montant relatif moyen des pertes annuelles

Les pertes L'_x se réfèrent à la moyenne relative du montant d'un type particulier de dommage, de son étendue et des effets consécutifs pouvant être dus à un impact de foudre.

Sa valeur dépend:

- du type et de l'importance des services publics;
- de la valeur des biens affectés par les dommages.

Les pertes L'_x varient selon le type de perte (L'_1 , L'_2 et L'_4) considérée et, pour chaque type de perte, selon le type de dommage (D2 et D3) à l'origine. Les symboles suivants sont utilisés:

L'_f pertes dues aux dommages physiques.

L'_o pertes dues aux défaillances des réseaux internes.

E.2 Pertes inacceptables de service public

Les valeurs de L'_f et L'_o peuvent être déterminées en termes de quantité relative de pertes potentielles à partir de la relation approchée suivante:

$$L'_x = n_p / n_t \times t / 8\,760 \tag{E.1}$$

où

n_p est le nombre moyen d'utilisateurs non desservis;

n_t est le nombre total d'utilisateurs desservis;

t est la durée annuelle de perte de service, en heures.

Les valeurs moyennes typiques de L'_f et L'_o pouvant être prises lorsque la détermination de n_p , n_t et t est incertaine ou difficile, sont données dans le Tableau E.1.

Tableau E.1 – Valeurs moyennes typiques de L'_f et L'_o

Type de service	L'_f	L'_o
Gaz, eau	10^{-1}	10^{-2}
TV, lignes de communication, puissance	10^{-2}	10^{-3}

Les pertes de service public sont affectées par les caractéristiques suivantes des services:

$$L'_B = L'_V = L'_f \tag{E.2}$$

$$L'_C = L'_W = L'_Z = L'_o \tag{E.3}$$

Annex E (informative)

Assessment of the amount of loss L'_x in a service

E.1 Average relative amount of loss per year

The loss L'_x refers to the mean relative amount of a particular type of damage which may occur as the result of a lightning flash to a service, considering both the extent and consequential effects.

Its value depends on:

- the type and importance of the service provided to the public;
- the value of the goods affected by the damage.

The loss L'_x varies with the type of loss ($L'1$, $L'2$ and $L'4$) considered and, for each type of loss, with the type of damage (D2 and D3) causing the loss. The following symbols are used:

L'_f loss due to physical damage;

L'_o loss due to failure of internal systems.

E.2 Unacceptable loss of service to the public

The values of L'_f and L'_o can be determined in term of relative amount of possible loss from the approximate relationship:

$$L'_x = n_p / n_t \times t / 8\,760 \quad (\text{E.1})$$

where

n_p is the mean number of users not served;

n_t is the total number of users served;

t is the annual period of loss of service (in hours).

Typical mean values of L'_f and L'_o , for use when the determination of n_p , n_t and t is uncertain or difficult, are given in Table E.1.

Table E.1 – Typical mean values of L'_f and L'_o

Type of service	L'_f	L'_o
Gas, water	10^{-1}	10^{-2}
TV, TLC, power supply	10^{-2}	10^{-3}

Loss of service to the public is affected by service characteristics as follows:

$$L'_B = L'_V = L'_f \quad (\text{E.2})$$

$$L'_C = L'_W = L'_Z = L'_o \quad (\text{E.3})$$

E.3 Pertes économiques

Les valeurs de L'_f et L'_o peuvent être déterminées en termes de quantité relative de pertes potentielles à partir de la relation approchée suivante:

$$L'_x = c / c_t \quad (\text{E.4})$$

où

c est le coût moyen des pertes possibles de structure, son contenu et des activités correspondantes, en monnaie;

c_t est le coût total de la structure, son contenu et ses activités correspondantes, en monnaie.

Les valeurs moyennes typiques de L'_f et L'_o qui peuvent être choisies pour tous les types de services lorsque la détermination de c et c_t est incertaine ou difficile, sont les suivantes:

$$L'_f = 10^{-1}$$

$$L'_o = 10^{-3}$$

Les pertes de valeurs économiques sont affectées par les caractéristiques des services comme suit:

$$L'_B = L'_V = L'_f \quad (\text{E.5})$$

$$L'_C = L'_W = L'_Z = L'_o \quad (\text{E.6})$$

E.3 Economic loss

The value of L'_f and L'_o can be determined in term of the relative amount of possible loss from the approximate relationship:

$$L'_x = c / c_t \quad (\text{E.4})$$

where

c is the mean value of possible loss of the structure, its content and relevant activities, in currency;

c_t is the total value of the structure, its content and relevant activities, in currency.

Typical mean values of L'_f and L'_o , for use for all types of services when the determination of c and c_t is uncertain or difficult, are as follows:

$$L'_f = 10^{-1}$$

$$L'_o = 10^{-3}$$

The loss of economic values is affected by service characteristics as follows:

$$L'_B = L'_V = L'_f \quad (\text{E.5})$$

$$L'_C = L'_W = L'_Z = L'_o \quad (\text{E.6})$$

Annexe F (informative)

Surtensions de manœuvre

Des surtensions internes peuvent apparaître en raison de différentes origines, mais l'une d'entre elles, par exemple un court-circuit dû à un amorçage de foudre, peut souvent engendrer des surtensions temporaires et de manœuvre. Pour cette raison, et pour d'autres plus générales, l'évaluation de la protection contre les surtensions internes est justifiée.

Dans la majorité des cas, les surtensions de manœuvre sont moins pénalisantes que celles dues à la foudre et les moyens de protection (parafoudres) appropriés à la protection contre la foudre sont aussi appropriés à la protection contre les surtensions de manœuvre. Ainsi, la décision de protéger les matériels contre les chocs de foudre couvre en général le besoin de protection contre les surtensions de manœuvre.

Lorsque l'étude de surtensions de manœuvre est appropriée, la méthode d'évaluation du risque est très proche de celle d'évaluation du risque en cas de chocs induits par la foudre sur les lignes et leurs effets sur les matériels sont très similaires. Toutefois, il existe une différence relative au nombre N_s de surtensions par an.

Il existe deux types de surtensions de manœuvre:

- Les surtensions répétitives (action volontaire des disjoncteurs ou analogues, permutation des batteries de condensateurs). Elles apparaissent très fréquemment selon les décisions d'un opérateur ou plus souvent d'un automatisme. La fréquence se situe entre 1 à 2 fois par jour pour atteindre de nombreuses fois par jour dans le cas de machines de soudage à arc. La fréquence et la valeur de ces surtensions (ou leurs effets sur les dispositifs électriques) sont généralement connues et sont fondées sur l'expérience. Dans de tels cas, la plupart du temps, la décision de protéger le matériel ou non est prise sur une base déterministe et une analyse de risque est inutile.
- Les surtensions aléatoires (fonctionnement de disjoncteurs ou de fusibles en cas de défaut par exemple). Dans ce cas, leur fréquence est inconnue par définition et leur valeur et leurs effets sur les matériels électriques peuvent également être inconnus. Dans ce cas, une évaluation de risque peut aider à décider si une protection est nécessaire contre cette source de dommages.

La valeur des surtensions de manœuvre ne peut être évaluée que par des mesures détaillées dans les installations électriques spécifiques et par leur distribution statistique. Généralement, la fréquence de leur apparition décroît lorsque leur valeur satisfait à la loi du tiers de la puissance (la probabilité est inversement proportionnelle au tiers de sa valeur).

Dans les réseaux à basse tension, les surtensions de manœuvre présumées sont inférieures à 4 kV et seulement 2 pour 1 000 ont une valeur supérieure à 2,5 kV. En se fondant sur le total estimé ou sur les valeurs mesurées pouvant se produire par an (n_s), le nombre total N_s par an supérieur à 2,5 kV (mais inférieur à 4 kV) est donné par l'équation suivante:

$$N_s = 0,002 \times n_s \quad (\text{F.1})$$

La probabilité de dommage P et les pertes consécutives L sont les mêmes que pour les surtensions induites par la foudre (voir les Annexes B et C).

Annex F (informative)

Switching overvoltages

Internal overvoltages can occur for different reasons. One possible cause is a short-circuit due to lightning sparkover, which can often lead to temporary and switching overvoltages. For this reason, consideration of protection against internal overvoltages is justified.

In most cases, switching overvoltages are less damaging than lightning ones and the means of protection (namely SPDs) effective to protect against lightning surges also protect efficiently against switching surges. Therefore, the decision to protect equipment against lightning surges covers in general the question of the need of protection against switching surges.

When the study of switching surges is relevant, the procedure to assess this risk is very close to the one used in the case of surges induced by lightning on the lines as the effects on equipment are very similar. However, there is a difference regarding the number N_s of overvoltages per year.

Switching surges can be divided into two types:

- Repetitive surges (operation of circuit-breakers, switching of capacitors banks, etc.). These occur quite frequently due to a regular decision from a human being or more often due to automatic functioning of equipment. The frequency of occurrence ranges from one or two times per day to many times per day in the case of an arc soldering machine for example. The frequency of occurrence and the magnitude of these surges (and their effect on electrical devices) are, in general, well known. Risk analysis is not often useful in the decision to protect equipment in such cases.
- Random surges (i.e. operating of circuit-breakers or fuses to clear a fault). In this case, their frequency is, by definition, unknown and their amplitude and effect on electrical equipment may also be unknown. In this case, a risk assessment may help to decide if protection is needed against this source of damage.

The magnitude of switching overvoltages can only be assessed by detailed measurements of specific electrical installations and statistical processing of the data. In general, the frequency of occurrence of switching overvoltages decreases with magnitude; fulfilling a third power law (the probability is inversely proportional to the third power of its magnitude).

In low voltage systems, switching overvoltages are expected to be lower than 4 kV and only 2 per 1 000 have a magnitude exceeding 2,5 kV. Based on the total estimated or measured switching overvoltages which may happen per year (n_s), we can derive the total number N_s per year which is in excess of 2,5 kV (but lower than 4 kV) by the following equation:

$$N_s = 0,002 \times n_s \quad (\text{F.1})$$

The probability of damage P and the consequent loss L are the same as those for lightning induced surges (see Annexes B and C).

Annexe G (informative)

Evaluation des coûts des pertes

Le coût des pertes totales C_L peut être calculé par la formule suivante:

$$C_L = (R_A + R_U) \times C_A + (R_B + R_V) \times (C_A + C_B + C_S + C_C) + (R_C + R_M + R_W + R_Z) \times C_S \quad (G.1)$$

où

R_A et R_U sont les composantes de risque relatives aux pertes d'animaux, sans mesures de protection;

R_B et R_V sont les composantes de risque relatives aux dommages physiques, sans mesures de protection;

R'_C, R'_M, R'_W, R'_Z sont les composantes de risque relatives aux défaillances des réseaux électriques et électroniques sans mesures de protection;

C_A est le coût des animaux;

C_S est le coût des réseaux dans la structure;

C_B est le coût du bâtiment;

C_C est le coût du contenu.

Le coût total C_{RL} des pertes résiduelles malgré les mesures de protection peut être calculée par la formule:

$$C_{RL} = (R'_A + R'_U) \times C_A + (R'_B + R'_V) \times (C_A + C_B + C_S + C_C) + (R'_C + R'_M + R'_W + R'_Z) \times C_S \quad (G.2)$$

où

R'_A et R'_U sont les composantes de risques relatives aux pertes d'animaux avec des mesures de protection;

R'_B et R'_V sont les composantes de risques relatives aux dommages physiques, sans mesures de protection;

R'_C, R'_M, R'_W, R'_Z sont les composantes de risque relatives aux défaillances des réseaux électriques et électroniques, sans mesures de protection.

Le coût annuel C_{PM} des mesures de protection peut être calculé par la formule:

$$C_{PM} = C_P (i + a + m) \quad (G.3)$$

où

C_P est le coût des mesures de protection;

i est le taux d'intérêt;

a est le taux d'amortissement;

m est le coût de maintenance.

L'économie annuelle S est

$$S = C_L - (C_{PM} + C_{RL}) \quad (G.4)$$

La protection est appropriée si l'économie annuelle $S > 0$.

Annex G (informative)

Evaluation of costs of loss

The cost of total loss C_L may be calculated by the following equation:

$$C_L = (R_A + R_U) \times C_A + (R_B + R_V) \times (C_A + C_B + C_S + C_C) + (R_C + R_M + R_W + R_Z) \times C_S \quad (\text{G.1})$$

where

R_A and R_U are the risk components related to loss of animals, without protection measures;

R_B and R_V are the risk components related to physical damage, without protection measures;

R_C, R_M, R_W, R_Z are the risk components related to failure of electrical and electronic systems, without protection measures;

C_A is the cost of the animals;

C_S is the cost of systems in the structure;

C_B is the cost of the building;

C_C is the cost of the contents.

The total cost C_{RL} of residual loss in spite of protection measures may be calculated by means of the formula:

$$C_{RL} = (R'_A + R'_U) \times C_A + (R'_B + R'_V) \times (C_A + C_B + C_S + C_C) + (R'_C + R'_M + R'_W + R'_Z) \times C_S \quad (\text{G.2})$$

where

R'_A and R'_U are the risk components related to loss of animals, with protection measures;

R'_B and R'_V are the risk components related to physical damages, with protection measures;

R'_C, R'_M, R'_W, R'_Z are the risk components related to the failure of electrical and electronic systems, with protection measures.

The annual cost C_{PM} of protection measure may be calculated by means of the equation:

$$C_{PM} = C_P \times (i + a + m) \quad (\text{G.3})$$

where

C_P is the cost of protection measures;

i is the interest rate;

a is the amortization rate;

m is the maintenance rate.

The annual saving S of money is:

$$S = C_L - (C_{PM} + C_{RL}) \quad (\text{G.4})$$

Protection is convenient if the annual savings $S > 0$.

Annexe H (informative)

Etude de cas de structures

Dans cette annexe, des cas relatifs à une maison d'habitation, un bâtiment de bureaux, un hôpital et un appartement sont traités dans le but de montrer:

- la façon de calculer le risque et de s'assurer de la nécessité d'une protection;
- la contribution des différentes composantes du risque au risque total;
- les effets des différentes mesures de protection pour diminuer un tel risque;
- la manière de choisir parmi différentes solutions de protection en tenant compte des impacts économiques.

NOTE Cette annexe présente des hypothèses de cas relatifs à une maison d'habitation, un bâtiment de bureaux, un hôpital et un appartement. Elle est destinée à donner des informations sur l'évaluation du risque afin d'illustrer les principes de la présente norme. Elle n'est pas destinée à traiter de toutes les conditions existantes dans divers bâtiments et réseaux.

H.1 Maison rurale

La première étude de cas concerne une maison rurale pour laquelle le besoin de protection doit être évalué.

A cet effet, le risque R_1 de perte de vie humaine (composantes de R_1 selon 4.3 et le Tableau 3) doit être déterminé et comparé à la valeur tolérable $R_T = 10^{-5}$ (selon 5.5 et le Tableau 7). Les mesures de protection pour diminuer le risque seront choisies.

H.1.1 Données et caractéristiques concernées

Les données et les caractéristiques suivantes s'appliquent:

- 1) la maison elle-même et son environnement sont présentés au Tableau H.1;
- 2) les matériels électriques et électroniques internes et les services entrants auxquels ils sont connectés sont présentés au Tableau H.2.

Tableau H.1 – Données et caractéristiques de la structure

Paramètre	Note	Symbole	Valeur	Référence
Dimensions (m)	–	(L_b, W_b, H_b)	15, 20, 6	
Facteur d'emplacement	Isolé ¹⁾	C_d	1	Tableau A.2
SPF	Aucun	P_B	1	Tableau B.2
Ecran à la frontière de la structure	Aucun	K_{s1}	1	Equation (B.3)
Ecran dans la structure	Aucun	K_{s2}	1	Equation (B.3)
Personnes à l'extérieur de la maison	Aucune ²⁾			
Densité de foudroiement	1/km ² /an	N_g	4	–

¹⁾ Région plate, pas de structures environnantes.
²⁾ Risque de choc de personnes $R_A = 0$.

Annex H (informative)

Case study for structures

In this annex, case studies relevant to a country house, an office building, a hospital and an apartment house are developed with the aim of showing:

- how to calculate risk and determine the need for protection;
- the contribution of different risk components to the overall risk;
- the effect of different protection measures to mitigate against such risk;
- the method of selection from among different protection solutions, taking into account cost-effectiveness.

NOTE This annex presents hypothetical data for a country house, an office building, a hospital and an apartment house. This annex is intended to provide information about the evaluation of the risk to illustrate the principles contained in this standard. It is not intended to address the unique aspects of the conditions that exist in all facilities or systems.

H.1 Country house

As a first case study, let us consider a country house for which the need for protection has to be evaluated.

For this example, the risk R_1 of loss of human life (components of R_1 according to 4.3 and Table 3) shall be determined and compared with the tolerable value $R_T = 10^{-5}$ (according to 5.5 and Table 7). The protection measures to mitigate such risk will be selected.

H.1.1 Relevant data and characteristics

The following data and characteristics apply:

- 1) the house itself and its surroundings are given in Table H.1;
- 2) internal systems and incoming lines to which they are connected are given in Table H.2.

Table H.1 – Structure data and characteristics

Parameter	Comment	Symbol	Value	Reference
Dimensions (m)	-	(L_b, W_b, H_b)	15, 20, 6	
Location factor	Isolated ¹⁾	C_d	1	Table A.2
LPS	None	P_B	1	Table B.2
Shield at structure boundary	None	K_{S1}	1	Equation (B.3)
Shield internal to structure	None	K_{S2}	1	Equation (B.3)
People present outside the house	None ²⁾			
Lightning flash density	1/km ² /year	N_g	4	-

¹⁾ Flat territory, no neighboring structures.

²⁾ Risk of shock of people $R_A = 0$.

Tableau H.2 – Données et caractéristiques des lignes entrantes et des matériels internes

Paramètre	Note	Symbole	Valeur	Référence
Résistivité du sol	Ωm	ρ	500	–
Ligne de puissance aérienne BT et son réseau interne				
Longueur (m)		L_c	1 000	
Hauteur (m)	Enterrée	H_c	–	
Transformateur	Non	C_t	1	Tableau A.4
Facteur d'emplacement de ligne ¹⁾	Isolé	C_d	1	Tableau A.2
Facteur d'environnement de ligne	Rural	C_e	1	Tableau A.5
Ecran de ligne	Aucun	P_{LD}	1	Tableau B.6
Précaution d'installation des câbles	Aucune	K_{S3}	1	Tableau B.5
Tenue des réseaux internes	$U_w = 1,5 \text{ kV}$	K_{S4}	1	Equation (B.4)
Parafoudres coordonnés	Non	P_{SPD}	1	Tableau B.3
Ligne de communication aérienne et matériel électronique interne				
Longueur (m)		L_c	1 000	
Hauteur (m)		H_c	6	
Facteur d'emplacement de ligne ¹⁾	Isolé	C_d	1	Tableau A.1
Facteur d'environnement de ligne	Rural	C_e	1	Tableau A.4
Ecran de ligne	Aucun	P_{LD}	1	Tableau B.6
Précaution d'installation des câbles	Aucune	K_{S3}	1	Tableau B.5
Tenue du matériel	$U_w = 1,5 \text{ kV}$	K_{S4}	1	Equation (B.4)
Parafoudres coordonnés	Non	P_{SPD}	1	Tableau B.3
¹⁾ Région plate, lignes isolées (pas de structures environnantes, pas de structures adjacentes connectées à l'extrémité externe (extrémité «a») des lignes ($N_{Da} = 0$)).				

En tenant compte des éléments suivants:

- le type de surface de sol est différent à l'extérieur et à l'intérieur de la structure;
- la structure constitue un compartiment unique à l'épreuve du feu;
- il n'y a pas d'écrans spatiaux;

la zone principale suivante peut être définie:

- Z_1 (à l'extérieur du bâtiment);
- Z_2 (à l'intérieur du bâtiment).

Il convient de ne pas définir d'autres zones en tenant compte de ce qui suit:

- les deux réseaux internes (de puissance et de communication) couvrent toute la zone Z_2 ;
- les pertes L sont considérées comme constantes dans la zone Z_2 .

Si personne ne se tient à l'extérieur du bâtiment; le risque R_1 pour la zone Z_1 peut être négligé et l'évaluation est faite seulement pour la zone Z_2 .

Les caractéristiques des zones sont données dans le Tableau H.3 pour la zone Z_2 .

En suivant l'évaluation de risque du concepteur, les valeurs typiques moyennes de pertes relatives par an dues au risque R_1 seront prises (voir Tableau C.1).

Table H.2 – Data and characteristics of lines and connected internal systems

Parameter	Comment	Symbol	Value	Reference
Soil resistivity	Ωm	ρ	500	
LV power line and its internal system				
Length (m)		L_c	1 000	
Height (m)	Buried	H_c	-	
Transformer	None	C_t	1	Table A.4
Line location factor ¹⁾	Isolated	C_d	1	Table A.2
Line environment factor	Rural	C_e	1	Table A.5
Line shielding	None	P_{LD}	1	Table B.6
Internal wiring precaution	None	K_{S3}	1	Table B. 5
Withstand of internal system	$U_w = 2,5 \text{ kV}$	K_{S4}	0,6	Equation (B.4)
Coordinated SPD protection	None	P_{SPD}	1	Table B.3
Telecom line and its internal system				
Length (m)		L_c	1 000	
Height (m)		H_c	6	
Line location factor ¹⁾	Isolated	C_d	1	Table A.1
Line environment factor	Rural	C_e	1	Table A.4
Line shielding	None	P_{LD}	1	Table B.6
Internal wiring precaution	None	K_{S3}	1	Table B.5
Withstand of internal system	$U_w = 1,5 \text{ kV}$	K_{S4}	1	Equation (B.4)
Coordinated SPD protection	None	P_{SPD}	1	Table B.3
¹⁾ Flat territory, line isolated (no neighbouring structures, no adjacent structures connected to the far end (end "a") of the line ($N_{Da} = 0$)).				

