

COMMISSION ÉLECTROTECHNIQUE INTERNATIONALE
RAPPORT DE LA CEI

INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION
IEC REPORT

Publication 826-1

Première édition — First edition
1985

Charges appliquées aux supports de lignes aériennes

Première partie: Généralités

Overhead line support loadings

Part 1: General



© CEI 1985

Droits de reproduction réservés — Copyright — all rights reserved

Bureau Central de la Commission Electrotechnique Internationale

3, rue de Varembé

Genève, Suisse

Révision de la présente publication

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

Les renseignements relatifs à ce travail de révision, à l'établissement des éditions révisées et aux mises à jour peuvent être obtenus auprès des Comités nationaux de la CEI et en consultant les documents ci-dessous:

- **Bulletin de la CEI**
- **Annuaire de la CEI**
- **Catalogue des publications de la CEI**
Publié annuellement

Terminologie

En ce qui concerne la terminologie générale, le lecteur se reportera à la Publication 50 de la CEI: Vocabulaire Electrotechnique International (VEI), qui est établie sous forme de chapitres séparés traitant chacun d'un sujet défini, l'Index général étant publié séparément. Des détails complets sur le VEI peuvent être obtenus sur demande.

Les termes et définitions figurant dans la présente publication ont été soit repris du VEI, soit spécifiquement approuvés aux fins de cette publication.

Symboles graphiques et littéraux

Pour les symboles graphiques, symboles littéraux et signes d'usage général approuvés par la CEI, le lecteur consultera:

- la Publication 27 de la CEI: Symboles littéraux à utiliser en électrotechnique;
- la Publication 617 de la CEI: Symboles graphiques pour schémas.

Les symboles et signes contenus dans la présente publication ont été soit repris des Publications 27 ou 617 de la CEI, soit spécifiquement approuvés aux fins de cette publication.

Publications de la CEI établies par le même Comité d'Etudes

L'attention du lecteur est attirée sur la page 3 de la couverture, qui énumère les publications de la CEI préparées par le Comité d'Etudes qui a établi la présente publication.

Revision of this publication

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

Information on the work of revision, the issue of revised editions and amendment sheets may be obtained from IEC National Committees and from the following IEC sources:

- **IEC Bulletin**
- **IEC Yearbook**
- **Catalogue of IEC Publications**
Published yearly

Terminology

For general terminology, readers are referred to IEC Publication 50: International Electrotechnical Vocabulary (IEV), which is issued in the form of separate chapters each dealing with a specific field, the General Index being published as a separate booklet. Full details of the IEV will be supplied on request.

The terms and definitions contained in the present publication have either been taken from the IEV or have been specifically approved for the purpose of this publication.

Graphical and letter symbols

For graphical symbols, and letter symbols and signs approved by the IEC for general use, readers are referred to:

- IEC Publication 27: Letter symbols to be used in electrical technology;
- IEC Publication 617: Graphical symbols for diagrams.

The symbols and signs contained in the present publication have either been taken from IEC Publications 27 or 617, or have been specifically approved for the purpose of this publication.

IEC publications prepared by the same Technical Committee

The attention of readers is drawn to the inside of the back cover, which lists IEC publications issued by the Technical Committee which has prepared the present publication.

COMMISSION ÉLECTROTECHNIQUE INTERNATIONALE
RAPPORT DE LA CEI

INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION
IEC REPORT

Publication 826-1

Première édition — First edition

1985

Charges appliquées aux supports de lignes aériennes

Première partie: Généralités

Overhead line support loadings

Part 1: General



© CEI 1985

Droits de reproduction réservés – Copyright - all rights reserved

Aucune partie de cette publication ne peut être reproduite ni utilisée sous quelque forme que ce soit et par aucun procédé, électronique ou mécanique, y compris la photocopie et les microfilms sans l'accord écrit de l'éditeur.

No part of this publication may be reproduced or utilized in any form or by any means, electronic or mechanical, including photocopying and microfilm, without permission in writing from the publisher.