Taking into account that

- the type of surface is different outside from the one inside the structure,
- the structure is a unique fire proof compartment,
- no spatial shields exist,

the following main zone may be defined:

- Z_1 (outside the building);
- Z_2 (inside the building).

No further zones need be defined assuming that:

- both internal systems (power and telecom) are in zone Z_2 ;
- losses L are assumed to be constant in zone Z_2 .

If there are no people outside the building, risk R_1 for zone Z_1 may be disregarded and the risk assessment is to be performed only for zone Z_2 .

Characteristics of zone Z_2 are reported in Table H.3.

Following the evaluation of the lightning protection designer, the typical mean values of relative amount of loss per year relevant to risk R_1 were assumed (see Table C.1).

Tableau H.3 – Caractéristiques de la zone Z₂ (à l'intérieur du bâtiment)

Paramètre	Commentaire	Symbole	Valeur	Référence
Type de surface du sol	Bois	r_u	10 ⁻⁵	Tableau C.2
Risque d'incendie	Faible	r_f	10 ⁻³	Tableau C.4
Danger particulier	Aucun	h_z	1	Tableau C.5
Protection contre l'incendie	Aucune	r_p	1	Tableau C.3
Ecran spatial	Aucun	K_{S2}	1	Equation (B.3)
Réseaux de puissance internes	Oui	Connectés au réseau BT	–	
Réseaux de communication internes	Oui	Connectés au réseau de communication	–	
Pertes par tensions de contact et de pas	Oui	L_t	10 ⁻⁴	Tableau C.1
Pertes par dommages physiques	Oui	L_f	10 ⁻¹	Tableau C.1

H.1.2 Calcul des valeurs correspondantes

Les calculs des surfaces équivalentes d'exposition sont présentés au Tableau H.4. Les calculs des nombres prévisibles d'événements dangereux sont donnés au Tableau H.5.

Tableau H.4 – Surfaces d'exposition équivalente des structures et des lignes

Symbole de surface	Numéro de formule ou de tableau	Formule pour la surface équivalente d'exposition	Données du tableau	Valeur m ²
A_d	(A.2)	Structure: $A_d = [L_b \times W_b + 6H_b \times (L_b + W_b) + \pi \times (3 H_b)^2]$	H.1	2,58 × 10 ³
$A_{i(P)}$	Tableau A.3	Ligne de puissance: $A_{i(P)} = \sqrt{\rho} \times [L_c - 3H_b]$	H.1 H.2	2,2 × 10 ⁴
$A_{i(P)}$	Tableau A.3	A proximité de la ligne de puissance: $A_{i(P)} = 25\sqrt{\rho} \times L_c$	H.2	5,6 × 10 ⁵
$A_{i(T)}$	Tableau A.3	Ligne de communication: $A_{i(T)} = 6 H_c \times [L_c - 3 H_b]$	H.1 H.2	3,5 × 10 ⁴
$A_{i(T)}$	Tableau A.3	A proximité de la ligne de communication: $A_{i(T)} = 1\ 000 \times L_c$	H.2	10 ⁶

Table H.3 – Zone Z₂ (inside the building) characteristics

Parameter	Comment	Symbol	Value	Reference
Floor surface type	Wood	r_u	10 ⁻⁵	Table C.2
Risk of fire	Low	r_f	10 ⁻³	Table C.4
Special hazard	None	h_z	1	Table C.5
Fire protection	None	r_p	1	Table C.3
Spatial shield	None	K_{S2}	1	Equation (B.3)
Internal power systems	Yes	Connected to LV power line	–	
Internal telephone systems	Yes	Connected to telecom line	–	
Loss by touch and step voltages	Yes	L_t	10 ⁻⁴	Table C.1
Loss by physical damages	Yes	L_f	10 ⁻¹	Table C.1

H.1.2 Calculation of relevant quantities

Calculations of collection areas are given in Table H.4. Calculations of expected number of dangerous events are given in Table H.5.

Table H.4 – Collection areas of structure and lines

Symbol of area	Equation/Table reference	Equation for collection area	Data from table	Value m ²
A_d	(A.2)	To the structure: $A_d = [L_b \times W_b + 6H_b \times (L_b + W_b) + \pi \times (3 H_b)^2]$	H.1	2,58 × 10 ³
$A_{i(P)}$	Table A.3	To the power line: $A_{i(P)} = \sqrt{\rho} \times [L_c - 3H_b]$	H.1 H.2	2,2 × 10 ⁴
$A_{i(P)}$	Table A.3	Near the power line: $A_{i(P)} = 25 \times \sqrt{\rho} \times L_c$	H.2	5,6 × 10 ⁵
$A_{i(T)}$	Table A.3	To the telecom line: $A_{i(T)} = 6 H_c \times [L_c - 3 H_b]$	H.1 H.2	3,5 × 10 ⁴
$A_{i(T)}$	Table A.3	Near the telecom line: $A_{i(T)} = 1\,000 \times L_c$	H.2	10 ⁶

Tableau H.5 – Nombre annuel prévisible d'événements dangereux

Symbole du nombre	Numéro de la formule	Formule pour le nombre d'impacts	Données du tableau	Valeur (1/an)
N_D	(A.4)	Sur la structure: $N_D = N_g \times A_d \times C_d \times 10^{-6}$	H.1 H.4	$1,03 \times 10^{-2}$
$N_{L(P)}$	(A.7)	Ligne de puissance: $N_{L(P)} = N_g \times A_{l(P)} \times C_{d(P)} \times C_{t(P)} \times 10^{-6}$	H.1 H.2 H.4	$8,78 \times 10^{-2}$
$N_{i(P)}$	(A.8)	A proximité de la ligne de puissance: $N_{i(P)} = N_g \times A_{i(P)} \times C_{t(P)} \times C_{e(P)} \times 10^{-6}$	H.1 H.2 H.4	2,24
$N_{L(T)}$	(A.7)	Ligne de communication: $N_{L(T)} = N_g \times A_{l(T)} \times C_{d(T)} \times 10^{-6}$	H.1 H.2 H.4	$1,41 \times 10^{-1}$
$N_{i(T)}$	(A.8)	A proximité de la ligne de communication: $N_{i(T)} = N_g \times A_{i(T)} \times C_{e(T)} \times 10^{-6}$	H.1 H.2 H.4	4

H.1.3 Calcul du risque pour décider du besoin de protection

Dans le cas étudié, il convient d'évaluer la composante R_1 .

Conformément à l'Equation (1), il convient de l'exprimer par la somme suivante des composantes:

$$R_1 = R_B + R_{U(\text{Ligne de puissance})} + R_{V(\text{Ligne de puissance})} + R_{U(\text{Ligne de communication})} + R_{V(\text{Ligne de communication})}$$

Les composantes impliquées et l'évaluation du risque total sont données au Tableau H.6.

Tableau H.6 – Composantes du risque impliquées et leur calcul (valeurs $\times 10^{-5}$)

Symbole de la composante	Numéro de formule ou de tableau	Formule pour la composante avec impacts sur	Données du tableau	Valeur $\times (10^{-5})$
R_B	Tableau 9	la structure donnant lieu à des dommages physiques: $R_B = N_D \times P_B \times h_z \times r_p \times r_f \times L_f$	H.1 H.3 H.5	0,103
$R_{U(\text{Ligne de puissance})}$	Tableau 9	la ligne de puissance donnant lieu à un choc: $R_U = (N_L + N_{Da}) \times P_U \times r_u \times L_t$	H.2 H.3 H.5	0,000 009
$R_{V(\text{Ligne de puissance})}$	Tableau 9	la ligne de puissance donnant lieu à des dommages physiques: $R_V = (N_L + N_{Da}) \times P_V \times h_z \times r_p \times r_f \times L_f$		0,878
$R_{U(\text{Ligne de communication})}$	Tableau 9	la ligne téléphonique donnant lieu à un choc: $R_U = (N_L + N_{Da}) \times P_U \times r_u \times L_t$		0,000 014
$R_{V(\text{Ligne de communication})}$	Tableau 9	la ligne téléphonique donnant lieu à des dommages physiques: $R_V = (N_L + N_{Da}) \times P_V \times h_z \times r_p \times r_f \times L_f$		1,41
R_1 total	Tableau 9	$R_A + R_B + R_{U(\text{Ligne de puissance})} + R_{V(\text{Ligne de puissance})} + R_{U(\text{Ligne de communication})} + R_{V(\text{Ligne de communication})}$		H.6

Table H.5 – Expected annual number of dangerous events

Symbol of number	Equation reference	Equation for number of flashes	Data from table	Value (1/year)
N_D	(A.4)	To the structure: $N_D = N_g \times A_d \times C_d \times 10^{-6}$	H.1 H.4	$1,03 \times 10^{-2}$
$N_{L(P)}$	(A.7)	To the power line: $N_{L(P)} = N_g \times A_{l(P)} \times C_{d(P)} \times C_{t(P)} \times 10^{-6}$	H.1 H.2 H.4	$8,78 \times 10^{-2}$
$N_{i(P)}$	(A.8)	Near the power line: $N_{i(P)} = N_g \times A_{i(P)} \times C_{t(P)} \times C_{e(P)} \times 10^{-6}$	H.1 H.2 H.4	2,24
$N_{L(T)}$	(A.7)	To the telecom line: $N_{L(T)} = N_g \times A_{l(T)} \times C_{d(T)} \times 10^{-6}$	H.1 H.2 H.4	$1,41 \times 10^{-1}$
$N_{i(T)}$	(A.8)	Near the telecom line: $N_{i(T)} = N_g \times A_{i(T)} \times C_{e(T)} \times 10^{-6}$	H.1 H.2 H.4	4

H.1.3 Risk calculation to make a decision on the need for protection

In the case under consideration, the risk R_1 should be evaluated.

According to Equation (1), it should be expressed by the following sum of components:

$$R_1 = R_B + R_{U(\text{Power line})} + R_{V(\text{Power line})} + R_{U(\text{Telecom line})} + R_{V(\text{Telecom line})}$$

Involved components and total risk evaluation are given in Table H.6

Table H.6 – Risk components involved and their calculation (values $\times 10^{-5}$)

Symbol of component	Equation/Table reference	Equation for component with flashes to	Data from table	Value $\times (10^{-5})$
R_B	Table 9	the structure resulting in physical damages: $R_B = N_D \times P_B \times h_z \times r_p \times r_f \times L_f$	H.1 H.3 H.5	0,103
$R_{U(\text{Power line})}$	Table 9	the power line resulting in shock: $R_U = (N_L + N_{Da}) \times P_U \times r_u \times L_t$	H.2 H.3 H.5	0,000 009
$R_{V(\text{Power line})}$	Table 9	the power line resulting in physical damages: $R_V = (N_L + N_{Da}) \times P_V \times h_z \times r_p \times r_f \times L_f$		0,878
$R_{U(\text{Telecom line})}$	Table 9	the phone line resulting in shock: $R_U = (N_L + N_{Da}) \times P_U \times r_u \times L_t$		0,000 014
$R_{V(\text{Telecom line})}$	Table 9	the phone line resulting in physical damages: $R_V = (N_L + N_{Da}) \times P_V \times h_z \times r_p \times r_f \times L_f$		1,41
Total R_1	Table 9	$R_A + R_B + R_{U(\text{Power line})} + R_{V(\text{Power line})} + R_{U(\text{Telecom line})} + R_{V(\text{Telecom line})}$		H.6

H.1.4 Conclusion de l'évaluation R_1

Comme $R_1 = 2,39 \times 10^{-5}$ a une valeur supérieure à la valeur tolérable $R_T = 10^{-5}$, la protection de la maison contre la foudre est nécessaire.

H.1.5 Choix des mesures de protection

La composition des composantes de risque (voir 4.3.1 et 4.3.2) conduit à:

- $R_D = R_A + R_B + R_C = R_B = 0,103 \times 10^{-5}$
- $R_I = R_M + R_U + R_V + R_W + R_Z = R_U + R_V \approx 2,287 \times 10^{-5}$
- $R_S = R_A + R_U = R_U \approx 0$
- $R_F = R_B + R_V \approx 2,39 \times 10^{-5}$
- $R_O = R_M + R_C + R_W = 0$

où

R_D est le risque dû aux impacts sur la structure (source S1);

R_I est le risque dû aux impacts non pas sur la structure, mais l'influençant (sources: S2, S3 et S4);

R_S est le risque de blessure des êtres vivants;

R_F est le risque dû aux dommages physiques;

R_O est le risque dû aux défaillances des réseaux internes.

Cette composition montre que le risque pour une structure est principalement dû aux dommages physiques frappant les lignes connectées.

D'après le Tableau H.6, les principales contributions à la valeur de risque sont données par:

- composante R_V (Ligne de communication) (impact sur la ligne de communication) pour 59 %;
- composante R_V (Ligne de puissance) (impact sur la ligne de puissance) pour 37 %;
- composante R_B (impact sur la structure) pour 4 %.

Pour réduire le risque R_1 à une valeur tolérable, il convient de tenir compte des mesures de protection influençant les composantes R_V et la composante R_B (voir Tableau H.6). Il existe deux cas adaptés:

- a) le parafoudre de niveau de protection IV au point d'entrée dans le bâtiment de la ligne de puissance et de la ligne téléphonique qui, d'après le Tableau B.3, réduit les valeurs de P_U et de P_V (en raison du parafoudre sur les lignes entrantes) de 1 à 0,03;
- b) le SPF de type IV, qui, d'après les Tableaux B.2 et B.3, réduit la valeur de P_B de 1 à 0,2 et les valeurs de P_U et P_V (en raison de la présence du parafoudre sur les lignes entrantes) de 1 à 0,03.

En utilisant de manière adéquate ces valeurs dans les formules du Tableau H.6, on obtient de nouvelles valeurs de composantes de risque comme indiqué au Tableau H.7.

H.1.4 Conclusion from R_1 evaluation

Because $R_1 = 2,39 \times 10^{-5}$ is higher than the tolerable value $R_T = 10^{-5}$, lightning protection for the structure is required.

H.1.5 Selection of protection measures

The composition of risk components (see 4.3.1 and 4.3.2) results as follows:

$$R_D = R_A + R_B + R_C = R_B = 0,103 \times 10^{-5}$$

$$R_I = R_M + R_U + R_V + R_W + R_Z = R_U + R_V \approx 2,287 \times 10^{-5}$$

$$R_S = R_A + R_U = R_U \approx 0$$

$$R_F = R_B + R_V \approx 2,39 \times 10^{-5}$$

$$R_O = R_M + R_C + R_W = 0$$

where

R_D is the risk due to flashes striking the structure (source S1);

R_I is the risk due to flashes not striking the structure but influencing it (sources: S2, S3 and S4);

R_S is the risk due to injury of living beings;

R_F is the risk due to physical damage;

R_O is the risk due to failure of internal systems.

This composition shows that the risk for the structure is mainly due to physical damage caused by lightning striking the connected lines.

According to Table H.6 the main contributions to the value of risk are given by:

- component R_V (Telecom line) (lightning flash to telecom line) for 59 %;
- component R_V (Power line) (lightning flash to power line) for 37 %;
- component R_B (lightning flash to structure) for 4 %.

To reduce the risk R_1 to a tolerable value, the protective measures influencing the components R_V and the component R_B (see Table H.6) should be considered. Suitable measures are as follows:

- a) installing SPD of LPL IV at the service entrance to protect both power and telephone lines. According to Table B.3 this reduces the values of P_U and P_V (due to SPD on connected lines) from 1 to 0,03;
- b) installing a LPS of class IV, which, according to Tables B.2 and B.3, reduces the value of P_B from 1 to 0,2 and the values of P_U and P_V (due to SPD on connected lines) from 1 to 0,03.

Inserting these values into the equations of Table H.6, new values of risk components are obtained, as shown in Table H.7.

Tableau H.7 – Valeurs des composantes de risque relatives au risque R_1 (valeurs $\times 10^{-5}$) pour les cas adaptés

Composantes de risque	Valeurs $\times 10^{-5}$	
	Cas a)	Cas b)
R_A	0	0
R_B	0,103	0,020 6
$R_{U(\text{Ligne de puissance})}$	≈ 0	≈ 0
$R_{V(\text{Ligne de puissance})}$	0,026 3	0,026 3
$R_{U(\text{Ligne de communication})}$	≈ 0	≈ 0
$R_{V(\text{Ligne de communication})}$	0,042 3	0,042 3
TOTAL	0,171 6	0,089 2

La solution à adopter dépend du meilleur compromis entre les aspects techniques et économiques.

H.2 Bâtiment de bureaux

La deuxième étude de cas concerne un immeuble de bureaux pour lequel le besoin de protection doit être évalué.

A cet effet, le risque R_1 de perte de vie humaine (composantes de R_1 selon 4.3 et le Tableau 3) doit être déterminé et comparé à la valeur tolérable $R_T = 10^{-5}$ (selon 5.5 et le Tableau 7). Les mesures de protection pour réduire le risque sont choisies. Selon la décision de l'utilisateur, le coût des mesures prises ne sera pas évalué.

H.2.1 Données et caractéristiques concernées

Les données et les caractéristiques suivantes s'appliquent:

- 1) le bâtiment lui-même et son environnement, présentés au Tableau H.8;
- 2) les réseaux électriques internes et la ligne de puissance entrante concernée, présentés au Tableau H.9;
- 3) les réseaux électroniques internes et la ligne de communication entrante concernée, présentés au Tableau H.10.

Tableau H.8 – Caractéristiques de la structure

Paramètre	Note	Symbole	Valeur
Dimensions (m)	–	$L_b \times W_b \times H_b$	40 × 20 × 25
Facteur d'emplacement	Isolé	C_d	1
SPF	Aucun	P_B	1
Ecran à la frontière de la structure	Aucun	K_{S1}	1
Ecran dans la structure	Aucun	K_{S2}	1
Densité de foudroiement	1/km ² /an	N_g	4
Personnes présentes dans la structure	A l'intérieur et à l'extérieur	n_t	200

**Table H.7 – Values of risk components relevant to risk R_1
(values $\times 10^{-5}$) for suitable cases**

Risk components	Values $\times 10^{-5}$	
	Case a)	Case b)
R_A	0	0
R_B	0,103	0,020 6
R_U (Power line)	≈ 0	≈ 0
R_V (Power line)	0,026 3	0,026 3
R_U (Telecom line)	≈ 0	≈ 0
R_V (Telecom line)	0,042 3	0,042 3
TOTAL	0,171 6	0,089 2

The solution to be adopted is subject to the best technical/economic compromise..

H.2 Office building

As a second case study let us consider an office building for which the need for protection has to be evaluated.

In this aim, the risk R_1 of loss of human life (components of R_1 according to 4.3 and Table 3) shall be determined and compared with the tolerable value $R_T = 10^{-5}$ (according to 5.5 and Table 7). The protection measures to mitigate such risk will be selected. Following the decision taken by the owner, the cost effectiveness of the adopted protection measures will not be evaluated.

H.2.1 Relevant data and characteristics

The following data and characteristics apply:

- 1) the building itself and its surroundings, given in Table H.8;
- 2) internal electrical systems and relevant incoming power line, given in Table H.9;
- 3) internal electronic systems and relevant incoming telecom line, given in Table H.10.

Table H.8 – Structure characteristics

Parameter	Comment	Symbol	Value
Dimensions (m)	–	$L_b \times W_b \times H_b$	40 \times 20 \times 25
Location factor	Isolated	C_d	1
LPS	None	P_B	1
Shield at structure boundary	None	K_{S1}	1
Shield internal to structure	None	K_{S2}	1
Lightning flash density	1/km ² /year	N_g	4
People present in the structure	Inside and outside the structure	n_t	200

Tableau H.9 – Caractéristiques du réseau de puissance interne et de la ligne de puissance entrante concernée

Paramètre	Note	Symbole	Valeur
Longueur (m)		L_c	200
Hauteur (m)	Aérien	H_c	6
Transformateur HT/BT	Non	C_t	1
Facteur d'emplacement de ligne	Isolé	C_d	1
Facteur d'environnement de ligne	Rural	C_e	1
Ecran de ligne	Aucun	P_{LD}	1
		P_{LI}	0,4
Précaution d'installation des câbles	Non	K_{S3}	1
Tension de tenue des matériels U_w	$U_w = 2,5$ kV	K_{S4}	0,6
Parafoudres coordonnés	Aucun	P_{SPD}	1
Extrémité «a», ligne, structure, dimensions (m)	Aucune	$L_a \times W_a \times H_a$	–

Tableau H.10 – Caractéristiques du réseau de communication interne et de la ligne entrante concernée

Paramètre	Note	Symbole	Valeur
Résistivité du sol	Ωm	ρ	250
Longueur (m)	–	L_c	1 000
Hauteur (m)	–	–	–
Facteur d'emplacement de ligne	Isolé	C_d	1
Facteur d'environnement de ligne	Rural	C_e	1
Ecran de ligne	Aucun	P_{LD}	1
		P_{LI}	1
Précaution d'installation des câbles	Aucune	K_{S3}	1
Tension de tenue des matériels U_w	$U_w = 1,5$ kV	K_{S4}	1
Système de parafoudre	Aucun	P_{SPD}	1
Extrémité «a» de la ligne, dimensions de la structure (m)	Aucune	$(L_a \times W_a \times H_a)$	–

H.2.2 Définition des zones dans le bâtiment de bureaux et leurs caractéristiques

En tenant compte des éléments suivants:

- le type de sol est différent dans la zone d'entrée, dans le jardin et à l'intérieur de la structure;
- la structure et les archives sont des compartiments à l'épreuve du feu;
- il n'y a pas d'écrans spatiaux;
- les pertes L dans le centre informatique sont estimées inférieures à celles dans les bureaux,

les zones principales suivantes peuvent être définies::

- Z_1 zone d'entrée dans le bâtiment;
- Z_2 jardin;

Table H.9 – Internal power system and connected power line characteristics

Parameter	Comment	Symbol	Value
Length (m)		L_c	200
Height (m)	Aerial	H_c	6
HV/LV transformer	No	C_t	1
Line location factor	Isolated	C_d	1
Line environment factor	Rural	C_e	1
Line shielding	None	P_{LD}	1
		P_{LI}	0,4
Internal wiring precaution	None	K_{S3}	1
Equipment withstand voltage U_w	$U_w = 2,5$ kV	K_{S4}	0,6
Coordinated SPD protection	None	P_{SPD}	1
End "a" line structure dimensions (m)	None	$L_a \times W_a \times H_a$	–

Table H.10 – Internal telecom system and connected TLC line characteristics

Parameter	Comment	Symbol	Value
Soil resistivity	Ωm	ρ	250
Length (m)	–	L_c	1 000
Height (m)	Buried	–	–
Line location factor	Isolated	C_d	1
Line environment factor	Rural	C_e	1
Line shielding	None	P_{LD}	1
		P_{LI}	1
Internal wiring precaution	None	K_{S3}	1
Equipment withstand voltage U_w	$U_w = 1,5$ kV	K_{S4}	1
Coordinated SPD protection	None	P_{SPD}	1
End "a" line structure dimensions (m)	None	$(L_a \times W_a \times H_a)$	–

H.2.2 Definition and characteristics of zones in the office building

Taking into account that

- the type of soil surface is different in the entrance area, in the garden and inside the structure,
- the structure and the archive are fire proof compartments,
- no spatial shields exist,
- losses L in the computer centre are assumed lower than those in the offices,

the following main zones may be defined:

- Z_1 entrance area to building;
- Z_2 garden;

- Z_3 archives – il s'agit d'un compartiment isolé à l'épreuve du feu;
- Z_4 bureaux;
- Z_5 centre informatique.

Les caractéristiques des zones sont données au Tableau H.11 pour la zone Z_1 , au Tableau H.12 pour la zone Z_2 , au Tableau H.13 pour la zone Z_3 , au Tableau H.14 pour la zone Z_4 et au Tableau H.15 pour la zone Z_5 .

Selon l'estimation des mesures de protection par le concepteur, les valeurs moyennes typiques de pertes relatives annuelles est pour le risque R_1 (voir le Tableau C.1)

- $L_t = 10^{-2}$ à l'extérieur de la structure,
- $L_t = 10^{-4}$ à l'intérieur de la structure,
- $L_f = 10^{-2}$,

sont réduites pour chaque zone en tenant compte du nombre de personnes potentiellement en danger dans la zone à l'extérieur par rapport au nombre total de personnes à l'intérieur de la structure.

Tableau H.11 – Caractéristiques de la zone Z_1 (zone d'entrée dans le bâtiment)

Paramètre	Note	Symbole	Valeur
Type de sol	Marbre	r_a	10^{-3}
Protection contre les chocs	Aucune	P_A	1
Perte par tensions de contact et de pas	Oui	L_t	2×10^{-4}
Personnes en danger présentes dans la zone			4

Tableau H.12 – Caractéristiques de la zone Z_2 (jardin)

Paramètre	Note	Symbole	Valeur
Type de sol	Herbe	r_a	10^{-2}
Protection contre les chocs	Clôture	P_A	0
Perte par tensions de contact et de pas	Oui	L_f	10^{-4}
Personnes en danger présentes dans la zone			2

Tableau H.13 – Caractéristiques de la zone Z_3 (archives)

Paramètre	Note	Symbole	Valeur
Type de sol	Linoléum	r_u	10^{-5}
Risque d'incendie	Elevé	r_f	10^{-1}
Danger particulier	Faible panique	h_Z	2
Protection contre l'incendie	Aucune	r_p	1
Ecran spatial	Aucun	K_{S2}	1
Réseaux de puissance internes	Oui	Connectés à une ligne de puissance BT	–
Réseaux téléphoniques internes	Oui	Connectés à une ligne de communication	–
Perte par tensions de contact et de pas	Oui	L_t	10^{-5}
Perte par dommages physiques	Oui	L_f	10^{-3}
Personnes en danger présentes dans la zone			20

- Z_3 archive – it is separated in a fire-proof compartment;
- Z_4 offices;
- Z_5 computer centre.

Characteristics of zones are given in Table H.11 for zone Z_1 , in Table H.12 for zone Z_2 , in Table H.13 for zone Z_3 , in Table H.14 for zone Z_4 and in Table H.15 for zone Z_5 .

Following the evaluation of the lightning protection designer, the typical mean values of relative amount of loss per year relevant to risk R_1 (see Table C.1)

- $L_t = 10^{-2}$ outside the structure,
- $L_t = 10^{-4}$ inside the structure,
- $L_f = 10^{-2}$,

were reduced, for each zone, taking into account the number of people potentially in danger in the zone of the structure versus the total number of people present in the structure.

Table H.11 – Zone Z_1 (entrance area to the building) characteristics

Parameter	Comment	Symbol	Value
Soil surface type	Marble	r_a	10^{-3}
Shock protection	None	P_A	1
Loss by touch and step voltages	Yes	L_t	2×10^{-4}
People potentially in danger in the zone			4

Table H.12 – Zone Z_2 (garden) characteristics

Parameter	Comment	Symbol	Value
Soil surface type	Grass	r_a	10^{-2}
Shock protection	Fence	P_A	0
Loss by touch and step voltages	Yes	L_t	10^{-4}
People potentially in danger in the zone			2

Table H.13 – Zone Z_3 (archive) characteristics

Parameter	Comment	Symbol	Value
Floor surface type	Linoleum	r_u	10^{-5}
Risk of fire	High	r_f	10^{-1}
Special hazard	Low panic	h_z	2
Fire protection	None	r_p	1
Spatial shield	None	K_{S2}	1
Internal power systems	Yes	Connected to LV power line	–
Internal telephone systems	Yes	Connected to telecom line	–
Loss by touch and step voltages	Yes	L_t	10^{-5}
Loss by physical damage	Yes	L_f	10^{-3}
People potentially in danger in the zone			20

Tableau H.14 – Caractéristiques de la zone Z₄ (bureaux)

Paramètre	Note	Symbole	Valeur
Type de sol	Linoléum	r_u	10^{-5}
Risque d'incendie	Faibles	r_f	10^{-3}
Danger particulier	Faible panique	h_z	2
Protection contre l' incendie	Aucun	r_p	1
Ecran spatial	Aucun	K_{S2}	1
Réseaux de puissance internes	Oui	Connectés à une ligne de puissance BT	–
Réseaux téléphoniques internes	Oui	Connectés à une ligne de communication	–
Perte par tensions de contact et de pas	Oui	L_t	8×10^{-5}
Perte par dommages physiques	Oui	L_f	8×10^{-3}
Personnes en danger présentes dans la zone			160

Tableau H.15 – Caractéristiques de la zone Z₅ (centre informatique)

Paramètre	Note	Symbole	Valeur
Type de sol	Linoléum	r_u	10^{-5}
Risque d'incendie	Faibles	r_f	10^{-3}
Danger particulier	Faible panique	h_z	2
Protection contre l'incendie	Aucune	r_p	1
Ecran spatial	Aucun	K_{S2}	1
Réseaux de puissance internes	Oui	Connectés à une ligne de puissance BT	–
Réseaux téléphoniques internes	Oui	Connectés à une ligne de communication	–
Perte par tensions de contact et de pas	Oui	L_t	7×10^{-6}
Perte par dommages physiques	Oui	L_f	7×10^{-4}
Personnes en danger présentes dans la zone			14

H.2.3 Calcul des grandeurs concernées

Les calculs des surfaces équivalentes d'exposition sont présentés au Tableau H.16, les calculs des nombres prévisibles d'événements dangereux sont donnés au Tableau H.17 et l'évaluation des pertes annuelles attendues est donnée au Tableau H.18.

Tableau H.16 – Surfaces équivalentes d'exposition de la structure et des lignes

Symbole	Valeur m ²
A_d	$2,7 \times 10^4$
A_l (Puissance)	$4,5 \times 10^3$
A_i (Puissance)	2×10^5
A_l (Communication)	$1,45 \times 10^4$
A_i (Communication)	$3,9 \times 10^5$

Table H.14 – Zone Z₄ (offices) characteristics

Parameter	Comment	Symbol	Value
Floor surface type	Linoleum	r_u	10^{-5}
Risk of fire	Low	r_f	10^{-3}
Special hazard	Low panic	h_z	2
Fire protection	None	r_p	1
Spatial shield	None	K_{S2}	1
Internal power systems	Yes	Connected to LV power line	–
Internal telephone systems	Yes	Connected to telecom line	–
Loss by touch and step voltages	Yes	L_t	8×10^{-5}
Loss by physical damage	Yes	L_f	8×10^{-3}
People potentially in danger in the zone			160

Table H.15 – Zone Z₅ (computer centre) characteristics

Parameter	Comment	Symbol	Value
Floor surface type	Linoleum	r_u	10^{-5}
Risk of fire	Low	r_f	10^{-3}
Special hazard	Low panic	h_z	2
Fire protection	None	r_p	1
Spatial shield	None	K_{S2}	1
Internal power systems	Yes	Connected to LV power line	–
Internal telephone systems	Yes	Connected to telecom line	–
Loss by touch and step voltages	Yes	L_t	7×10^{-6}
Loss by physical damage	Yes	L_f	7×10^{-4}
People potentially in danger in the zone			14

H.2.3 Calculation of relevant quantities

Calculations of collection areas are given in Table H.16, calculations of expected numbers of dangerous events are given in Table H.17 and assessment of expected annual losses are given in Table H.18.

Table H.16 – Collection areas of structure and lines

Symbol	Value m ²
A_d	$2,7 \times 10^4$
A_l (Power)	$4,5 \times 10^3$
A_i (Power)	2×10^5
A_l (Telecom)	$1,45 \times 10^4$
A_i (Telecom)	$3,9 \times 10^5$

Tableau H.17 – Nombre annuel prévisible d'événements dangereux

Symbole	Valeur (1/an)
N_D	$1,1 \times 10^{-1}$
N_L (Puissance)	$1,81 \times 10^{-1}$
N_i (Puissance)	8×10^{-1}
N_L (Communication)	$5,9 \times 10^{-2}$
N_i (Communication)	1,581

H.2.4 Calcul du risque pour décider du besoin de protection

Les composantes de risque impliquées pour chaque zone et l'évaluation du risque total sont données au Tableau H.18.

Tableau H.18 – Risque R_1 – Valeurs des composantes de risques selon les zones (valeurs $\times 10^{-5}$)

Symbole	Z ₁ zone d'entrée	Z ₂ Jardin	Z ₃ Archives	Z ₄ Bureaux	Z ₅ Centre informatique	Structure
R_A	0,002	0				0,002
R_B			2,21	0,177	0,016	2,403
R_U (Ligne de puissance)			≈ 0	≈ 0	≈ 0	≈ 0
R_V (Ligne de puissance)			0,362	0,029	0,002	0,393
R_U (Ligne de communication)			≈ 0	≈ 0	≈ 0	≈ 0
R_V (Ligne de communication)			1,18	0,094	0,008	1,282
TOTAL	0,002	0	3,752	0,3	0,026	4,08

H.2.5 Conclusion pour l'évaluation de R_1

Pour la structure, le risque $R_1 = 4,08 \times 10^{-5}$ est supérieur à la valeur tolérable $R_T = 10^{-5}$; nécessitant une protection contre la foudre de la structure.

H.2.6 Choix des mesures de protection

La composition des composantes de risques (voir 4.3.1 et 4.3.2) est donnée dans le Tableau H.19.

Tableau H.19 – Composition des composantes de risques R_1 selon les zones (valeurs $\times 10^{-5}$)

Symbole	Z ₁ Zone d'entrée	Z ₂ Jardin	Z ₃ Archives	Z ₄ Bureaux	Z ₅ Centre informatique	Structure
R_D	0,002	0	2,21	0,177	0,016	2,405
R_I	0	0	1,542	0,123	0,01	1,673
TOTAL	0,002	0	3,752	0,3	0,026	4,08
R_S	0,002	0	≈ 0	≈ 0	≈ 0	0,002
R_F	0	0	3,752	0,3	0,026	4,312
R_O	0	0	0	0	≈ 0	0
TOTAL	0,002	0	3,752	0,3	0,026	4,08

Table H.17 – Expected annual number of dangerous events

Symbol	Value (1/year)
N_D	$1,1 \times 10^{-1}$
N_L (Power)	$1,81 \times 10^{-2}$
N_i (Power)	8×10^{-1}
N_L (Telecom)	$5,9 \times 10^{-2}$
N_i (Telecom)	1,581

H.2.4 Risk calculation for decision on need for protection

Involved risk components for each zone and total risk evaluation are given in Table H.18.

Table H.18 – Risk R_1 - Values of risk components according to zones (values $\times 10^{-5}$)

Symbol	Z ₁ Entrance area	Z ₂ Garden	Z ₃ Archive	Z ₄ Offices	Z ₅ Computer centre	Structure
R_A	0,002	0				0,002
R_B			2,21	0,177	0,016	2,403
R_U (Power line)			≈ 0	≈ 0	≈ 0	≈ 0
R_V (Power line)			0,362	0,029	0,002	0,393
R_U (Telecom line)			≈ 0	≈ 0	≈ 0	≈ 0
R_V (Telecom line)			1,18	0,094	0,008	1,282
TOTAL	0,002	0	3,752	0,3	0,026	4,08

H.2.5 Conclusion from R_1 evaluation

Because $R_1 = 4,08 \times 10^{-5}$ is higher than the tolerable value $R_T = 10^{-5}$, lightning protection for the structure is necessary.

H.2.6 Selection of protection measures

The composition of risk components (see 4.3.1 and 4.3.2) is given in Table H.19.

Table H.19 – Composition of risk R_1 components according to zones (values $\times 10^{-5}$)

Symbol	Z ₁ Entrance area	Z ₂ Garden	Z ₃ Archive	Z ₄ Offices	Z ₅ Computer centre	Structure
R_D	0,002	0	2,21	0,177	0,016	2,405
R_I	0	0	1,542	0,123	0,01	1,673
TOTAL	0,002	0	3,752	0,3	0,026	4,08
R_S	0,002	0	≈ 0	≈ 0	≈ 0	0,002
R_F	0	0	3,752	0,3	0,026	4,312
R_O	0	0	0	0	≈ 0	0
TOTAL	0,002	0	3,752	0,3	0,026	4,08

où

$$R_D = R_A + R_B + R_C$$

$$R_I = R_M + R_U + R_V + R_W + R_Z$$

$$R_S = R_A + R_U$$

$$R_F = R_B + R_V$$

$$R_O = R_M + R_C + R_W$$

et

R_D est le risque dû aux impacts sur la structure (source S1);

R_I est le risque dû aux impacts non pas sur la structure, mais l'influençant (sources: S2, S3 et S4);

R_S est le risque de blessure des êtres vivants;

R_F est le risque dû aux dommages physiques;

R_O est le risque dû aux défaillances des réseaux internes.

Cette composition montre que le risque pour une structure est principalement dû aux dommages physiques dans la zone Z_3 frappant les lignes connectées et le risque d'incendie (dommage physique) dans la zone Z_3 est 92 % du risque total.

D'après le Tableau H.18, les principales contributions à la valeur de risque R_1 dans la zone Z_3 sont données par:

- la composante R_B (impact sur la structure) pour 54 %;
- composante R_V (Ligne de puissance) (impact sur la ligne de puissance) pour ≈ 9 %;
- composante R_V (Ligne de communication) (impact sur la ligne de communication) pour ≈ 29 %.

Pour réduire le risque à la valeur tolérable, les mesures de protection suivantes pourraient être adoptées:

- a) protéger le bâtiment avec un SFP de Type IV conforme à la CEI 62305-3, pour réduire la composante R_B . Le SFP n'a pas les caractéristiques d'un écran spatial en grille. Les paramètres des Tableaux H.8, H.9 et H.10 changeront comme suit:
 - $P_B = 0,2$;
 - $P_U = P_V = 0,03$ (en raison de la présence du parafoudre sur les lignes entrantes).
- b) installer dans les archives (zone Z_3) un système automatique d'extinction (ou de détection) pour réduire les composantes R_B et R_V dans cette zone et un parafoudre de niveau de protection IV au point d'entrée dans le bâtiment des lignes de puissance et de communication. Les paramètres des Tableaux H.9, H.10 et H.13 changeront comme suit:
 - $r_p = 0,2$ uniquement pour la zone Z_3 ;
 - $P_U = P_V = 0,03$ (en raison de la présence du parafoudre sur les lignes entrantes).

Les valeurs du risque pour chaque zone en fonction de la solution choisie sont données au Tableau H.20.

Tableau H.20 – Valeurs du risque R_1 en fonction de la solution choisie (valeurs $\times 10^{-5}$)

	Z_1	Z_2	Z_3	Z_4	Z_5	TOTAL
Solution a)	0,002	0	0,488	0,039	0,003	0,532
Solution b)	0,002	0	0,451	0,18	0,015 8	0,649

where

$$R_D = R_A + R_B + R_C$$

$$R_I = R_M + R_U + R_V + R_W + R_Z$$

$$R_S = R_A + R_U$$

$$R_F = R_B + R_V$$

$$R_O = R_M + R_C + R_W$$

and

R_D is the risk due to flashes striking the structure (source S1);

R_I is the risk due to flashes not striking the structure but influencing it (sources: S2, S3 and S4);

R_S is the risk due to injury of living beings;

R_F is the risk due to physical damage;

R_O is the risk due to failure of internal systems.

This composition shows that the risk for the structure is mainly due to physical damage in the zone Z_3 caused by lightning striking the structure or the connected lines; the risk of fire (physical damage) in the zone Z_3 is 92 % of the total risk.

According to Table H.18, the primary contributing factors to the value of risk R_1 in zone Z_3 are due to:

- component R_B (lightning flash to structure) for 54 %;
- component R_V (Power line) (lightning flash to power line) for ≈ 9 %;
- component R_V (Telecom line) (lightning flash to telecom line) for ≈ 29 %.

To reduce the risk to the tolerable value the following protective measures could be adopted:

a) protect the building with a Class IV LPS conforming to IEC 62305-3 to reduce component R_B . This LPS does not have the characteristics of a grid-like spatial shield. Parameters in Table H.8, H.9, and H.10 will change as follows:

- $P_B = 0,2$;
- $P_U = P_V = 0,03$ (due to SPDs on incoming lines).

b) install in the archive (zone Z_3) an automatic fire extinguishing (or detection) system, to reduce component R_B and R_V in this zone and SPDs of LPL IV at the entrance point in the building on both the power and telephone lines. Parameters in Table H.9, H.10 and H.13 will change as follows:

- $r_p = 0,2$ only for zone Z_3 ;
- $P_U = P_V = 0,03$ (due to SPDs on incoming lines).

Values of risk for each zone are given in Table H.20.

Table H.20 – Values of risk R_1 according to solution chosen (values $\times 10^{-5}$)

	Z_1	Z_2	Z_3	Z_4	Z_5	TOTAL
Solution a)	0,002	0	0,488	0,039	0,003	0,532
Solution b)	0,002	0	0,451	0,18	0,015 8	0,649

Les deux solutions réduisent le risque en dessous de la valeur tolérable.

La solution à adopter dépend du meilleur compromis entre les aspects techniques et économiques.

H.3 Hôpital

La structure à considérer est un hôpital. Elle comprend les installations hospitalières courantes, un bloc opératoire et une unité de soins intensifs.

Les pertes humaines (L1) et les pertes économiques (L4) peuvent affecter ce type de structure. Il est nécessaire d'évaluer le besoin de protection et les impacts économiques des mesures de protection, si bien que les risques R_1 et R_4 doivent être évalués.

H.3.1 Données et caractéristiques concernées

Données et caractéristiques:

- 1) le bâtiment lui-même et son environnement sont présentés au Tableau H.21;
- 2) les réseaux électriques internes et la ligne de puissance HT entrante concernée sont présentés au Tableau H.22;
- 3) les réseaux électroniques internes et la ligne de communication entrante concernée sont présentés au Tableau H.23.

Tableau H.21 – Caractéristiques de la structure

Paramètre	Note	Symbole	Valeur
Dimensions (m)	–	$L_b \times W_b \times H_b$	50 × 150 × 10
Facteur d'emplacement	Isolé	C_d	1
SPF	Aucun	P_B	1
Ecran à la frontière de la structure	Aucun	K_{S1}	1
Ecran dans la structure	Aucun	K_{S2}	1
Densité de foudroiement	1/km ² /an	N_g	4
Personnes présentes dans la structure	A l'intérieur et à l'extérieur	n_t	1 000

Both solutions reduce the risk below the tolerable value.

The solution to be adopted is subject to both the best technical criteria and the most cost-effective solution.

H.3 Hospital

This next case study includes a standard hospital facility with an operating block and an intensive care unit.

Loss of human life (L1) and loss of economical value (L4) are components applicable to this type of facility. It is necessary to evaluate the need for protection and the cost effectiveness of protection measures, so risks R_1 and R_4 are evaluated.

H.3.1 Relevant data and characteristics

Data and characteristics of:

- 1) the building itself and its surroundings are given in Table H.21;
- 2) internal electrical systems and relevant incoming HV power line are given in Table H.22;
- 3) internal electronic systems and relevant incoming telecom line are given in Table H.23.