Bureau Central de la Commission Electrotechnique Internationale

3, rue de Varembe
Genève, Suisse

SOMMAIRE

	Pages
PRÉAMBULE	4
PRÉFACE	4
Articles	
1. Domaine d'application	6
2. Objet	6
3. Choix du degré de sécurité	6
4. Les différents types de charges	6
5. Résistance mécanique des supports	8
6. Définition du risque théorique de rupture	10
7. Classes de sécurité	12
ANNEXE A — Distribution statistique des vitesses maximales annuelles de vent	16
ANNEXE B — Calcul du coefficient γ_c pour les charges permanentes	18
FIGURES	20

CONTENTS

	Page
FOREWORD	5
PREFACE	5
Clause	
1. Scope	7
2. Object	7
3. Choice of the degree of security	7
4. Various loadings	7
5. Mechanical strength of supports	9
6. Definition of the theoretical risk of failure	11
7. Security classes	13
APPENDIX A — Statistical distribution of maximum yearly wind velocities	17
APPENDIX B — Calculation of the coefficient γ_c for permanent loads	19
FIGURES	20

COMMISSION ÉLECTROTECHNIQUE INTERNATIONALE

CHARGES APPLIQUÉES AUX SUPPORTS DE LIGNES AÉRIENNES

Première partie: Généralités

PRÉAMBULE

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

PRÉFACE

Le présent rapport a été établi par le Comité d'Etudes n° 11 de la C E I: Recommandations pour les lignes aériennes.

Le texte de ce rapport est issu des documents suivants:

Règle des Six Mois	Rapport de vote	Procédure des Deux Mois	Rapport de vote
11(BC)10 et 10A	11(BC)13	11(BC)16	11(BC)20

Pour de plus amples renseignements, consulter les rapports de vote correspondants, mentionnés dans le tableau ci-dessus.

Le présent rapport constitue la première partie de la Publication 826 de la C E I: Charges appliquées aux supports de lignes aériennes, qui comprendra:

Première partie: Généralités (Publication 826-1).

Deuxième partie: Charges dues au vent et à la température (Publication 826-2).

Troisième partie: Charges spéciales (Publication 826-3).

Quatrième partie: Charges dues au givre (Publication 826-4).

INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION

OVERHEAD LINE SUPPORT LOADINGS**Part 1: General****FOREWORD**

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

PREFACE

This report has been prepared by IEC Technical Committee No. 11: Recommendations for Overhead Lines.

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

Six Months' Rule	Report on Voting	Two Months' Procedure	Report on Voting
11(CO)10 and 10A	11(CO)13	11(CO)16	11(CO)20

Further information can be found in the relevant Reports on Voting indicated in the table above.

This report forms Part 1 of IEC Publication 826: Overhead Line Support Loadings, which will include in its final form:

Part 1: General (Publication 826-1).

Part 2: Wind and Temperature Loadings (Publication 826-2).

Part 3: Special Loadings (Publication 826-3).

Part 4: Ice Loadings (Publication 826-4).

CHARGES APPLIQUÉES AUX SUPPORTS DE LIGNES AÉRIENNES

Première partie: Généralités

1. Domaine d'application

Le présent rapport est applicable aux supports de lignes aériennes de tension nominale supérieure à 45 kV.

2. Objet

Le présent rapport a pour objet de définir les modes de calcul des charges appliquées aux supports de lignes aériennes en supposant que les autres éléments de la ligne (conducteurs, isolateurs) n'interviennent pas dans la sécurité globale de la ligne, mais ne servent qu'à transmettre les efforts. Des études actuellement en cours visent à déterminer les corrélations entre les résistances mécaniques des différents éléments constitutifs d'une ligne aérienne.

3. Choix du degré de sécurité

Une structure présente toujours un certain risque d'avarie sous l'effet de charges de quelque nature qu'elles soient. Le projeteur peut choisir ce risque en fonction du degré de sécurité requis.

Le choix du degré de sécurité requis («classe de sécurité» pour les supports de lignes aériennes) est sous l'entière responsabilité des organismes nationaux; c'est pourquoi, les classes de sécurité définies dans ce rapport, bien que correspondant aux pratiques habituelles, ne sont données qu'à titre indicatif. Tout autre degré de sécurité peut être choisi, mais la méthode de détermination des charges, indiquée dans ce rapport, restera valable.

4. Les différents types de charges

Les différents types de charges appliquées aux supports peuvent être décomposés de la façon suivante:

4.1 Les charges de type «aléatoire»

Les charges de type «aléatoire», telles que celles qui sont dues au vent et au givre. Ces charges relèvent de traitements statistiques.

Ce rapport se réfère à la distribution statistique des valeurs maximales annuelles (vent et givre) et cette distribution peut être complètement définie lorsque l'on connaît les informations suivantes:

- 1) Type de distribution statistique, généralement représentée par sa fonction f_0 de densité de probabilité (voir figure 1, page 20).
 - Pour les charges du vent, la fonction $f_0(L)$ se déduit d'une distribution des valeurs extrêmes (Loi de Gumbel du type I) des vitesses maximales annuelles de vent (voir annexe A).