Table H.21 – Structure characteristics

Parameter	Comment	Symbol	Value
Dimensions (m)	–	$L_b \times W_b \times H_b$	50 × 150 × 10
Location factor	Isolated	C_d	1
LPS	None	P_B	1
Shield at structure boundary	None	K_{S1}	1
Shield internal to structure	None	K_{S2}	1
Lightning flash density	1/km ² /year	N_g	4
People present in the structure	Inside and outside the structure	n_t	1 000

Tableau H.22 – Caractéristiques du réseau de puissance interne et de la ligne de puissance entrante concernée

Paramètre	Note	Symbole	Valeur
Résistivité du sol	Ωm	ρ	200
Longueur (m)		L_c	500
Hauteur (m)	Enterrée	–	–
Transfo HT/BT	A l'entrée	C_t	0,2
Facteur d'emplacement de ligne	Entouré de petits objets	C_d	0,5
Facteur d'environnement de ligne	Suburbain	C_e	0,5
Ecran de ligne connecté à la borne principale de terre	$R_s \leq 1$ (Ω/km)	P_{LD}	0,2
		P_{LI}	0,008
Précaution d'installation des câbles	Câbles non écrantés – Précautions d'usage afin d'éviter de grandes boucles	K_{S3}	0,2
Tension de tenue des matériels U_w	$U_w = 2,5$ kV	K_{S4}	0,6
Parafoudres coordonnés	Aucun	P_{SPD}	1
Extrémité «a» de la ligne, dimensions de la structure (m)	Aucune	$L_a \times W_a \times H_a$	–

Tableau H.23 – Caractéristiques du réseau de communication interne et de la ligne entrante concernée

Paramètre	Note	Symbole	Valeur
Résistivité du sol	Ωm	ρ	200
Longueur (m)	–	L_c	300
Hauteur (m)	Enterré	–	–
Facteur d'emplacement de ligne	Entouré de petits objets	C_d	0,5
Facteur d'environnement de ligne	Suburbain	C_e	0,5
Ecran de ligne connecté à la borne principale de terre	$1 < R_s \leq 5$ Ω/km	P_{LD}	0,8
		P_{LI}	0,04
Précaution d'installation des câbles	Câbles non écrantés – Précautions d'usage afin d'éviter des boucles	K_{S3}	0,02
Tension de tenue des matériels U_w	$U_w = 1,5$ kV	K_{S4}	1
Parafoudres coordonnés	Aucun	P_{SPD}	1
Extrémité «a» de la ligne, dimensions de la structure (m)	Aucune	$L_a \times W_a \times H_a$	$20 \times 30 \times 5$
Facteur d'emplacement de structure «a»	Isolé	C_{da}	1

Table H.22 – Internal power system and relevant incoming power line characteristics

Parameter	Comment	Symbol	Value
Soil resistivity	Ωm	ρ	200
Length (m)	–	L_c	500
Height (m)	Buried	–	–
HV/LV transformer	At building entrance	C_t	0,2
Line location factor	Surrounded by smaller objects	C_d	0,5
Line environment factor	Suburban	C_e	0,5
Line shield: bonded to equipotential bonding bar and equipment connected to the same bonding bar	$R_S \leq 1$ (Ω/km)	P_{LD}	0,2
		P_{LI}	0,008
Internal wiring precaution	Unshielded cable – Routing precaution in order to avoid large loops	K_{S3}	0,2
Equipment withstand voltage U_w	$U_w = 2,5$ kV	K_{S4}	0,6
Coordinated SPD protection	None	P_{SPD}	1
End "a" line structure dimensions (m)	None	$L_a \times W_a \times H_a$	–

Table H.23 – Internal telecom system and relevant incoming line characteristics

Parameter	Comment	Symbol	Value
Soil resistivity	Ωm	ρ	200
Length (m)	–	L_c	300
Height (m)	Buried	–	–
Line location factor	Surrounded by smaller objects	C_d	0,5
Line environment factor	Suburban	C_e	0,5
Line shield: bonded to equipotential bonding bar and equipment connected to the same bonding bar	$1 < R_S \leq 5$ (Ω/km)	P_{LD}	0,8
		P_{LI}	0,04
Internal wiring precaution	Unshielded cable – Routing precaution in order to avoid loops	K_{S3}	0,02
Equipment withstand voltage U_w	$U_w = 1,5$ kV	K_{S4}	1
Coordinated SPD protection	None	P_{SPD}	1
End "a" line structure dimensions (m)	None	$L_a \times W_a \times H_a$	$20 \times 30 \times 5$
Structure "a" location factor	Isolated	C_{da}	1

H.3.2 Définition des zones de l'hôpital et de leurs caractéristiques

En tenant compte des éléments suivants:

- le type de sol est différent à l'extérieur et à l'intérieur de la structure;
- la structure et le bloc opératoire sont des compartiments à l'épreuve du feu;
- il n'y a pas d'écrans spatiaux;
- l'unité de soins intensifs contient de nombreux systèmes électroniques sensibles et un écran peut être adopté comme mesure de protection;
- dans l'unité de soins intensifs, les pertes L sont présumées supérieures à celles des autres parties de la structure;

les zones principales suivantes peuvent être définies:

Z_1 (à l'extérieur du bâtiment);

Z_2 (bloc chambres);

Z_3 (bloc opératoire);

Z_4 (unité de soins intensifs).

Les caractéristiques des zones sont données au Tableau H.24 pour la zone Z_1 , au Tableau H.25 pour la zone Z_2 , au Tableau H.26 pour la zone Z_3 et au Tableau H.27 pour la zone Z_4 .

Selon l'estimation des mesures de protection par le concepteur, les valeurs moyennes typiques de pertes relatives annuelles pour le risque R_1 (voir le Tableau C.1)

- $L_t = 10^{-2}$ (à l'extérieur de la structure),
- $L_t = 10^{-4}$ (à l'intérieur de la structure),
- $L_f = 10^{-1}$,
- $L_o = 10^{-3}$,

sont réduites pour les zones Z_1 , Z_2 et Z_3 . Pour la zone Z_4 , une valeur par défaut est prise en raison des caractéristiques particulières de cette zone: $L_o = 10^{-3}$.

Pour le risque R_4 , des valeurs typiques moyennes de pertes (voir le Tableau C.1) sont choisies:

- $L_f = 5 \times 10^{-1}$
- $L_o = 10^{-2}$

Tableau H.24 – Caractéristiques de la zone Z_1 (extérieur du bâtiment)

Paramètre	Note	Symbole	Valeur
Type de sol	Béton	r_a	1×10^{-2}
Protection contre les chocs	Aucune	P_A	1
Perte par tensions de contact et de pas	Oui	L_t	1×10^{-4}
Personnes en danger présentes dans la zone			10

H.3.2 Definition and characteristics of zones in the hospital

Taking into account that

- the type of surface is different outside the structure from that inside of the structure;
- the structure and operating block are fire proof compartments;
- no spatial shields exist;
- the intensive care unit contains extensive sensitive electronic systems and a spatial shield may be adopted as protection measure;
- in the intensive care unit losses L are assumed to be higher than those in the other parts of the structure,

the following zones are defined:

Z_1 (outside building);

Z_2 (rooms block);

Z_3 (operating block);

Z_4 (intensive care unity).

Characteristics of these zones are given in Table H.24 for zone Z_1 , in Table H.25 for zone Z_2 , in Table H.26 for zone Z_3 and in Table H.27 for zone Z_4 .

Following the evaluation of the lightning protection designer, the typical mean values of relative amount of losses per year relevant to risk R_1 (see Table C.1),

$$L_t = 10^{-2} \text{ (outside the structure),}$$

$$L_t = 10^{-4} \text{ (inside the structure),}$$

$$L_f = 10^{-1},$$

$$L_o = 10^{-3},$$

were reduced, for zones Z_1 , Z_2 and Z_3 . For zone Z_4 the default value, without reduction, was assumed, due to the particular characteristics of this zone: $L_o = 10^{-3}$.

For risk R_4 the typical mean values of relative amount of losses (see Table C.1) were assumed:

$$- L_f = 5 \times 10^{-1}$$

$$- L_o = 10^{-2}$$

Table H.24 – Zone Z_1 (outside building) characteristics

Parameter	Comment	Symbol	Value
Soil surface type	Concrete	r_a	1×10^{-2}
Shock protection	None	P_A	1
Loss by touch and step voltages	Yes	L_t	1×10^{-4}
People potentially in danger in the zone			10

Tableau H.25 – Caractéristiques de la zone Z₂ (bloc chambres)

Paramètre	Note	Symbole	Valeur
Type de sol	Linoléum	r_u	1×10^{-5}
Risque d'incendie	Ordinaire	r_f	1×10^{-2}
Danger particulier (pour R_1)	Difficulté d'évacuation	h_z	5
Danger particulier (pour R_4)	Aucun	h_z	1
Protection contre l'incendie	Aucun	r_p	1
Ecran spatial	Aucun	K_{S2}	1
Réseaux de puissance internes	Connectés à la ligne de puissance	–	–
Réseaux téléphoniques internes	Connectés à une ligne de communication	–	–
Pertes par tensions de contact et de pas (relatives à R_1)	Oui	L_t	$9,5 \times 10^{-5}$
Pertes par dommages physiques (relatives à R_1)	Oui	L_f	$9,5 \times 10^{-2}$
Pertes par défaillance des réseaux internes (relatives à R_1)	Aucune	L_o	–
Personnes en danger présentes dans la zone			950
Pertes par dommages physiques (relatives à R_4)	Oui	L_f	5×10^{-1}
Pertes par défaillance des réseaux internes (relatives à R_4)	Oui	L_o	1×10^{-2}

Tableau H.26 – Caractéristiques de la zone Z₃ (bloc opératoire)

Paramètre	Note	Symbole	Valeur
Type de sol	Linoléum	r_u	1×10^{-5}
Risque d'incendie	Faibles	r_f	1×10^{-3}
Danger particulier (dû à R_1)	Difficulté d'évacuation	h_z	5
Danger particulier (dû à R_4)	Aucun	h_z	1
Protection contre l'incendie	Aucune	r_p	1
Ecran spatial	Aucun	K_{S2}	1
Réseaux de puissance internes	Connectés à la ligne de puissance	–	–
Réseaux téléphoniques internes	Connectés à une ligne de communication	–	–
Pertes par tensions de contact et de pas (relatives à R_1)	Oui	L_t	$3,5 \times 10^{-6}$
Pertes par dommages physiques (relatives à R_1)	Oui	L_f	$3,5 \times 10^{-3}$
Pertes par défaillance des réseaux internes (relatives à R_1)	Aucune	L_o	1×10^{-3}
Personnes présentes en danger dans la zone			35
Pertes par dommages physiques (relatives à R_4)	Oui	L_f	5×10^{-1}
Pertes par défaillance des réseaux internes (relatives à R_4)	Oui	L_o	1×10^{-2}

Table H.25 – Zone Z₂ (rooms block) characteristics

Parameter	Comment	Symbol	Value
Floor surface type	Linoleum	r_u	1×10^{-5}
Risk of fire	Ordinary	r_f	1×10^{-2}
Special hazard (relevant to R_1)	Difficulty of evacuation	h_z	5
Special hazard (relevant to R_4)	None	h_z	1
Fire protection	None	r_p	1
Spatial shield	None	K_{S2}	1
Internal power systems	Connected to power line	–	–
Internal telecom systems	Connected to telecom line	–	–
Loss by touch and step voltages (relevant to R_1)	Yes	L_t	$9,5 \times 10^{-5}$
Loss by physical damage (relevant to R_1)	Yes	L_f	$9,5 \times 10^{-2}$
Loss by failure of internal systems (relevant to R_1)	None	L_o	–
People potentially in danger in the zone			950
Loss by physical damage (relevant to R_4)	Yes	L_f	5×10^{-1}
Loss by failure of internal systems (relevant to R_4)	Yes	L_o	1×10^{-2}

Table H.26 – Zone Z₃ (operating block) characteristics

Parameter	Comment	Symbol	Value
Floor surface type	Linoleum	r_u	1×10^{-5}
Risk of fire	Low	r_f	1×10^{-3}
Special hazard (relevant to R_1)	Difficulty of evacuation	h_z	5
Special hazard (relevant to R_4)	None	h_z	1
Fire protection	None	r_p	1
Spatial shield	None	K_{S2}	1
Internal power systems	Connected to power line	–	–
Internal telecom systems	Connected to telecom line	–	–
Loss by touch and step voltages (relevant to R_1)	Yes	L_t	$3,5 \times 10^{-6}$
Loss by physical damage (relevant to R_1)	Yes	L_f	$3,5 \times 10^{-3}$
Loss by failure of internal systems (relevant to R_1)	None	L_o	1×10^{-3}
People potentially in danger in the zone			35
Loss by physical damage (relevant to R_4)	Yes	L_f	5×10^{-1}
Loss by failure of internal systems (relevant to R_4)	Yes	L_o	1×10^{-2}

Tableau H.27 – Caractéristiques de la zone Z_4 (unité de soins intensifs)

Paramètre	Note	Symbole	Valeur
Type de sol	Linoléum	r_u	10^{-5}
Risque d'incendie	Faibles	r_f	10^{-3}
Danger particulier (dû à R_1)	Difficulté d'évacuation	h_z	5
Danger particulier (dû à R_4)	Aucun	h_z	1
Protection incendie	Non	r_p	1
Ecran spatial	Aucun	K_{S2}	1
Réseaux de puissance internes	Connectés à la ligne de puissance	–	–
Réseaux téléphoniques internes	Connectés à une ligne de communication	–	–
Pertes par tensions de contact et de pas (relatives à R_1)	Oui	L_t	5×10^{-7}
Pertes par dommages physiques (relatives à R_1)	Oui	L_f	5×10^{-4}
Pertes par défaillance des réseaux internes (relatives à R_1)	Oui	L_o	1×10^{-3}
Personnes en danger présentes dans la zone			5
Pertes par dommages physiques (relatives à R_4)	Oui	L_f	5×10^{-1}
Pertes par défaillance des réseaux internes (relatives à R_4)	Oui	L_o	1×10^{-2}

H.3.3 Nombre annuel prévisible d'événements dangereux

Le nombre annuel prévisible d'événements dangereux est évalué conformément à l'Annexe A. Les données sont indiquées au Tableau H.28.

Tableau H.28 – Nombre annuel prévisible d'événements dangereux

Symbole	Valeur (1/an)
N_D	$8,98 \times 10^{-2}$
N_M	1,13
N_L (Puissance)	$2,67 \times 10^{-3}$
N_i (Puissance)	$7,1 \times 10^{-2}$
N_L (Communication)	$7,26 \times 10^{-3}$
N_i (Communication)	$2,13 \times 10^{-1}$
N_{DA} (Communication)	$1,13 \times 10^{-2}$

H.3.4 Evaluation du risque de pertes humaines: R_1

Les paramètres nécessaires pour l'évaluation des composantes de risque sont donnés aux Tableaux H.21 à H.28.

Les valeurs de composantes de risque sont données au Tableau H.29.

Les valeurs de probabilité P sont données dans le tableau H.30.

Table H.27 – Zone Z₄ (intensive care unit) characteristics

Parameter	Comment	Symbol	Value
Floor surface type	Linoleum	r_u	10^{-5}
Risk of fire	Low	r_f	10^{-3}
Special hazard (relevant to R_1)	Difficulty of evacuation	h_z	5
Special hazard (relevant to R_4)	None	h_z	1
Fire protection	None	r_p	1
Spatial shield	None	K_{S2}	1
Internal power systems	Connected to power line	–	–
Internal telecom systems	Connected to telecom line	-	-
Loss by touch and step voltages (relevant to R_1)	Yes	L_t	5×10^{-7}
Loss by physical damage (relevant to R_1)	Yes	L_f	5×10^{-4}
Loss by failure of internal systems (relevant to R_1)	Yes	L_o	1×10^{-3}
People potentially in danger in the zone			5
Loss by physical damage (relevant to R_4)	Yes	L_f	5×10^{-1}
Loss by failure of internal systems (relevant to R_4)	Yes	L_o	1×10^{-2}

H.3.3 Expected annual number of dangerous events

The expected annual number of dangerous events is evaluated according to Annex A. The resulting data is given in Table H.28.

Table H.28 – Expected annual number of dangerous events

Symbol	Value (1/year)
N_D	$8,98 \times 10^{-2}$
N_M	1,13
N_L (Power)	$2,67 \times 10^{-3}$
N_i (Power)	$7,1 \times 10^{-2}$
N_L (Telecom)	$7,26 \times 10^{-3}$
N_i (Telecom)	$2,13 \times 10^{-1}$
N_{Da} (Telecom)	$1,13 \times 10^{-2}$

H.3.4 Assessment of risk of loss of human life: R_1

Parameters required for the evaluation of risk components are given in Tables H.21 to H.28.

Risk components to be evaluated are given in Table H.29.

Values of probability P are given in Table H.30.

Tableau H.29 – Risque R_1 – Valeurs de composantes de risque selon les zones

Symbole	Z_1	Z_2	Z_3	Z_4
R_A	X			
R_B		X	X	X
R_C			X	X
R_M			X	X
R_U (Ligne de puissance)		X	X	X
R_V (Ligne de puissance)		X	X	X
R_W (Ligne de puissance)			X	X
R_Z (Ligne de puissance)			X	X
R_U (Ligne de communication)		X	X	X
R_V (Ligne de communication)		X	X	X
R_W (Ligne de communication)			X	X
R_Z (Ligne de communication)			X	X

Tableau H.30 – Valeurs de la probabilité P pour une structure non protégée

Probabilité	Z_1	Z_2	Z_3	Z_4
P_A	1		–	
P_B	–		1	
P_C (puissance)	–		1	
P_C (communication)	–		1	
P_C	–		1	
P_M (puissance)	–		0,75	
P_M (communication)	–		0,009	
P_M	–		0,752	
P_U (puissance)	–		0,2	
P_V (puissance)	–		0,2	
P_W (puissance)	–		0,2	
P_Z (puissance)	–		0,008	
P_U (communication)	–		0,8	
P_V (communication)	–		0,8	
P_W (communication)	–		0,8	
P_Z (communication)	–		0,04	

Les valeurs des composantes de risque pour une structure non protégée sont données dans le Tableau H.31.

Table H.29 – Risk R_1 – Risk components to be considered according to zones

Symbol	Z_1	Z_2	Z_3	Z_4
R_A	X			
R_B		X	X	X
R_C			X	X
R_M			X	X
R_U (Power line)		X	X	X
R_V (Power line)		X	X	X
R_W (Power line)			X	X
R_Z (Power line)			X	X
R_U (Telecom line)		X	X	X
R_V (Telecom line)		X	X	X
R_W (Telecom line)			X	X
R_Z (Telecom line)			X	X

Table H.30 – Risk R_1 – Values of probability P for unprotected structure

Probability	Z_1	Z_2	Z_3	Z_4
P_A	1		–	
P_B	–		1	
P_C (power system)	–		1	
P_C (telecom system)	–		1	
P_C	–		1	
P_M (power system)	–		0,75	
P_M (telecom system)	–		0,009	
P_M	–		0,752	
P_U (power line)	–		0,2	
P_V (power line)	–		0,2	
P_W (power line)	–		0,2	
P_Z (power line)	–		0,008	
P_U (telecom line)	–		0,8	
P_V (telecom line)	–		0,8	
P_W (telecom line)	–		0,8	
P_Z (telecom line)	–		0,04	

Values of risk components for unprotected structure are reported in Table H.31.

Tableau H.31 – Risque R_1 – Valeurs de composantes de risque pour une structure non protégée selon les zones (valeurs $\times 10^{-5}$)

Symbole	Z ₁	Z ₂	Z ₃	Z ₄	Structure
R_A	0,009				0,009
R_B		42,7	0,157	0,022	44,01
R_C			8,98	8,98	8,98
R_M			85,2	85,2	85,2
R_U (Ligne de puissance)		≈0	≈0	≈0	≈0
R_V (Ligne de puissance)		0,25	≈0	≈0	0,26
R_W (Ligne de puissance)			0,053	0,005 3	0,053
R_Z (Ligne de puissance)			0,055	0,055	0,055
R_U (Ligne de communication)		≈0	≈0	≈0	≈0
R_V (Ligne de communication)		7,05	0,026	0,004	7,278
R_W (Ligne de communication)			1,48	1,48	1,48
R_Z (Ligne de communication)			0,825	0,825	0,825
TOTAL	0,009	50	96,8	96,62	243,4

H.3.5 Conclusion pour la valeur de R_1

Pour la structure, le risque $R_1 = 243,4 \times 10^{-5}$ est supérieur à la valeur tolérable $R_T = 10^{-5}$, une protection contre la foudre est exigée.

H.3.6 Choix des mesures de protection

La composition des composantes de risque (voir 4.3.1 et 4.3.2) est donnée dans le Tableau H.32.

Tableau H.32 – Composition des composantes de risque R_1 selon les zones (valeurs $\times 10^{-5}$)

Symbole	Z ₁	Z ₂	Z ₃	Z ₄	Structure
R_D	0,009	42,7	9,14	9,02	53,02
R_I	0	7,3	87,66	87,6	95,13
TOTAL	0,009	50	96,8	96,62	243,4
R_S	0,009	0	≈0	≈0	0,009
R_F	0	50	0,2	0,026	50,22
R_O	0	0	96,6	96,6	193,2
TOTAL	0,009	50	96,8	96,62	243,4

avec

$$R_D = R_A + R_B + R_C$$

$$R_I = R_M + R_U + R_V + R_W + R_Z$$

$$R_S = R_A + R_U$$

$$R_F = R_B + R_V$$

$$R_O = R_M + R_C + R_W$$

Table H.31 – Risk R_1 – Values of risk components for unprotected structure according to zones (values $\times 10^{-5}$)

Symbol	Z ₁	Z ₂	Z ₃	Z ₄	Structure
R_A	0,009				0,009
R_B		42,7	0,157	0,022	44,01
R_C			8,98	8,98	8,98
R_M			85,2	85,2	85,2
R_U (Power line)		≈0	≈0	≈0	≈0
R_V (Power line)		0,25	≈0	≈0	0,26
R_W (Power line)			0,053	0,053	0,053
R_Z (Power line)			0,055	0,055	0,055
R_U (Telecom line)		≈0	≈0	≈0	≈0
R_V (Telecom line)		7,05	0,026	0,004	7,278
R_W (Telecom line)			1,48	1,48	1,48
R_Z (Telecom line)			0,825	0,825	0,825
TOTAL	0,009	50	96,8	96,62	243,4

H.3.5 Conclusion from R_1 evaluation

Because $R_1 = 243,4 \times 10^{-5}$ is higher than the tolerable value $R_T = 10^{-5}$, lightning protection for the structure is required.

H.3.6 Selection of protection measures

The composition of risk components (see 4.3.1 and 4.3.2) is given in Table H.32.

Table H.32 – Composition of risk R_1 components according to zones (values $\times 10^{-5}$)

Symbol	Z ₁	Z ₂	Z ₃	Z ₄	Structure
R_D	0,009	42,7	9,14	9,02	53,02
R_I	0	7,3	87,66	87,6	95,13
TOTAL	0,009	50	96,8	96,62	243,4
R_S	0,009	0	≈ 0	≈ 0	0,009
R_F	0	50	0,2	0,026	50,22
R_O	0	0	96,6	96,6	193,2
TOTAL	0,009	50	96,8	96,62	243,4

with

$$R_D = R_A + R_B + R_C$$

$$R_I = R_M + R_U + R_V + R_W + R_Z$$

$$R_S = R_A + R_U$$

$$R_F = R_B + R_V$$

$$R_O = R_M + R_C + R_W$$

où

R_D est le risque dû aux impacts sur la structure (source S1);

R_I est le risque dû aux impacts non pas sur la structure, mais l'influençant (sources: S2, S3 and S4);

R_S est le risque de blessure des êtres vivants;

R_F est le risque dû aux dommages physiques;

R_O est le risque dû aux défaillances des réseaux internes.

Cette composition montre que le risque R_I pour une structure est principalement dû aux défaillances du réseau interne dans les zones Z_3 et Z_4 en raison des impacts à proximité de la structure.

Le risque R_I dépend surtout

- des défaillances des réseaux internes causées par l'ITEMF dans les zones Z_3 et Z_4 (composantes $R_M \approx 57\%$ et $R_C \approx 6\%$ du risque total)
- des dommages physiques dans la zone Z_2 (composantes $R_B \approx 27\%$ et $R_V \approx 4\%$ du risque total)

La composante R_B peut être réduite soit par

- un SPF conforme à la CEI 62305-3 pour l'ensemble du bâtiment,
- en équipant la zone Z_2 de mesures de protection pour réduire les conséquences du feu (par exemple extincteur, système automatique de détection incendie, etc.).

Les composantes R_C et R_V peuvent être réduites en équipant les réseaux internes de puissance et téléphonique de parafoudres coordonnés conformes à la CEI 62305-4.

La composante R_M dans les zones Z_3 et Z_4 peut être réduite:

- en équipant les réseaux internes de puissance et de communication ainsi que le réseau local de parafoudres coordonnés conformes à la CEI 62305-4;
- en équipant les zones Z_3 et Z_4 d'un écran spatial en grille adéquate conforme à la CEI 62305-4.

Les solutions suivantes pourraient être adoptées comme mesures de protection:

a) Solution 1

- Protection du bâtiment avec un SPF de Type I.
- Installation renforcée (1,5x) de parafoudres coordonnés avec $P_{SPD} = 0,005$ sur les réseaux internes de puissance et de communication.
- Equipement de la zone Z_2 avec un système automatique de détection incendie.
- Equipement des zones Z_3 et Z_4 avec un écran maillé $w = 0,5$ m.

En choisissant cette solution, les paramètres du Tableau H.25 changeront, conduisant aux probabilités du Tableau H.33. Le facteur réduisant les pertes dues $r_p = 0,2$ seulement pour la zone Z_2 sera modifié par les valeurs du Tableau H.3.13.

where

R_D is the risk due to flashes striking the structure (source S1);

R_I is the risk due to flashes not striking the structure but influencing it (sources: S2, S3 and S4);

R_S is the risk due to injury of living beings;

R_F is the risk due to physical damage;

R_O is the risk due to failure of internal systems.

This composition shows that the risk R_1 for the structure is mainly due to failure of internal systems in zones Z_3 and Z_4 caused by lightning near the structure.

The risk R_1 is influenced by

- failures of internal systems in zones Z_3 and Z_4 (components $R_M \approx 57\%$ and $R_C \approx 6\%$ of the total risk),
- physical damages in the zone Z_2 (components $R_B \approx 27\%$ and $R_V \approx 4\%$ of the total risk).

Component R_B may be reduced either by

- an LPS conforming to IEC 62305-3 for the whole building,
- providing zone Z_2 with protection measures to reduce the consequences of fire (such as extinguishers, automatic fire detection system, etc.).

Components R_C and R_V may be reduced by providing the internal power and telecom systems with a coordinated SPD protection conforming to IEC 62305-4.

Component R_M in zones Z_3 and Z_4 may be reduced by:

- providing internal power and telecom systems with a coordinated SPD protection conforming to IEC 62305-4;
- providing zones Z_3 and Z_4 with an adequate spatial grid-like shield conforming to IEC 62305-4.

For protective measures the following solutions could be adopted:

a) First solution

- Protect the building with a Class I LPS.
- Install enhanced (1,5x) coordinated SPD protection with $P_{SPD} = 0,005$ on internal power and telecom systems.
- Provide zone Z_2 with an automatic fire detection system.
- Provide zones Z_3 and Z_4 with a meshed shield with $w = 0,5$ m.

Using this solution, the parameters in Table H.25 will change, leading to the probabilities reported in Table H.33. The factor reducing the loss due to provisions against fire will change to $r_p = 0,2$ for zone Z_2 .

Tableau H.33 – Risque R_1 – Valeurs de la probabilité P pour une structure protégée selon la solution a)

Probabilité	Z ₁	Z ₂	Z ₃	Z ₄
P_A	1		–	
P_B	–		0,02	
P_C (Puissance)	–		0,005	
P_C (Telecom)	–		0,005	
P_C	–		0,0019 9	
P_M (Puissance)	–		0,000 1	
P_M (Telecom)	–		0,000 1	
P_M	–		0,000 2	
P_U (puissance)	–		0,005	
P_V (puissance)	–		0,005	
P_W (puissance)	–		0,005	
P_Z (puissance)	–		0,005	
P_U (telecom)	–		0,005	
P_V (telecom)	–		0,005	
P_W (telecom)	–		0,005	
P_Z (telecom)	–		0,005	

b) Solution 2

- Protection du bâtiment avec un SPF de Type I.
- Installation renforcée (3x) de parafoudres coordonnés de $P_{SPD} = 0,001$ sur les réseaux internes de puissance et de communication.
- Equipement de la zone Z_2 avec des détecteurs de feu automatiques.

En choisissant cette solution, les paramètres du Tableau H.25 seront modifiés, conduisant aux probabilités du Tableau H.34. Le facteur de réduction de perte dû aux dispositions prises contre l'incendie sera modifié de $r_p = 0,5$ pour la zone Z_2 .

Tableau H.34 – Risque R_1 – Valeurs de la probabilité P pour une structure protégée selon la solution b)

Probabilité	Z ₁	Z ₂	Z ₃	Z ₄
P_A	1		–	
P_B	–		0,02	
P_C (puissance)	–		0,001	
P_C (telecom)	–		0,001	
P_C	–		0,002	
P_M (puissance)	–		0,001	
P_M (telecom)	–		0,001	
P_M	–		0,002	
P_U (puissance)	–		0,001	
P_V (puissance)	–		0,001	
P_W (puissance)	–		0,001	
P_Z (puissance)	–		0,001	
P_U (telecom)	–		0,001	
P_V (telecom)	–		0,001	
P_W (telecom)	–		0,001	
P_Z (telecom)	–		0,001	

Table H.33 – Risk R_1 – Values of probability P for the protected structure according to solution a)

Probability	Z_1	Z_2	Z_3	Z_4
P_A	1		–	
P_B	–		0,02	
P_C (Power system)		–		0,005
P_C (Telecom system)		–		0,005
P_C		–		0,001 99
P_M (Power system)		–		0,000 1
P_M (Telecom system)		–		0,000 1
P_M		–		0,0 002
P_U (power line)	–		0,005	
P_V (power line)	–		0,005	
P_W (power line)		–		0,005
P_Z (power line)		–		0,005
P_U (telecom line)	–		0,005	
P_V (telecom line)	–		0,005	
P_W (telecom line)		–		0,005
P_Z (telecom line)		–		0,005

b) Second solution

- Protect the building with a Class I LPS.
- Install enhanced (3x) coordinated SPD protection with $P_{SPD} = 0,001$ on internal power and telecom systems.
- Provide zone Z_2 with an automatic fire detection system.

Using this solution, the parameters in Table H.25 will change, leading to the probabilities reported in Table H.34. The factor reducing the loss due to provisions against fire will change to $r_p = 0,5$ for zone Z_2 .

Table H.34 – Risk R_1 – Values of probability P for protected structure according to solution b)

Probability	Z_1	Z_2	Z_3	Z_4
P_A	1		–	
P_B	–		0,02	
P_C (power system)		–		0,001
P_C (telecom system)		–		0,001
P_C		–		0,002
P_M (power system)		–		0,001
P_M (telecom system)		–		0,001
P_M		–		0,002
P_U (power line)	–		0,001	
P_V (power line)	–		0,001	
P_W (power line)		–		0,001
P_Z (power line)		–		0,001
P_U (telecom line)	–		0,001	
P_V (telecom line)	–		0,001	
P_W (telecom line)		–		0,001
P_Z (telecom line)		–		0,001

c) Solution 3

- Protection du bâtiment avec un SPF de Type I.
- Installation renforcée (2x) de parafoudres coordonnés de $P_{SPD} = 0,002$ sur les réseaux internes de puissance et de communication.
- Equipement de la zone Z_2 avec une détection automatique d'incendie.
- Equipement des zones Z_3 et Z_4 avec un écran maillé avec $w = 0,1$ m.

En choisissant cette solution, les paramètres du Tableau H.25 seront modifiés, conduisant aux probabilités du Tableau H.35. Le facteur de réduction de perte dû aux dispositions prises contre l'incendie sera modifié de $r_p = 0,2$ pour la zone Z_2 .

Tableau H.35 – Risque R_1 – Valeurs de la probabilité P pour une structure protégée selon la solution c)

Probabilité	Z_1	Z_2	Z_3	Z_4
P_A	1		–	
P_B	–		0,02	
P_C (Puissance)	–			0,002
P_C (Telecom)	–			0,002
P_C	–			0,004
P_M (Puissance)	–			0,000 1
P_M (Telecom)	–			0,000 1
P_M	–			0,000 2
P_U (Puissance)	–		0,002	
P_V (Puissance)	–		0,002	
P_W (Puissance)	–			0,002
P_Z (Puissance)	–			0,002
P_U (Telecom)	–		0,002	
P_V (Telecom)	–		0,002	
P_W (Telecom)	–			0,002
P_Z (Telecom)	–			0,002

Les valeurs du risque pour chaque zone en fonction de la solution choisie sont données au Tableau H.36.

Tableau H.36 – Risque R_1 – Valeurs du risque en fonction de la solution choisie (valeurs $\times 10^{-5}$)

	Z_1	Z_2	Z_3	Z_4	TOTAL
Solution a)	0,009	0,181	0,263	0,261	0,714
Solution b)	0,009	0,173	0,277	0,274	0,733
Solution c)	0,009	0,175	0,121	0,118	0,423

Toutes les solutions réduisent le risque en dessous de la valeur tolérable.

La solution à adopter dépend du meilleur compromis entre les aspects techniques et économiques.

c) Third solution

- Protect the building with a Class I LPS.
- Install enhanced (2x) coordinated SPD protection with $P_{SPD} = 0,002$ on internal power and telecom systems.
- Provide zone Z_2 with an automatic fire detection system.
- Provide zones Z_3 and Z_4 with a meshed shield having $w = 0,1$ m.

Using this solution, the parameters in Table H.25 will change, leading to the probabilities reported in Table H.35. The factor reducing the loss due to provisions against fire will change to $r_p = 0,2$ for zone Z_2 .

Table H.35 – Risk R_1 – Values of probability P for the protected structure according to solution c)

Probability	Z_1	Z_2	Z_3	Z_4
P_A	1	-		
P_B	-	0,02		
$P_{C(\text{Power system})}$	-	-	0,002	
$P_{C(\text{Telecom system})}$	-	-	0,002	
P_C	-	-	0,004	
$P_{M(\text{Power system})}$	-	-	0,000 1	
$P_{M(\text{Telecom system})}$	-	-	0,000 1	
P_M	-	-	0,000 2	
$P_U(\text{Power line})$	-	0,002		
$P_V(\text{Power line})$	-	0,002		
$P_W(\text{Power line})$	-	-	0,002	
$P_Z(\text{Power line})$	-	-	0,002	
$P_U(\text{Telecom line})$	-	0,002		
$P_V(\text{Telecom line})$	-	0,002		
$P_W(\text{Telecom line})$	-	-	0,002	
$P_Z(\text{Telecom line})$	-	-	0,002	

Values of risk for each zone according to the solution selected are given in Table H.36.

Table H.36 – Risk R_1 – Values of risk according to solution chosen (values $\times 10^{-5}$)

	Z_1	Z_2	Z_3	Z_4	TOTAL
Solution a)	0,009	0,181	0,263	0,261	0,714
Solution b)	0,009	0,173	0,277	0,274	0,733
Solution c)	0,009	0,175	0,121	0,118	0,423

All solutions reduce the risk below the tolerable level.

The solution to be adopted is subject to both the best technical criteria and the most cost-effective solution.

H.3.7 Données pour l'analyse des coûts

Le coût des pertes totales C_L peut être calculé par l'Equation (G.1) de l'Annexe G.

Les valeurs économiques, y compris les pertes d'activités, sont données au Tableau H.37 pour chaque zone.

**Tableau H.37 – Valeurs des coûts des pertes relatives aux zones
(valeurs en \$ x 10⁶)**

Symbole	Bâtiment B	Contenu I	Réseau de puissance A	Réseau de communication A	Total
Z ₁	–	–	–		–
Z ₂	70	6	3	0,5	79,5
Z ₃	2	0,9	5	0,5	8,4
Z ₄	1	0,1	0,015	1	2,1
Total	73	7	8	2	90

Les valeurs d'intérêt, d'amortissement et de taux de maintenance relatives aux mesures de protection sont données au Tableau H.38.

Tableau H.38 – Valeurs relatives aux taux

Taux	Symbole	Valeur
Intérêt	<i>i</i>	0,04
Amortissement	<i>a</i>	0,05
Maintenance	<i>m</i>	0,01

H.3.8 Evaluation du risque de pertes économiques: R_4

Les paramètres nécessaires pour l'évaluation des composantes de risque sont donnés aux Tableaux H.31 à H.39.

Les valeurs de composantes de risque pour une structure non protégée sont données au Tableau H.39.

H.3.7 Data for cost benefits analysis

The cost of total loss C_L may be calculated by Equation (G.1) of Annex G.

Economical values, including loss of activity, are given in Table H.37 for each zone.

Table H.37 – Values of costs of loss relevant to zones (values in \$ ×10⁶)

Symbol	Building B	Contents I	Power system A	Telecom system A	Total
Z ₁	–	–	–		–
Z ₂	70	6	3	0,5	79,5
Z ₃	2	0,9	5	0,5	8,4
Z ₄	1	0,1	0,015	1	2,1
Total	73	7	8	2	90

The values assumed for interest, amortization and maintenance rates relevant to the protection measures are given in Table H.38.

Table H.38 – Values relevant to rates

Rate	Symbol	Value
Interest	<i>i</i>	0,04
Amortization	<i>a</i>	0,05
Maintenance	<i>m</i>	0,01

H.3.8 Assessment of risk of economic loss: R_4

Parameters required for evaluating risk components are given in Tables H.31 through H.39.

Values of risk components for the unprotected structure are given in Table H.39.

Tableau H.39 – Risque R_4 – Valeurs des composantes de risque pour une structure non protégée selon les zones (valeurs $\times 10^{-5}$)

Symbole	Z_2	Z_3	Z_4
R_B	44,9	4,49	4,49
R_C (Ligne de puissance)	89,8	89,8	89,8
R_C (Ligne de communication)	89,8	89,8	89,8
R_M (Ligne de puissance)	849	849	849
R_M (Ligne de communication)	10,2	10,2	10,2
R_V (Ligne de puissance)	0,27	0,027	0,027
R_W (Ligne de puissance)	0,53	0,53	0,53
R_Z (Ligne de puissance)	0,55	0,55	0,55
R_V (Ligne de communication)	7,42	0,74	0,74
R_W (Ligne de communication)	14,8	14,8	14,8
R_Z (Ligne de communication)	8,25	8,25	8,25

H.3.6 Analyse des coûts

Le coût des pertes résiduelles C_{RL} peut être calculé par l'Equation (G.2) de l'Annexe G après évaluation des nouvelles valeurs des composantes de risque en fonction des mesures de protection choisies (voir H.3.4 – solutions a), b) et c)).

Les valeurs des coûts des pertes C_L pour la structure non protégée et des pertes résiduelles C_{RL} pour la structure protégée en fonction de la solution a), b) et c) sont données au Tableau H.40.

Tableau H.40 – Montant des pertes C_L et C_{RL} (valeurs en \$)

Symbole	C_L (non protégé)	C_{RL} (protégé) Solution a)	C_{RL} (protégé) Solution b)	C_{RL} (protégé) Solution c)
Z_2	68 801	3 503	3 325	4066
Z_3	47 779	2 293	5 011	202
Z_4	1 430	27	927	64
Total	118 010	5 824	9 262	4332

Le coût C_P et le coût annuel C_{PM} des mesures de protection est donné au Tableau H.41 (voir l'Equation (G.4) de l'Annexe G).

Table H.39 – Risk R_4 – Values of risk components for unprotected structure according to zones (values $\times 10^{-5}$)

Symbol	Z_2	Z_3	Z_4
R_B	44,9	4,49	4,49
$R_{C(\text{Power line})}$	89,8	89,8	89,8
$R_{C(\text{Telecom line})}$	89,8	89,8	89,8
$R_{M(\text{Power line})}$	849	849	849
$R_{M(\text{Telecom line})}$	10,2	10,2	10,2
$R_{V(\text{Power line})}$	0,27	0,027	0,027
$R_{W(\text{Power line})}$	0,53	0,53	0,53
$R_{Z(\text{Power line})}$	0,55	0,55	0,55
$R_{V(\text{Telecom line})}$	7,42	0,74	0,74
$R_{W(\text{Telecom line})}$	14,8	14,8	14,8
$R_{Z(\text{Telecom line})}$	8,25	8,25	8,25

H.3.9 Cost benefits analysis

The cost of residual loss C_{RL} may be calculated using Equation (G.2) of Annex G once the new values of risk components have been evaluated according to selected protection measures (see H.3.4 – solutions a), b) and c)).

Values of the costs of loss C_L for the unprotected structure and of residual loss C_{RL} for structure protected in accordance with solutions a), b), and c) are given in Table H.40.

Table H.40 – Amount of losses C_L and C_{RL} (values in \$)

Symbol	C_L (unprotected)	C_{RL} (protected) Solution a)	C_{RL} (protected) Solution b)	C_{RL} (protected) Solution c)
Z_2	68 801	3 503	3 325	4 066
Z_3	47 779	2 293	5 011	202
Z_4	1 430	27	927	64
Total	118 010	5 824	9 262	4 332

The cost C_P and the annual cost C_{PM} of protection measures are given in Table H.41 (see Equation (G.4) of Annex G).

Tableau H.41 – Coût C_P et C_{PM} des mesures de protection (valeurs en \$)

Mesures de protection	C_P	C_{PM}
SPF de type I	100 000	10 000
Détecteur d'incendie	50 000	5 000
Ecran des zones Z_3 et Z_4 ($w = 0,5$)	100 000	10 000
Ecran des zones Z_3 et Z_4 ($w = 0,1$)	110 000	11 000
1,5 parafoudre sur système de puissance	20 000	2 000
2 parafoudres coordonnés sur réseau de puissance	24 000	2 400
3 parafoudres coordonnés sur réseau de puissance	30 000	3 000
1,5 parafoudre sur réseau de communication	10 000	1 000
2 parafoudres coordonnés sur réseau de communication	12 000	2 000
3 parafoudres coordonnés sur réseau de communication	15 000	1 500

L'économie annuelle en monnaie

$$S = C_L - (C_{RL} + C_{PM})$$

est donnée au Tableau H.42.

Tableau H.42 – Economie annuelle (valeur en \$)

Solution a)	84 186
Solution b)	89 248
Solution c)	84 078

H.4 Immeuble d'appartements

La dernière étude de cas concernant les structures concernera l'évaluation du risque R_1 pour un immeuble d'appartements situé dans une région où la densité de foudroiement, $N_g = 4$ impacts au km^2 par an sera déterminée.

Conformément au Tableau 3, les composantes de risques R_B , R_U et R_V doivent être déterminées.

Le bâtiment est isolé: il n'y a pas d'autres structures environnantes.

Les services entrants sont les suivants:

- ligne de puissance BT;
- ligne téléphonique.

Les caractéristiques de structure sont données au Tableau H.43.

Table H.41 – Costs C_P and C_{PM} of protection measures (values in \$)

Protection measures	C_P	C_{PM}
LPS class I	100 000	10 000
Fire detection system	50 000	5 000
Zones Z_3 and Z_4 shielding ($w = 0,5$)	100 000	10 000
Zones Z_3 and Z_4 shielding ($w = 0,1$)	110 000	11 000
SPD (1,5x) on power system	20 000	2 000
SPD (2x) on power system	24 000	2 400
SPD (3x) on power system	30 000	3 000
SPD (1,5x) on TLC system	10 000	1 000
SPD (2x) on TLC system	12 000	2 000
SPD (3x) on TLC system	15 000	1 500

Annual saving of money

$$S = C_L - (C_{RL} + C_{PM})$$

is given in Table H.42.

Table H.42 – Annual saving of money (values in \$)

Solution a)	84 186
Solution b)	89 248
Solution c)	84 078

H.4 Apartment house

As for the previous study case, the risk R_1 for an apartment house located in a region with a lightning flash density $N_g = 4$ flashes per km² per year will be evaluated.

According to Table 3 risk components R_B , R_U and R_V shall be evaluated.

The building is isolated: there are no other neighbouring structures.

Incoming services are as follows:

- LV power line;
- telephone line;

Structure characteristics are given in Table H.43.

Tableau H.43 – Caractéristiques de la structure

Paramètre	Note	Symbole	Valeur
Dimensions (m)	–	$L_b \times W_b \times H_b$	30 × 20 × 20
Facteur d'emplacement	Isolé	C_d	1
SPF	Aucun	P_B	1
Densité de foudroiement	1/km ² /an	N_g	4

Les zones suivantes peuvent être définies:

- Z_1 (à l'extérieur du bâtiment);
- Z_2 (à l'intérieur du bâtiment).

Personne ne se tient à l'extérieur du bâtiment; le risque R_1 pour la zone Z_1 peut être négligé.

Une évaluation économique n'est pas exigée.

Les paramètres de la zone Z_2 sont donnés au Tableau H.44.

Tableau H.44 – Paramètres de la zone Z_2

Paramètre	Note	Symbole	Valeur
Type de sol	Bois	r_a	10 ⁻⁵
Risque d'incendie	Variable	r_f	–
Danger particulier	Aucun	h_Z	1
Protection incendie	Aucun	r_p	1
Protection contre les chocs	Aucun	–	–
Réseaux de puissance internes	Connecté à une ligne de puissance BT	–	–
Réseaux téléphoniques internes	Connectés à une ligne de communication	–	–
Pertes par tensions de contact et de pas (relatives à R_1)	Oui	L_t	10 ⁻⁴
Pertes par dommages physiques (relatives à R_1)	Oui	L_f	10 ⁻¹

Les caractéristiques des réseaux internes et des réseaux entrants concernés sont données au Tableau H.45 pour le réseau de puissance et au Tableau H.46 pour le réseau de communication.

Table H.43 – Structure characteristics

Parameter	Comment	Symbol	Value
Dimensions (m)	–	$L_b \times W_b \times H_b$	30 × 20 × 20
Location factor	Isolated	C_d	1
LPS	None	P_B	1
Lightning flash density	1/km ² /year	N_g	4

The following zones can be defined:

- Z_1 (outside the building);
- Z_2 (inside the building).

There are no people located outside the building; risk R_1 for zone Z_1 may be therefore disregarded.

Economic evaluation is not required.

Parameters of zone Z_2 are given in Table H.44.

Table H.44 – Zone Z_2 parameters

Parameter	Comment	Symbol	Value
Floor surface type	Wood	r_u	10 ⁻⁵
Risk of fire	Variable	r_f	–
Special hazard	None	h_Z	1
Fire protection	None	r_p	1
Shock protection	None	–	–
Internal power systems	Connected to LV power line	–	–
Internal telephone systems	Connected to telecom line	–	–
Loss by touch and step voltages (relevant to R_1)	Yes	L_t	10 ⁻⁴
Loss by physical damages (relevant to R_1)	Yes	L_f	10 ⁻¹

Characteristics of internal systems and of relevant incoming lines are given in Table H.45 for a power system and in Table H.46 for a telecommunication system.

Tableau H.45 – Paramètres du réseau de puissance interne et du réseau entrant concerné

Paramètre	Note	Symbole	Valeur
Résistivité du sol	Ωm	ρ	250
Longueur (m)	–	L_c	200
Hauteur (m)	Enterrée	–	–
Transfo HT/BT	Aucun	C_t	1
Facteur d'emplacement de ligne	Entouré de petits objets	C_d	0,5
Facteur d'environnement de ligne	Suburbain	C_e	0,5
Ecran de ligne	Non	P_{LD}	1
		P_{LI}	0,4
Tension de tenue des matériels U_w	$U_w = 2,5 \text{ kV}$	K_{S4}	0,6
Parafoudres coordonnés	Aucun	P_{SPD}	1
Extrémité «a» de la ligne, dimensions de la structure (m)	Aucun	$L_a \times W_a \times H_a$	–

Tableau H.46 – Paramètres du réseau de communication interne et du réseau entrant concerné

Paramètre	Note	Symbole	Valeur
Résistivité du sol	(Ωm)	ρ	250
Longueur (m)	–	L_c	100
Hauteur (m)	Enterrée	–	–
Facteur d'emplacement de ligne	Entouré de petits objets	C_d	0,5
Facteur d'environnement de ligne	Suburbain	C_e	0,5
Ecran de ligne	Aucun	P_{LD}	1
		P_{LI}	1
Tension de tenue des matériels U_w	$U_w = 1,5 \text{ kV}$	K_{S4}	1
Parafoudres coordonnés	Aucun	P_{SPD}	1
Extrémité «a» de la ligne, dimensions de la structure (m)	Aucun	$L_a \times W_a \times H_a$	–

Les valeurs du risque R_1 et les mesures de protection à adopter pour réduire le risque à un niveau tolérable $R_T = 10^{-5}$ sont données au Tableau H.47 en fonction de la hauteur du bâtiment et de son risque d'incendie.

Table H.45 – Internal power system and relevant incoming line parameters

Parameter	Comment	Symbol	Value
Soil resistivity	Ωm	ρ	250
Length (m)	–	L_c	200
Height (m)	Buried	–	–
HV/LV transformer	None	C_t	1
Line location factor	Surrounded by smaller objects	C_d	0,5
Line environment factor	Suburban	C_e	0,5
Line shield	Unshielded	P_{LD}	1
		P_{LI}	0,4
Equipment withstand voltage U_w	$U_w = 2,5 \text{ kV}$	K_{S4}	0,6
Coordinated SPD protection	None	P_{SPD}	1
End “a” line structure dimensions (m)	None	$L_a \times W_a \times H_a$	–

Table H.46 – Internal telecom system and relevant incoming line parameters

Parameter	Comment	Symbol	Value
Soil resistivity	(Ωm)	ρ	250
Length (m)	–	L_c	100
Height (m)	Buried	-	-
Line location factor	Surrounded by smaller objects	C_d	0,5
Line environment factor	Suburban	C_e	0,5
Line shielding	None	P_{LD}	1
		P_{LI}	1
Equipment withstand voltage U_w	$U_w = 1,5 \text{ kV}$	K_{S4}	1
Coordinated SPD Protection	None	P_{SPD}	1
End “a” line structure dimensions (m)	None	$(L_a \times W_a \times H_a)$	-

Risk R_1 values and protection measures to be adopted to reduce the risk to the tolerable level $R_T = 10^{-5}$ are given in Table H.47 according to the height of the building and its risk of fire.

Tableau H.47 – Mesures de protection à adopter en fonction de la hauteur du bâtiment et du risque d'incendie

Risque d'incendie	Hauteur m	Type de SPF	Protection contre le feu	R_1 ($\times 10^{-5}$)	Structure protégée
Faibles	20	–	–	0,77	x
Ordinaire		–	–	7,7	Non
		III	–	0,74	x
Elevé		IV	(2)	0,73	x
		–	–	77	Non
		II	(3)	0,74	x
		I	–	1,49	Non
40		I	(1)	0,74	x
	Faibles	–	–	2,33	Non
	–	(3)	0,46	x	
	IV	–	0,46	x	
	Ordinaire	–	–	23,3	Non
		IV	(3)	0,93	x
	Elevé	I	–	0,46	x
		–	–	233	Non
		I	(3)	0,93	x

(1) Extincteurs.
 (2) Prises d'eau.
 (3) Alarme automatique.

Table H.47 – Protection measures to be adopted according to the height of the building and its risk of fire

Risk of fire	Height m	LPS type	Anti-fire protection	R_1 ($\times 10^{-5}$)	Structure protected
Low	20	–	–	0,77	x
Ordinary		–	–	7,7	No
		III	–	0,74	x
High		IV	(2)	0,73	x
		–	–	77	No
		II	(3)	0,74	x
		I	–	1,49	No
40		I	(1)	0,74	x
	Low	–	–	2,33	No
	–	(3)	0,46	x	
	IV	–	0,46	x	
	Ordinary	–	–	23,3	No
		IV	(3)	0,93	x
	I	–	0,46	x	
	High	–	–	233	No
I		(3)	0,93	x	
⁽¹⁾ Extinguishers. ⁽²⁾ Hydrants. ⁽³⁾ Automatic alarm.					

Annex I (informative)

Case study for services – Telecommunication line

I.1 General

The service to be considered is a telecommunication line using metallic conductors. Loss of public service (L2) and loss of economical value (L4) may affect this type of service so that the corresponding risks R'_2 and R'_4 should be evaluated, but following the request of the network operator, only risk R'_2 will be considered.

I.2 Basic data

The line, located in a region with $N_g = 4$ flashes per km² per year, is shown in Figure I.1 (no equipment is installed along the line).

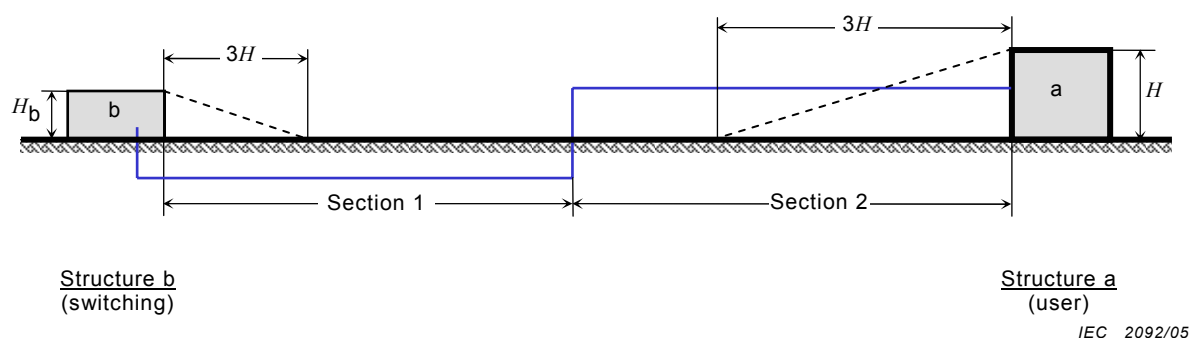


Figure I.1 – Telecommunication line to be protected

I.3 Line characteristics

The line consists of 2 sections:

- section S_1 : buried shielded line connected to switching building: no protection measures are installed in this section;
- section S_2 : aerial unshielded line connected to customer's building: no protection measures are installed in this section;

and 3 transition points:

- T_b : at the entrance of section S_1 into building "b" (i.e. the switching building): no protection measures are installed in this point;
- $T_{1/2}$: between section S_1 and section S_2 : no protection measures are installed in this point;
- T_a : at the entrance of section S_2 into building "a" (i.e. the customer's building): no protection measures are installed in this point.

L'écran de la section S_1 est mis à la terre à ses deux extrémités, par exemple à la borne de terre du bâtiment de commutation (T_b) et au point de transition $T_{1/2}$ avec une valeur de prise de terre de quelques dizaines d'ohms.

Les caractéristiques de la ligne sont données dans le Tableau I.1 pour la section S_1 et dans le Tableau I.2 pour la section S_2 .

Tableau I.1 – Caractéristiques de la section S_1 de la ligne

Paramètre	Note	Symbole	Valeur
Résistivité du sol	Ωm	ρ	500
Longueur (m)	–	L_c	600
Hauteur (m)	Enterrée	–	–
Facteur d'emplacement de ligne	Entouré	C_d	0,5
Facteur d'environnement de ligne	Rural	C_e	1
Résistance d'écran de ligne (Ω/km)	–	R_S	0,5
Type d'écran	Plomb	–	–
Caractéristiques d'écran	Pas de contact avec le sol	K_d	0,4
Type d'isolation de ligne	Papier	U_w (kV)	1,5
Type de matériel en T_b	Electronique	U_w (kV)	1,5 ¹⁾
Type de matériel en $T_{1/2}$	Aucun	–	–
Mesures de protection	Aucun	K_p	1

1) Niveau renforcé de l'UIT Recommandation K.20 [4].

Tableau I.2 – Caractéristiques de la section S_2 de la ligne

Paramètre	Note	Symbole	Valeur
Résistivité du sol	Ωm	ρ	500
Longueur (m)	–	L_c	800
Hauteur (m)	Aérienne	H_c	6
Facteur d'emplacement de ligne	Entouré	C_d	0,5
Facteur d'environnement de ligne	Rural	C_e	1
Résistance d'écran de ligne (Ω/km)	Non écranté	–	–
Type d'isolation de ligne	Plastique	U_w (kV)	5
Type de matériel en T_a	Electronique	U_w (kV)	1,5 ¹⁾
Type de matériel en $T_{1/2}$	Aucun		
Mesures de protection	Aucun	K_p	1

1) Niveau renforcé de l'UIT Recommandation K.20.

I.4 Caractéristiques d'extrémité de ligne dans la structure

Les caractéristiques de l'extrémité de ligne dans les structures sont données au Tableau I.3.

The shield of section S_1 is connected to earth at both ends (i.e. at the bonding bar in the switching building (T_b) and at the transition point $T_{1/2}$) with an earth resistance value of some tens of ohms.

Characteristics of the line are given in Table I.1 for section S_1 and in Table I.2 for section S_2 .

Table I.1 – Section S_1 of line characteristics

Parameter	Comment	Symbol	Value
Soil resistivity	Ωm	ρ	500
Length (m)	–	L_c	600
Height (m)	Buried	–	–
Line location factor	Surrounded	C_d	0,5
Line environment factor	Rural	C_e	1
Line shielding resistance (Ω/km)	–	R_S	0,5
Type of line shield	Lead	–	–
Shield characteristics	No contact with soil	K_d	0,4
Type of line insulation	Paper	U_w (kV)	1,5
Type of equipment in transition point T_b	Electronic	U_w (kV)	1,5 ⁽¹⁾
Type of equipment in transition point $T_{1/2}$	None	–	–
Protection measures	None	K_p	1

⁽¹⁾ Enhanced level of ITU-T Recommendation K.20 [4].

Table I.2 – Section S_2 of line characteristics

Parameter	Comment	Symbol	Value
Soil resistivity	Ωm	ρ	500
Length (m)	–	L_c	800
Height (m)	Aerial	H_c	6
Line location factor	Surrounded	C_d	0,5
Line environment factor	Rural	C_e	1
Line shielding resistance (Ω/km)	Unshielded	–	–
Type of line insulation	Plastic	U_w (kV)	5
Type of equipment in transition point T_a	Electronic	U_w (kV)	1,5 ⁽¹⁾
Type of equipment in transition point $T_{1/2}$	None	-	-
Protection measures	None	K_p	1

⁽¹⁾ Enhanced level of ITU-T Recommendation K.20.

I.4 End of line structure characteristics

Characteristics of end of line structures are given in Table I.3.

Tableau I.3 – Caractéristiques d'extrémité de ligne dans la structure

Structure	Dimensions m $L \times W \times H$	Facteur d'emplacement C_d	Nombre n de services vers la structure
«a»	25 × 20 × 15	2	3
«b»	20 × 30 × 10	0,5	10

I.5 Nombre annuel prévisible d'événements dangereux

Le nombre annuel prévisible d'événements dangereux est évalué conformément à l'Annexe A. Les données sont indiquées au Tableau I.4.

Tableau I.4 – Nombre annuel prévisible d'événements dangereux

Paramètre	Valeur (1/an)
N_{Da}	0,0873
N_{Db}	0,0129
$N_L (S1)$	0,0235
$N_I (S1)$	0,617
$N_L (S2)$	0,052 2
$N_I (S2)$	1,6

I.6 Composantes de risque

Les composantes de risque pour chaque section sont données dans le Tableau I.5.

Tableau I.5 – Risque R'_2 – Composantes de risque relatives aux sections S de la ligne

Paramètre	S_1	S_2
$R'_{B(a)}$	–	x
$R'_{B(b)}$	x	–
$R'_{C(a)}$	–	x
$R'_{C(b)}$	x	–
R'_V	x	x
R'_W	x	x
R'_Z	x	x

Les courants de défaut et les probabilités nécessaires pour l'évaluation des composantes de risque sont donnés dans le Tableau I.6.

Table I.3 – End of line structure characteristics

Structure	Dimensions m $L \times W \times H$	Location factor C_d	Number n of services to structure
“a”	25 × 20 × 15	2	3
“b”	20 × 30 × 10	0,5	10

I.5 Expected annual number of dangerous events

Expected annual number of dangerous events is evaluated according to Annex A.

Data are reported in Table I.4.

Table I.4 – Expected annual number of dangerous events

Parameter	Value (1/year)
N_{Da}	0,087 3
N_{Db}	0,012 9
$N_{L(S1)}$	0,023 5
$N_{I(S1)}$	0,617
$N_{L(S2)}$	0,052 2
$N_{I(S2)}$	1,6

I.6 Risk components

Risk components involved in each section are given in Table I.5.

Table I.5 – Risk R'_2 – Risk components relevant to sections S of the line

Parameter	S_1	S_2
$R'_{B(a)}$	–	x
$R'_{B(b)}$	x	–
$R'_{C(a)}$	–	x
$R'_{C(b)}$	x	–
R'_V	x	x
R'_W	x	x
R'_Z	x	x

Failure currents and probabilities needed for evaluation of risk components are given in Table I.6.

Tableau I.6 – Risque R'_2 – Courants de défaut et probabilités P' pour une ligne non protégée

Paramètre	S_1	S_2
$I_{a(B,C)}$ (kA)	>600 ⁽¹⁾	0 ⁽²⁾
$I_{a(V)}$ (kA)	40 ⁽³⁾	0 ⁽²⁾
$I_{a(W)}$ (kA)	125 ⁽⁴⁾	0 ⁽²⁾
$P'_{B(a)/(Ia(B))}$	–	1 ⁽⁵⁾
$P'_{B(b)/(Ia(B))}$	0,001 ⁽⁵⁾	–
$P'_{C(a)/(Ia(C))}$	–	1 ⁽⁵⁾
$P'_{C(b)/(Ia(C))}$	0,001 ⁽⁵⁾	–
$P'_{V(Ia(V))}$	0,4	1
$P'_{W(Ia(W))}$	0,035	1
$P'_{Z(Ta)}$ (pour matériel en T_a , $U_w = 1,5$ kV) ⁽⁶⁾	0,5 ⁽⁸⁾	1 ⁽⁸⁾
$P'_{Z(Tb)}$ (pour matériel en T_b , $U_w = 1,5$ kV) ⁽⁶⁾	0,02 ⁽⁷⁾	1 ⁽⁸⁾
$P'_{Z(T1/2)}$ (défaut d'un câble enterré, $U_w = 1,5$ kV) ⁽⁶⁾	0,5 ⁽⁹⁾	1 ⁽⁸⁾
<p>(1) $I_a = 25 n U_w / (R_s \times K_d \times K_p)$ avec $K_p = 1$ et $K_d = 0,4$ (voir Annexe D.1 et Tableau D.1).</p> <p>(2) $I_a = 0$ pour une ligne sans écran (voir Annexe D.1).</p> <p>(3) Limité à 40 kA en raison d'un écran en plomb (voir D.1.2).</p> <p>(4) $I_a = 25 U_w / (R_s \times K_d \times K_p)$ avec $K_p = 1$ et $K_d = 0,4$ (voir Annexe D.1.2 et Tableau D.1).</p> <p>(5) Voir Tableau D.5.</p> <p>(6) Les valeurs de P'_Z sont données dans le Tableau B.7. La règle d'application de ce tableau pour une section écrantée est la suivante: Si le point de transition considéré est entre deux sections écrantées ou si la section écrantée pénètre dans la structure et est connectée à la borne de terre lorsque l'équipement est connecté, les valeurs du Tableau B.7 données dans les colonnes "Ecran lié à ..." s'appliquent à la section écrantée. Dans les autres cas, les valeurs du Tableau B.7 données dans les colonnes "Ecran non relié..." s'appliquent aux sections écrantées, si l'écran est relié à la terre à ses deux extrémités avec une valeur de terre de quelques dizaines d'ohms. Autrement la section écrantée est considérée comme non écrantée.</p> <p>(7) Valeurs du Tableau B.7 dans les colonnes "Ecran relié à ...".</p> <p>(8) Valeurs du Tableau B.7 dans les colonnes "Pas d'écran ...".</p> <p>(9) Valeurs du Tableau B.7 dans les colonnes "Ecran non relié à ...".</p>		

I.7 Evaluation du risque R'_2

Selon les calculs du concepteur de la protection contre la foudre se fondant sur l'expérience de l'opérateur, les valeurs moyennes suivantes de pertes annuelles relatives au risque R_2 sont prises:

$$L_t = 3 \times 10^{-3}$$

$$L_o = 10^{-3} \text{ (valeur par défaut – voir Tableau E.1).}$$

Les valeurs de composantes de risque pour une ligne non protégée sont données au Tableau I.7.

Table I.6 – Risk R'_2 – Values of failure currents and probabilities P' for unprotected line

Parameter	S_1	S_2
$I_{a(B,C)}$ (kA)	>600 ⁽¹⁾	0 ⁽²⁾
$I_{a(V)}$ (kA)	40 ⁽³⁾	0 ⁽²⁾
$I_{a(W)}$ (kA)	125 ⁽⁴⁾	0 ⁽²⁾
$P'_{B(a)/(Ia(B))}$	-	1 ⁽⁵⁾
$P'_{B(b)/(Ia(B))}$	0,001 ⁽⁵⁾	-
$P'_{C(a)/(Ia(C))}$	-	1 ⁽⁵⁾
$P'_{C(b)/(Ia(C))}$	0,001 ⁽⁵⁾	-
$P'_{V(Ia(V))}$	0,4	1
$P'_{W(Ia(W))}$	0,035	1
$P'_{Z(Ta)}$ (for equipment in transition point T_a , $U_w = 1,5$ kV) ⁽⁶⁾	0,5 ⁽⁸⁾	1 ⁽⁸⁾
$P'_{Z(Tb)}$ (for equipment in transition point T_b , $U_w = 1,5$ kV) ⁽⁶⁾	0,02 ⁽⁷⁾	1 ⁽⁸⁾
$P'_{Z(T1/2)}$ (for breakdown insulation of buried cable, $U_w = 1,5$ kV) ⁽⁶⁾	0,5 ⁽⁹⁾	1 ⁽⁸⁾
<p>(1) $I_a = 25 n U_w / (R_s \times K_d \times K_p)$ with $K_p = 1$ and $K_d = 0,4$ (see Annex D.1 and Table D.1).</p> <p>(2) $I_a = 0$ for unshielded line (see Annex D.1).</p> <p>(3) Limited to 40 kA because lead shield (see D.1.2).</p> <p>(4) $I_a = 25 U_w / (R_s \times K_d \times K_p)$ with $K_p = 1$ and $K_d = 0,4$ (see Annex D.1.2 and Table D.1).</p> <p>(5) See Table D.5.</p> <p>(6) Values of P'_Z are reported in Table B.7. The rule to use Table B.7 for shielded section is the following: When the considered transition point is between two shielded sections or the shielded section is entering the structure and is connected to the bonding bar where the equipment is connected, the values of Table B.7 given in the columns "Shield bonded to ..." apply to shielded sections. In all the other cases, the values of Table B.7 given in the columns "Shield not bonded to ..." apply to shielded sections, if the shield is connected to earth at least at both ends with earth resistance value of some tens of ohms. Otherwise the shielded section shall be considered as unshielded ones.</p> <p>(7) Values of Table B.7 under the columns "Shield bonded to ...".</p> <p>(8) Values of Table B.7 under the column "No shield".</p> <p>(9) Values of Table B.7 under the column "Shield not bonded ...".</p>		

I.7 Assessment of risk R'_2

Following the evaluation of the lightning protection designer based on network operator's experience, the following mean values of relative amount of loss per year relevant to risk R_2 were assumed:

$$L_f = 3 \times 10^{-3}$$

$$L_o = 10^{-3} \text{ (default value – see Table E.1).}$$

Values of risk components for the unprotected line are given in Table I.7.

Tableau I.7 – Risque R'_2 – Valeurs des composantes de risque pour une ligne non protégée selon les sections S (valeurs $\times 10^{-3}$)

Paramètre	S ₁	S ₂	Ligne
$R'_{B(a)}^{(1)}$	–	0,261	0,261
$R'_{B(b)}^{(1)}$	$\cong 0$	–	$\cong 0$
$R'_{C(a)}^{(2)}$	–	0,0873	0,087 3
$R'_{C(b)}^{(2)}$	$\cong 0$	–	$\cong 0$
R'_V	0,0 282	0,1 566	0,184 8
R'_W	0,0 008	0,0 522	0,053
$R' = R'_{B(a)} + R'_{B(b)} + R'_{C(a)} + R'_{C(b)} + R'_V + R'_W$			0,586 1
$R'_{Z(Ta)}^{(5)}$	0,2 967	1,547 8	1,845
$R'_{Z(Tb)}^{(6)}$	0,0 119	1,547 8	1,59
$R'_{Z(T1/2)}^{(7)}$	0,2 967	1,547 8	1,845
$R_{2(Ta)} = R' + R'_{Z(Ta)}$			2,431 1
$R_{2(Tb)} = R' + R'_{Z(Tb)}$			2,176 1
$R_{2(T1/2)} = R' + R'_{Z(T1/2)}$			2,431 1
(1) $R'_B = N_D \times P'_B \times L'_f$ (2) $R'_C = N_D \times P'_C \times L'_0$ (3) $R'_V = N_L \times P'_V \times L'_f$ (4) $R'_W = N_L \times P'_W \times L'_0$ (5) $R'_{Z(Ta)} = (N_I - N_L) \times P'_{Z(Ta)} \times L'_0$ (6) $R'_{Z(Tb)} = (N_I - N_L) \times P'_{Z(Tb)} \times L'_0$ (7) $R'_{Z(T1/2)} = (N_I - N_L) \times P'_{Z(T1/2)} \times L'_0$			

La valeur $R'_2 = 3,508 \times 10^{-3}$ étant supérieure à la valeur tolérable $R_T = 10^{-3}$, la protection contre la foudre est nécessaire pour la ligne.

Le Tableau I.7 montre, qu'en raison de la composante de risque R'_Z dans la section S₂, le risque R'_2 dépasse la valeur tolérable aux points de transition T_a, T_b et T_{1/2}. Ainsi, cette composante doit être réduite. En raison de l'installation de la ligne (impossible de remplacer une section non écrantée par une section écrantée), des parafoudres conformes à la CEI 62305-5 doivent être utilisés comme mesure de protection.

Afin de réduire le risque R'_2 sous la valeur tolérable, il est suffisant de choisir des parafoudres appropriés au niveau de protection III, par exemple $P_{SPD} = 0,03$ (voir Tableau B.3).

Les parafoudres installés aux points de transition T_a et T_{1/2}:

- réduisent les probabilités $P'_{Z(Ta)}$ et $P'_{Z(T1/2)}$ à la valeur P_{SPD} ;
- n'affectent pas les probabilités P'_V et P'_W (voir D.1.2);
- n'affectent pas les probabilités P'_B et P'_C relatives à la section S₂ car elle est aérienne (voir D.1.1);
- n'affectent pas les probabilités P'_B et P'_C relatives à la section S₁ car elles sont inférieures à P_{SPD} (voir D.1.1).

Table I.7 – Risk R'_2 – Values of risk components for unprotected line according to sections S of the line (values $\times 10^{-3}$)

Parameter	S ₁	S ₂	Line
$R'_{B(a)}$ ⁽¹⁾	–	0,261	0,261
$R'_{B(b)}$ ⁽¹⁾	$\cong 0$	–	$\cong 0$
$R'_{C(a)}$ ⁽²⁾	–	0,087 3	0,0873
$R'_{C(b)}$ ⁽²⁾	$\cong 0$	–	$\cong 0$
R'_V	0,028 2	0,156 6	0,184 8
R'_W	0,000 8	0,052 2	0,053
$R' = R'_{B(a)} + R'_{B(b)} + R'_{C(a)} + R'_{C(b)} + R'_V + R'_W$			0,586 1
$R'_{Z(Ta)}$ ⁽⁵⁾	0,296 7	1,547 8	1,845
$R'_{Z(Tb)}$ ⁽⁶⁾	0,011 9	1,547 8	1,59
$R'_{Z(T1/2)}$ ⁽⁷⁾	0,296 7	1,547 8	1,845
$R_{2(Ta)} = R' + R'_{Z(Ta)}$			2,431 1
$R_{2(Tb)} = R' + R'_{Z(Tb)}$			2,176 1
$R_{2(T1/2)} = R' + R'_{Z(T1/2)}$			2,431 1
⁽¹⁾ $R'_B = N_D \times P'_B \times L'_f$ ⁽²⁾ $R'_C = N_D \times P'_C \times L'_0$ ⁽³⁾ $R'_V = N_L \times P'_V \times L'_f$ ⁽⁴⁾ $R'_W = N_L \times P'_W \times L'_0$ ⁽⁵⁾ $R'_{Z(Ta)} = (N_I - N_L) \times P'_{Z(Ta)} \times L'_0$ ⁽⁶⁾ $R'_{Z(Tb)} = (N_I - N_L) \times P'_{Z(Tb)} \times L'_0$ ⁽⁷⁾ $R'_{Z(T1/2)} = (N_I - N_L) \times P'_{Z(T1/2)} \times L'_0$			

The value of the risk $R'_2 = 3,508 \times 10^{-3}$ is greater than the tolerable value $R_T = 10^{-3}$, therefore the line needs to be protected against lightning.

Table I.7 shows that, due to the risk component R'_Z in section S₂, the risk R'_2 overcame the tolerable value in transition points T_a , T_b and $T_{1/2}$. Therefore this risk component must be reduced. Because the line is already installed (therefore it is not possible to use, for example, a shielded section instead of the unshielded one), SPDs conforming to IEC 62305-5 shall be used as protective measure.

In order to reduce the risk R'_2 below the tolerable value, it is enough to select SPDs in accordance with LPL III, i.e. $P_{SPD} = 0,03$ (see Table B.3).

The SPD installation at transition points T_a and $T_{1/2}$:

- reduces the probabilities $P'_{Z(Ta)}$ and $P'_{Z(T1/2)}$ to the value P_{SPD} ;
- does not affect the probabilities P'_V and P'_W (see D.1.2);
- does not affect the probabilities P'_B and P'_C relevant to section S₂ because it is aerial (see D.1.1);
- does not affect the probabilities P'_B and P'_C relevant to section S₁ because they are lower than P_{SPD} (see D.1.1).

De plus, conformément à la définition 3.25 et à l'Article A.4 avec des parafoudres installés au point de transition $T_{1/2}$, $T_{1/2}$ devient un "nœud" pour le point de transition T_b et la section S_2 de la ligne ne peut contribuer à la valeur de risque $R'_{Z(Tb)}$ (voir Annexe A de la CEI 62305-5).

Les valeurs de probabilités P' pour la ligne protégée sont données dans le Tableau I.8.

Tableau I.8 – Risque R'_2 – Valeurs des probabilités P' pour une ligne protégée

Paramètre	S_1	S_2
$P'_{B(a)}(Ia(B))$	–	1
$P'_{B(b)}(Ia(B))$	0,001	–
$P'_{C(a)}(Ia(C))$	–	1
$P'_{C(b)}(Ia(C))$	0,001	–
$P'_V(Ia(V))$	0,4	1
$P'_W(Ia(W))$	0,035	1
$P'_{Z(Ta)}$ (pour matériel en T_a , $U_w = 1,5$ kV)	0,03	0,03
$P'_{Z(Tb)}$ (pour matériel en T_b , $U_w = 1,5$ kV)	0,02	–
$P'_{Z(T1/2)}$ (défaut d'un câble enterré, $U_w = 1,5$ kV)	0,03	0,03

Les valeurs de probabilités pour la ligne protégée sont données dans le Tableau I.9 qui démontre que le risque R'_2 est plus faible que la valeur tolérable; par conséquent la protection de la ligne contre la foudre est achevée.

Tableau I.9 – Risque R'_2 – Valeurs des composantes de risque pour une ligne protégée par un parafoudre installé au point de transition $T_{1/2}$ et T_a avec $P_{SPD} = 0,03$ (valeurs $\times 10^{-3}$)

Paramètre	S_1	S_2	Ligne
$R'_{B(a)}$	–	0,261	0,261
$R'_{B(b)}$	$\cong 0$	–	$\cong 0$
$R'_{C(a)}$	–	–	0,087 3
$R'_{C(b)}$	$\cong 0$	–	$\cong 0$
R'_V	0,028 2	0,156 6	0,184 8
R'_W	0,000 8	0,052 2	0,053
$R' = R'_{B(a)} + R'_{B(b)} + R'_{C(a)} + R'_{C(b)} + R'_V + R'_W$			0,586 1
$R'_{Z(Ta)}$	0,017 8	0,055 3	0,073 1
$R'_{Z(Tb)}$	0,011 9	–	0,011 9
$R'_{Z(T1/2)}$	0,017 8	0,055 3	0,073 1
$R_{2(Ta)} = R' + R'_{Z(Tb)}$			0,659 2
$R_{2(Tb)} = R' + R'_{Z(Ta)}$			0,598
$R_{2(T1/2)} = R' + R'_{Z(T1/2)}$			0,659 2

Moreover, according to definition 3.25 and Clause A.4, with the SPDs installed in the transition point $T_{1/2}$, $T_{1/2}$ becomes a “node” for the transition point T_b and section S_2 of the line no longer contributes longer to the value of risk component $R'_{Z(T_b)}$ (see Annex A of IEC 62305-5).

Values of probabilities P' for the protected line are given in Table I.8.

Table I.8 – Risk R'_2 – Values of probabilities P' for the protected line

Parameter	S_1	S_2
$P'_{B(a) (Ia(B))}$	–	1
$P'_{B(b) (Ia(B))}$	0,001	–
$P'_{C(a) (Ia(C))}$	–	1
$P'_{C(b) (Ia(C))}$	0,001	–
$P'_{V(Ia(V))}$	0,4	1
$P'_{W(Ia(W))}$	0,035	1
$P'_{Z(T_a)}$ (for equipment in transition point T_a , $U_w = 1,5$ kV)	0,03	0,03
$P'_{Z(T_b)}$ (for equipment in transition point T_b , $U_w = 1,5$ kV)	0,02	–
$P'_{Z(T_{1/2})}$ (for breakdown insulation of buried cable, $U_w = 1,5$ kV)	0,03	0,03

Values of risk components for the protected line are reported in Table I.9 which shows that the risk R'_2 is lower than the tolerable value; therefore the protection of the line against lightning is achieved.

Table I.9 – Risk R'_2 – Values of risk components for the line protected with SPDs installed in the transition point $T_{1/2}$ and T_a with $P_{SPD} = 0,03$ (values $\times 10^{-3}$)

Parameter	S_1	S_2	Line
$R'_{B(a)}$	–	0,261	0,261
$R'_{B(b)}$	$\cong 0$	–	$\cong 0$
$R'_{C(a)}$	–	0,087 3	0,087 3
$R'_{C(b)}$	$\cong 0$	–	$\cong 0$
R'_V	0,028 2	0,156 6	0,184 8
R'_W	0,000 8	0,052 2	0,053
$R' = R'_{B(a)} + R'_{B(b)} + R'_{C(a)} + R'_{C(b)} + R'_V + R'_W$			0,586 1
$R'_{Z(T_a)}$	0,017 8	0,055 3	0,073 1
$R'_{Z(T_b)}$	0,011 9	–	0,011 9
$R'_{Z(T_{1/2})}$	0,017 8	0,055 3	0,073 1
$R_{2(T_a)} = R' + R'_{Z(T_b)}$			0,659 2
$R_{2(T_b)} = R' + R'_{Z(T_a)}$			0,598
$R_{2(T_{1/2})} = R' + R'_{Z(T_{1/2})}$			0,659 2

Annexe J (informative)

Logiciel simplifié pour l'évaluation du risque

J.1 Principes

La Méthode Simplifiée de Calcul D'estimation du Risque de la CEI (SIRAC en anglais) est un logiciel se fondant sur les calculs et les méthodes de la CEI 62305-2 qui est destinée à aider au calcul de la détermination des composantes de risque pour des structures simples. Elle est destinée à compléter l'application de la CEI 62305-2 pour l'estimation du risque pour la protection contre la foudre. Il est essentiel d'observer que ce logiciel est une simplification de la méthode plus rigoureuse d'évaluation du risque décrite dans la présente norme. Le logiciel se veut relativement intuitif pour les utilisateurs souhaitant une estimation initiale du risque.

L'objectif et les limites de cette méthode simplifiée sont les suivants:

- Permettre à des utilisateurs plus généralistes de la CEI 62305-2 d'effectuer des calculs pour des structures typiques sans une connaissance approfondie des détails et méthodes décrites dans la présente norme.
- Promouvoir l'application de la norme et élargir la méthode d'analyse du risque à un lectorat plus étendu et, donc à davantage d'utilisateurs. On estime qu'un logiciel aussi convivial entraînera aussi une plus grande adhésion de la profession à cette norme.
- Fournir un logiciel d'estimation du risque dédié à des structures typiques, simples dans des situations très générales. Pour parvenir à ce but, certains paramètres sont fixés par défaut et l'utilisateur n'a qu'à choisir dans un éventail plus limité.
- Le logiciel ne met pas en œuvre la pleine fonctionnalité de la présente norme; une telle mise en œuvre aurait entraîné une complexité non désirée. Les utilisateurs sont encouragés à utiliser la norme pour une estimation du risque plus détaillée avec des structures complexes et des cas particuliers.
- Ce logiciel n'est pas destiné à calculer les composantes de risque pour les services.
- Il convient que la méthode simplifiée de calcul d'estimation du risque de la CEI soit considérée comme un complément de la CEI 62305-2 avec mise à jour sur une ligne du serveur FTP de la CEI afin de prendre en compte les modifications par téléchargement au fur et à mesure des besoins.

J.2 Description des paramètres

Les paramètres essentiels pour le calcul des composantes de risque dans le logiciel sont classés en trois catégories:

- les paramètres que l'utilisateur doit choisir selon les définitions et les possibilités données dans la norme (voir Tableau J.1);
- les paramètres proposés à l'utilisateur, à choix limité dans l'éventail de la norme (voir Tableau J.2);
- les paramètres, qui sont codés et inaccessibles pour l'utilisateur qui ne peut donc pas les modifier (voir Tableau J.3).

Annex J (informative)

Simplified software for risk assessment for structures

J.1 Fundamentals

The Simplified IEC Risk Assessment Calculator (SIRAC) is a software tool based on calculations and methods given in IEC 62305-2 and assists in the calculation of the risk components of simple structures. It is intended to support the application of IEC 62305-2 as the risk management method for lightning protection purposes. It is important to note that this tool is a simplified implementation of the more rigorous treatment of risk management described elsewhere in this standard. The calculator is designed to be relatively intuitive for users wishing to obtain an initial assessment of risk sensitivity.

The purpose and limitations of SIRAC are as follows:

- To enable more general users of the standard IEC 62305-2 to conduct calculations on typical structures without requiring them to possess in-depth knowledge of details and methodologies covered in the body of the standard.
- To promote the application of IEC 62305-2 and adoption of its risk assessment method by a wider readership and range of users. It is believed that such a user-friendly tool will also serve to increase the acceptance of the standard in the wider lightning protection community.
- To provide a tool specifically tailored to the calculation of risk in typical, non-complicated, structures and more general situations. To achieve this aim, certain parameters are defaulted to fixed values and the user required only to make selections from a more limited subset.
- The software does not implement the full functionality of this standard; such an implementation would have added unintended complexity to the tool. Users are encouraged to use the written standard for a more detailed treatment of risk when assessing complicated structures or special circumstances.
- it is applicable only for the calculation of single-zone structures.
- SIRAC should be viewed as a companion tool to IEC 62305-2 and will be supported through an on-line update function to an IEC FTP server where downloads will be available as the tool is updated.

J.2 Description of parameters

Parameters important to the calculation of the risk components in the software tool are divided into three categories:

- parameters, which the user is required to select in accordance with definitions and possibilities provided in the standard (see Table J.1);
- parameters, where the user's choice is limited to a subset of those provided in the standard (see Table J.2);
- parameters, which are fixed in code and which the user cannot alter (see Table J.3).

Tableau J.1 – Paramètres choisis par l'utilisateur

Paramètre	Abréviation/ Symbole
Longueur, largeur et hauteur de la structure à protéger	L, W, H
Densité de foudroiement	N_g
Facteur d'emplacement	C_d
Facteur d'environnement	C_e
Type de service (puissance, autres services aériens, autres services en souterrain) Remarque: Un transformateur n'est possible que pour la ligne de puissance	
Système de protection contre la foudre selon la CEI 62305-3	P_B
Protection contre les chocs (surtension) pour les services – seulement au point de pénétration (parafoudre avec équipotentialité) – ou parafoudres coordonnés selon la CEI 62305-4 pour l'ensemble du réseau interne connecté aux services Remarque: L'utilisateur ne peut choisir qu'une seule valeur de protection contre les chocs. Cette valeur s'applique à tous les services pour l'ensemble de la structure à protéger	P_{SPD}
Risque de feu ou de dommages physiques pour la structure	r_f
Protection contre l'incendie	r_p
Dangers particuliers	h_z
Choix des pertes appropriées (types de pertes)	

Tableau J.2 – Paramètres avec choix limités pour l'utilisateur

Paramètre	Abréviation/ Symbole
Efficacité de l'écran de la structure	K_{S1}
Type de câblage intérieur	K_{S3}
Ecrantage des services externes (type de câblage externe)	P_{LD}, P_{LI}
Facteurs de pertes dus au feu: il est demandé à l'utilisateur le type de structure à protéger Remarque: Un calcul de L_f pour les quatre types de pertes, comme cela est défini à l'Annexe C de la norme, n'est pas possible. L'utilisateur choisira le type de structure à protéger dans la liste proposée	L_f
Facteurs de pertes dues aux surtensions Remarque: Un calcul de L_o pour les quatre types de pertes, comme cela est défini à l'Annexe C de la norme, n'est pas possible. L'utilisateur choisira le type de structure à protéger dans la liste proposée	L_o
Pour le type de pertes L4 (pertes économiques), il n'existe pas d'investigation des impacts économiques des mesures de protection dans le logiciel simplifié. Ainsi; l'utilisateur choisira un risque tolérable de pertes économiques	

Table J.1 – Parameters for the user to change freely

Parameter	Abbreviation/ Symbol
Length, width and height of structure to be protected	L, W, H
Lightning ground flash density	N_g
Location factor	C_d
Environmental factor	C_e
Type of service (power line, other overhead services, other underground services) Remark: A transformer is only possible for the power line	
Lightning protection system according to IEC 62305-3	P_B
Surge (overvoltage) protection for the services - only at the entrance (equipotential bonding SPD) - or a coordinated SPD protection according to IEC 62305-4 for the whole internal system connected to the services Remark: The user may only select one value for the surge protection. This value is valid for all services and for the entire structure to be protected	P_{SPD}
Risk of fire or physical damage to the structure	r_f
Fire protection	r_p
Special hazards	h_Z
Choice of the relevant losses (loss types)	

Table J.2 – Limited subset of parameters to be changed by the user

Parameter	Abbreviation/ Symbol
Structure screening effectiveness	K_{S1}
Internal wiring type	K_{S3}
Screening of external services (type of external cabling)	P_{LD}, P_{LI}
Loss factors due to fire: the user is asked for the type of structure to be protected Remark: A calculation of L_f for all four loss types, as defined in Annex C, is not possible. The user has to select the type of structure to be protected out of the given list	L_f
Loss factors due to overvoltages Remark: A calculation of L_o for all four loss types, as defined in Annex C, is not possible. The user has to select the type of structure to be protected out of the given list	L_o
For losses of type L4, economic loss, there is no implementation of the investigation of the cost-effectiveness of protection measures in this simplified software solution. If this is required, the user has to select a tolerable risk of economic loss	

Tableau J.3 – Paramètres fixés (non modifiables par l'utilisateur)

Paramètre	Symbole	Valeur fixée
Longueur des services	L_c	1 000 m
Dans le cas de services aériens: hauteur	H_c	6 m
Les bâtiments adjacents ne sont pas pris en compte	N_{DA}	0 m ²
L'efficacité des écrans des zones internes dans la structure n'est pas prise en compte	K_{S2}	1
Tension de tenue aux chocs des matériels internes connectés à ce service (1,5 kV)	K_{S4}	1
Probabilité de choc pour des êtres vivants	P_A	1
Type de sol ou de plancher	r_a	10 ⁻²
Pour une perte de type L1, perte de vie humaine, le facteur de perte pour les tensions de pas et de contact jusqu'à une distance de 3 m à l'extérieur de la structure à protéger	L_t	0,01

NOTE Des informations complémentaires sur les paramètres peuvent être directement trouvées dans le logiciel simplifié CEI de calcul du risque (faire dérouler le menu avec la souris).

J.3 Exemple de copies d'écran

Des exemples de copies d'écran décrits à l'Article H.1(maison rurale) sont donnés à la Figure J.1 (pas de mesures de protection prévues) et à la Figure J.2 (mesures de protection prévues selon la description de l'Article H.1, par exemple SPF de Type IV et parafoudre à l'entrée des services).

Table J.3 – Fixed parameters (not to be altered by the user)

Parameter	Symbol	Fixed value
Length of the services	L_c	1 000 m
In case of overhead services: height	H_c	6 m
No adjacent building is taken into account	N_{Da}	0
No screening effectiveness of zones internal to the structure is taken into account	K_{S2}	1
Impulse withstand voltage of the internal equipment connected to this service (1,5 kV)	K_{S4}	1
Probability for shock to living beings	P_A	1
Type of soil or floor	r_a	10-2
For loss of type L1, loss of human life, loss factor for step and touch voltages inside and up to 3 m outside the structure to be protected	L_t	0,01

NOTE Further information concerning parameter values can be found directly in SIRAC (contact the arrow of the click-down menu with the mouse).

J.3 Example of screen shot

Screen shots for the example described in Clause H.1 (country house) are given in Figure J.1 (no protection measures provided) and in Figure J.2 (protection measures provided as described in Clause H.1, namely LPS Class IV and SPDs at the service entrances).

IEC Risk Assessment Calculator Version 1.0.0

Fichier Options Librairie Aide

Dimensions de la structure:

Longueur de la structure (m): 15

Largeur de la structure (m): 20

Hauteur du plan du toit (m)*: 6

Hauteur des protubérances du toit (m)*: 6

* Mesurée à partir du sol

Aire équivalente (m2): 2,578 m2

Attributs de la structure:

Risque de feu ou dommage: Faible

Efficacité du blindage de la: Faible

Type de câblage interne: Sans écran

Influences environnementales:

Position par rapport au voisinage: Isolé

Densité de lignes: Rural

Niveau kéraunique: 40 days/yea

Densité de foudroiement: 4.0 flashes/km2

Voir la carte des niveaux: Voir la Carte

Lignes des services conducteurs:

Ligne de puissance:

Type de service connecté: Enterré

Type de câble externe: Avec écran

Présence d'un transformateur: Pas de transfo

Autres services aériens:

Nombre de services conducteurs: 1

Type de câble externe: Sans écran

Autres services souterrains:

Nombre de services conducteurs: 0

Type de câble externe: Sans écran

Mesures de protection:

Type de SPF: Pas de précautions

Niveau de protection contre le: Pas de mesures

Protection contre les surtensions: Pas de protection

Catégories de perte:

Catégorie 1 - Perte de vie humaine:

Risque spécifique pour la vie: Pas de risque spécifique

Perte de vie due au feu: Hôpital, hôtel...

Perte de vie due: Pas de système critique

Catégorie 2 - Perte de service essentiel:

Perte de service due au feu: Pas de service

Perte de service (surtensions): Pas de service

Catégorie 3 - Perte d'héritage culturel:

Perte d'héritage culturel due au: Pas de valeur culture

Catégorie 4 - Perte économique:

Risque économique: Pas de risque spécifique

Perte économique due au feu: Propriété commerciale

Perte économique: Eglise, prison, site publ

Coefficient (tension): Bétail à l'intérieur

Risque tolérable économique: 1 en 1 000

Risque calculés:

	Risque tolérable (Rt)		Risque coup direct (Rd)	+	Risque indirect (Ri)	=	Risque calculé (R)
Perte de vie humaine:	1.00E-05	=>	1.04E-06	+	1.46E-05	=	1.56E-05
Perte de service essentiel:	1.00E-03	=>	0.00E+00	+	0.00E+00	=	0.00E+00
Perte d'héritage culturel:	1.00E-03	=>	0.00E+00	+	0.00E+00	=	0.00E+00
Perte économique:	1.00E-03	=>	1.34E-05	+	3.26E-03	=	3.27E-03

IEC

L'outil de calcul de risque CEI est prévu pour aider dans l'analyse de divers critères pour déterminer le risque dû à la foudre. Il n'est pas possible de traiter tous les paramètres d'une structure qui peuvent rendre une structure plus ou moins susceptible d'être endommagée par la foudre. Dans ces cas spécifiques, des facteurs personnels ou économiques peuvent être très importants et devraient être considérés en plus de l'évaluation obtenue par l'utilisation de cet outil. Il est

Calculs

Tooltips: ON Database: v1.0.0 Map: FRENCH 11/28/2005

Figure J.1 – Exemple pour une maison rurale (voir Article H.1 – sans mesures de protection)

IEC Risk Assessment Calculator Project: ANNEX H1_UNPROT

File Options Library Help

Structure's Dimensions:

Length of structure (m): 15

Width of structure (m): 20

Height of roof plane (m)*: 6

Height of highest roof protrusion (m)*: 6

* Measured from the ground

Collection area (m2): 2.578 m2

Structure's Attributes:

Risk of physical damage (incl. fire): Low

Structure screening effectiveness: Poor

Internal wiring type: Unscreened

Environmental Influences:

Location factor: Isolated structure

Environmental factor: Rural

Number thunderdays: 40 days/year

Annual ground flash density: 4.0 flashes/km2

View isokeraunic map: [View Map](#)

Conductive Electric Service Lines:

Power Line:

Type of service to the structure: Buried cable

Type of external cable: Unscreened

Presence of MV / LV transformer: No Transformer

Other Overhead Services:

Number of conductive services: 1

Type of external cable: Unscreened

Other Underground Services:

Number of conductive services: 0

Type of external cable: Unscreened

Protection Measures:

Class of LPS: No LPS

Fire protection provisions: No measures

Surge protection: No protection

Types of Loss:

Type 1 - Loss of Human Life:

Special hazards to life: No special hazards

Life loss due to fire: Hospitals, hotels...

Life loss due to overvoltages: Not relevant

Type 2 - Loss of Essential Public Services:

Services lost due to fire: No service exist

Services lost due to overvoltages: No service exist

Type 3 - Loss of Cultural Heritage:

Cultural heritage lost due to fire: No heritage value

Type 4 - Economic Loss:

Special hazards to economics: No special hazards

Economic loss due to fire: Not relevant


Economic loss due to overvoltage: Not relevant

Step/touch potential loss factor: No shock risk

Tolerable risk of economic loss: 1 in 1,000

Calculated Risks:

	Tolerable Risk <i>(D_{tol})</i>		Direct Strike <i>(D_{dir} / D_d)</i>		Indirect Strike <i>(D_{ind} / D_i)</i>		Calculated <i>(D_{calc} / D_c)</i>
Loss of Human Life:	1,00E-05	=>	1,04E-06	+	2,32E-05	=	2,42E-05
Loss of Public Services:	1,00E-03	=>	0,00E+00	+	0,00E+00	=	0,00E+00
Loss of Cultural Heritage:	1,00E-03	=>	0,00E+00	+	0,00E+00	=	0,00E+00
Economic Loss:	1,00E-03	=>	0,00E+00	+	0,00E+00	=	0,00E+00



The IEC lightning risk assessment calculator is intended to assist in the analysis of various criteria to determine the risk of loss due to lightning. It is not possible to cover each special design element that may render a structure more or less susceptible to lightning damage. In special cases, personal and economic factors may be very important and should be considered in addition to the assessment obtained by use of this tool. It is intended that this tool be used in conjunction with the written...

[Calculations](#)

Project: ANNEX H1_UNPROT Tooltips: ON Database: v1.0.0 Map: GERMAN 28.11.2005

Figure J.1 – Example for a country house (see Clause H.1 – no protection measures provided)

IEC Risk Assessment Calculator Version 1.0.0

Fichier Options Librairie Aide

Dimensions de la structure:

Longueur de la structure (m): 15

Largeur de la structure (m): 20

Hauteur du plan du toit (m)*: 6

Hauteur des protubérances du toit (m)*: 6

* Mesurée à partir du sol

Aire équivalente (m2): 2,578 m2

Attributs de la structure:

Risque de feu ou dommage: Faible

Efficacité du blindage de la: Faible

Type de câblage interne: Sans écran

Influences environnementales:

Position par rapport au voisinage: Isolé

Densité de lignes: Rural

Niveau kéraunique: 40 days/yea

Densité de foudroiement: 4.0 flashes/km2

Voir la carte des niveaux: Voir la Carte

Lignes des services conducteurs:

Ligne de puissance:

Type de service connecté: Enterré

Type de câble externe: Avec écran

Présence d'un transformateur: Pas de transfo

Autres services aériens:

Nombre de services conducteurs: 1

Type de câble externe: Sans écran

Autres services souterrains:

Nombre de services conducteurs: 0

Type de câble externe: Sans écran

Mesures de protection:

Type de SPF: Niveau IV

Niveau de protection contre le: Pas de mesures

Protection contre les surtensions: Ensemble parafoudre c

Catégories de perte:

Catégorie 1 - Perte de vie humaine:

Risque spécifique pour la vie: Pas de risque spécifique

Perte de vie due au feu: Hôpital, hôtel...

Perte de vie due: Pas de système critique

Catégorie 2 - Perte de service essentiel:

Perte de service due au feu: Pas de service

Perte de service (surtensions): Pas de service

Catégorie 3 - Perte d'héritage culturel:

Perte d'héritage culturel due au: Pas de valeur culture

Catégorie 4 - Perte économique:

Risque économique: Pas de risque spécifique

Perte économique due au feu: Propriété commerciale

Perte économique: Eglise, prison, site publ

Coefficient (tension): Bétail à l'intérieur

Risque tolérable économique: 1 en 1 000

Risque calculés:

	Risque tolérable (Rt)		Risque coup direct (Rd)	+	Risque indirect (Ri)	=	Risque calculé (R)
Perte de vie humaine:	1.00E-05	=>	2.17E-07	+	6.95E-07	=	9.11E-07
Perte de service essentiel:	1.00E-03	=>	0.00E+00	+	0.00E+00	=	0.00E+00
Perte d'héritage culturel:	1.00E-03	=>	0.00E+00	+	0.00E+00	=	0.00E+00
Perte économique:	1.00E-03	=>	1.75E-06	+	1.76E-04	=	1.78E-04

IEC

L'outil de calcul de risque CEI est prévu pour aider dans l'analyse de divers critères pour déterminer le risque dû à la foudre. Il n'est pas possible de traiter tous les paramètres d'une structure qui peuvent rendre une structure plus ou moins susceptible d'être endommagée par la foudre. Dans ces cas spécifiques, des facteurs personnels ou économiques peuvent être très importants et devraient être considérés en plus de l'évaluation obtenue par l'utilisation de cet outil. Il est

Calculs

Please register so we can keep you updated - see Help menu ...

Tooltips: ON Database: v1.0.0 Map: FRENCH 11/28/2005

start Installer 2 Microsoft... Fig_J1 2005-... Fig_J2 2005-... Clipboard01... 2 Standard... 5:51 PM

Figure J.2 – Exemple pour une maison rurale (voir Article H.1 – avec mesures de protection)

IEC Risk Assessment Calculator Project: ANNEX H1_PROT

File Options Library Help

Structure's Dimensions:

Length of structure (m): 15

Width of structure (m): 20

Height of roof plane (m)*: 6

Height of highest roof protrusion (m)*: 6

* Measured from the ground

Collection area (m2): 2.578 m2

Structure's Attributes:

Risk of physical damage (incl. fire): Low

Structure screening effectiveness: Poor

Internal wiring type: Unscreened

Environmental Influences:

Location factor: Isolated structure

Environmental factor: Rural

Number thunderdays: 40 days/year

Annual ground flash density: 4.0 flashes/km2

View isokeraunic map: View Map

Conductive Electric Service Lines:

Power Line:

Type of service to the structure: Buried cable

Type of external cable: Unscreened

Presence of MV / LV transformer: No Transformer

Other Overhead Services:

Number of conductive services: 1

Type of external cable: Unscreened

Other Underground Services:

Number of conductive services: 0

Type of external cable: Unscreened

Protection Measures:

Class of LPS: Class IV

Fire protection provisions: No measures

Surge protection: Service entrances only

Types of Loss:

Type 1 - Loss of Human Life:

Special hazards to life: No special hazards

Life loss due to fire: Hospitals, hotels...

Life loss due to overvoltages: Not relevant

Type 2 - Loss of Essential Public Services:

Services lost due to fire: No service exist

Services lost due to overvoltages: No service exist

Type 3 - Loss of Cultural Heritage:

Cultural heritage lost due to fire: No heritage value

Type 4 - Economic Loss:

Special hazards to economics: No special hazards

Economic loss due to fire: Not relevant


Economic loss due to overvoltage: Not relevant

Step/touch potential loss factor: No shock risk

Tolerable risk of economic loss: 1 in 1,000

Calculated Risks:

	Tolerable Risk (D _{th})		Direct Strike Risk (D _{st})		Indirect Strike Risk (D _{is})		Calculated Risk (D _{ca})
Loss of Human Life:	1,00E-05	=>	2,17E-07	+	6,95E-07	=	9,11E-07
Loss of Public Services:	1,00E-03	=>	0,00E+00	+	0,00E+00	=	0,00E+00
Loss of Cultural Heritage:	1,00E-03	=>	0,00E+00	+	0,00E+00	=	0,00E+00
Economic Loss:	1,00E-03	=>	0,00E+00	+	0,00E+00	=	0,00E+00



The IEC lightning risk assessment calculator is intended to assist in the analysis of various criteria to determine the risk of loss due to lightning. It is not possible to cover each special design element that may render a structure more or less susceptible to lightning damage. In special cases, personal and economic factors may be very important and should be considered in addition to the assessment obtained by use of this tool. It is intended that this tool be used in conjunction with the written...

Calculations

Please register so we can keep you updated - see Help menu

Project: ANNEX H1_PROT Tooltips: ON Database: v1.0.0 Map: GERMAN 28.11.2005

Figure J.2 – Example for a country house (see Clause H.1 – protection measures provided)

Bibliographie

- [1] CEI 61000-4-5:1995, *Compatibilité électromagnétique (CEM) – Partie 4-5: Techniques d'essai et de mesure – Essai d'immunité aux ondes de choc*
 - [2] CEI 60664-1:1992, *Coordination de l'isolement des matériels dans les systèmes (réseaux) à basse tension – Partie 1: Principes, prescriptions et essais*
 - [3] CEI 61643-1:1998, *Parafoudres basse tension – Partie 1: Parafoudres connectés aux réseaux de distribution basse tension – Partie 1: Exigences et essais et méthodes d'essai*
 - [4] UIT-T Recommandation K.20:2003, *Tenue aux surtensions et aux surintensités des matériels de communication installés dans les centres de communication*
-

Bibliography

- [1] IEC 61000-4-5:1995, *Electromagnetic compatibility (EMC) – Part 4-5: Testing and measuring techniques – Surge immunity test*
 - [2] IEC 60664-1:1992, *Insulation coordination for equipment within low-voltage systems – Part 1: Principles, requirements and tests*
 - [3] IEC 61643-1:2005, *Low-voltage surge protective devices – Part 1: Surge protective devices connected to low-voltage power distribution systems – Requirements and tests*
 - [4] ITU-T Recommendation K.20:2003, *Resistibility of telecommunication equipment installed in a telecommunications centre to overvoltages and overcurrents*
-



Standards Survey

The IEC would like to offer you the best quality standards possible. To make sure that we continue to meet your needs, your feedback is essential. Would you please take a minute to answer the questions overleaf and fax them to us at +41 22 919 03 00 or mail them to the address below. Thank you!

Customer Service Centre (CSC)

International Electrotechnical Commission

3, rue de Varembé

1211 Genève 20

Switzerland

or

Fax to: **IEC/CSC** at +41 22 919 03 00

Thank you for your contribution to the standards-making process.

A Prioritaire

Nicht frankieren
Ne pas affranchir



Non affrancare
No stamp required

RÉPONSE PAYÉE

SUISSE

Customer Service Centre (CSC)

International Electrotechnical Commission

3, rue de Varembé

1211 GENEVA 20

Switzerland



Q1 Please report on **ONE STANDARD** and **ONE STANDARD ONLY**. Enter the exact number of the standard: (e.g. 60601-1-1)

.....

Q2 Please tell us in what capacity(ies) you bought the standard (tick all that apply). I am the/a:

- purchasing agent
- librarian
- researcher
- design engineer
- safety engineer
- testing engineer
- marketing specialist
- other.....

Q3 I work for/in/as a: (tick all that apply)

- manufacturing
- consultant
- government
- test/certification facility
- public utility
- education
- military
- other.....

Q4 This standard will be used for: (tick all that apply)

- general reference
- product research
- product design/development
- specifications
- tenders
- quality assessment
- certification
- technical documentation
- thesis
- manufacturing
- other.....

Q5 This standard meets my needs: (tick one)

- not at all
- nearly
- fairly well
- exactly

Q6 If you ticked NOT AT ALL in Question 5 the reason is: (tick all that apply)

- standard is out of date
- standard is incomplete
- standard is too academic
- standard is too superficial
- title is misleading
- I made the wrong choice
- other

Q7 Please assess the standard in the following categories, using the numbers:

- (1) unacceptable,
- (2) below average,
- (3) average,
- (4) above average,
- (5) exceptional,
- (6) not applicable

- timeliness.....
- quality of writing.....
- technical contents.....
- logic of arrangement of contents
- tables, charts, graphs, figures.....
- other

Q8 I read/use the: (tick one)

- French text only
- English text only
- both English and French texts

Q9 Please share any comment on any aspect of the IEC that you would like us to know:

.....

.....

.....

.....

.....

.....

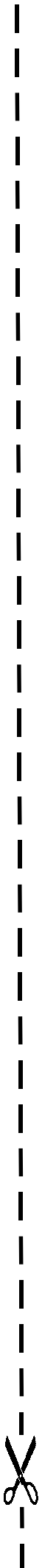
.....

.....

.....

.....

.....





Enquête sur les normes

La CEI ambitionne de vous offrir les meilleures normes possibles. Pour nous assurer que nous continuons à répondre à votre attente, nous avons besoin de quelques renseignements de votre part. Nous vous demandons simplement de consacrer un instant pour répondre au questionnaire ci-après et de nous le retourner par fax au +41 22 919 03 00 ou par courrier à l'adresse ci-dessous. Merci !

Centre du Service Clientèle (CSC)

Commission Electrotechnique Internationale

3, rue de Varembé

1211 Genève 20

Suisse

ou

Télécopie: **CEI/CSC** +41 22 919 03 00

Nous vous remercions de la contribution que vous voudrez bien apporter ainsi à la Normalisation Internationale.

A Prioritaire

Nicht frankieren
Ne pas affranchir



Non affrancare
No stamp required

RÉPONSE PAYÉE

SUISSE

Centre du Service Clientèle (CSC)

Commission Electrotechnique Internationale

3, rue de Varembé

1211 GENÈVE 20

Suisse



Q1 Veuillez ne mentionner qu'**UNE SEULE NORME** et indiquer son numéro exact: (ex. 60601-1-1)

.....

Q2 En tant qu'acheteur de cette norme, quelle est votre fonction? (cochez tout ce qui convient)
Je suis le/un:

- agent d'un service d'achat
- bibliothécaire
- chercheur
- ingénieur concepteur
- ingénieur sécurité
- ingénieur d'essais
- spécialiste en marketing
- autre(s).....

Q3 Je travaille: (cochez tout ce qui convient)

- dans l'industrie
- comme consultant
- pour un gouvernement
- pour un organisme d'essais/ certification
- dans un service public
- dans l'enseignement
- comme militaire
- autre(s).....

Q4 Cette norme sera utilisée pour/comme (cochez tout ce qui convient)

- ouvrage de référence
- une recherche de produit
- une étude/développement de produit
- des spécifications
- des soumissions
- une évaluation de la qualité
- une certification
- une documentation technique
- une thèse
- la fabrication
- autre(s).....

Q5 Cette norme répond-elle à vos besoins: (une seule réponse)

- pas du tout
- à peu près
- assez bien
- parfaitement

Q6 Si vous avez répondu PAS DU TOUT à Q5, c'est pour la/les raison(s) suivantes: (cochez tout ce qui convient)

- la norme a besoin d'être révisée
- la norme est incomplète
- la norme est trop théorique
- la norme est trop superficielle
- le titre est équivoque
- je n'ai pas fait le bon choix
- autre(s)

Q7 Veuillez évaluer chacun des critères ci-dessous en utilisant les chiffres (1) inacceptable, (2) au-dessous de la moyenne, (3) moyen, (4) au-dessus de la moyenne, (5) exceptionnel, (6) sans objet

- publication en temps opportun
- qualité de la rédaction.....
- contenu technique
- disposition logique du contenu
- tableaux, diagrammes, graphiques, figures
- autre(s)

Q8 Je lis/utilise: (une seule réponse)

- uniquement le texte français
- uniquement le texte anglais
- les textes anglais et français

Q9 Veuillez nous faire part de vos observations éventuelles sur la CEI:

.....
.....
.....
.....
.....
.....



ISBN 2-8318-8364-4



9 782831 883649

ICS 29.020; 91.120.40

Typeset and printed by the IEC Central Office
GENEVA, SWITZERLAND