OVERHEAD LINE SUPPORT LOADINGS

Part 1: General

1. Scope

This report applies to supports of overhead lines of a nominal voltage above 45 kV.

2. Object

The object of this report is to define the methods for the calculation of loads applied to overhead line supports, supposing that the other line components (conductors, insulators) are not taken into account in the total security of the line, but are only used as means of transmission of stresses. Studies in progress aim at determining correlations between mechanical strengths of the different components of an overhead line.

3. Choice of the degree of security

There is always a certain risk of structure failure under any type of load. The designer can choose this risk according to the degree of security required.

The choice of the degree of security required ("security classes" for structures supporting overhead lines) is the responsibility of national bodies. Thus, the security classes defined in this report, although in accordance with usual practice, are only given as examples. Any other degree of security may be chosen, but the method of calculating loads as given in this report remains valid.

4. Various loadings

The various loadings applied to structures can be listed as below:

4.1 Random loads

Random loads, such as wind and ice loadings. These loads can be dealt with by statistical methods.

This report refers to the statistical distribution of the maximum annual values (wind and ice), and this distribution can be completely defined by the following items of information:

- 1) Type of statistical distribution, generally represented by its probability density function f_0 (see Figure 1, page 20).
 - For wind loadings, the function $f_0(L)$ is deduced from an extreme value distribution (Gumbel's Law, type I) of the maximum yearly wind speeds (see Appendix A).

- Pour les charges de givre, la fonction $f_0(L)$ peut, dans certains cas, correspondre à une distribution des valeurs extrêmes du même type que celles des vitesses de vent.
- 2) Mesure de la dispersion de la distribution définie par le coefficient de variation (rapport entre l'écart type et la valeur moyenne).
- 3) Positionnement de la courbe de distribution, caractérisé par une valeur L_T de la charge, correspondant à une période de retour préétablie T ou à une probabilité de dépassement préétablie.

La période de retour T est égale à l'inverse de la probabilité annuelle d'apparition d'une charge L égale ou supérieure à L_T , ce qui, avec le type de distribution considéré ci-dessus, correspond à:

$$\frac{1}{T} = P_0 = \int_{L_T}^{\infty} f_0(L) dL$$

4.2 Les charges permanentes

Les charges permanentes sont les charges, telles que celles qui sont dues au poids propre des conducteurs et des isolateurs, à la tension mécanique des conducteurs à la température la plus fréquente, sans vent, dans le cas de supports d'angle ou d'arrêt. Ces charges peuvent être calculées avec une plus grande précision, c'est pourquoi, dans le calcul du risque, elles peuvent être considérées comme invariables.

4.3 Les charges spéciales

Les charges spéciales sont destinées à tenir compte des efforts extérieurs apparaissant pendant la construction ou l'entretien de la ligne, ainsi que des efforts permettant de limiter les dégâts en cas de rupture d'un support ou d'un élément de la ligne. Ces charges ne peuvent être que maximales et ne peuvent être traitées de façon statistique.

5. Résistance mécanique des supports

La résistance mécanique des supports d'un même lot est une variable statistique. La distribution statistique de cette quantité peut être complètement définie quand on connaît les informations suivantes:

- 1) Type de distribution statistique, généralement représentée par la fonction P des probabilités cumulées (voir figure 2, page 20).
Pour les supports de lignes aériennes, cette distribution est supposée gaussienne et exprime la probabilité P de rupture d'un support soumis à une charge donnée.
- 2) Mesure de la dispersion de la distribution définie par le coefficient de variation (rapport de l'écart type à la valeur moyenne). Il dépend du type de support (supports en treillis, poteau, portique), du matériau utilisé (acier, béton, bois) et du soin pris lors de la fabrication.
Pour les supports en acier, qui forment la majorité des supports de lignes de tension supérieure à 45 kV, le coefficient de variation est généralement compris entre 5% et 10%.
- 3) Positionnement de la courbe de distribution, caractérisé par une valeur L_S qu'on appellera «résistance statistique garantie». C'est la résistance que $(1 - P(L_S)) \cdot 100$ pour cent des structures d'un même lot doivent avoir lorsqu'elles sont toutes essayées à la charge L_S .

- For ice loadings, the function $f_0(L)$ may be regarded in certain cases as an extreme value distribution of the same type as that of wind speeds.
- 2) Measure of distribution dispersion defined by the coefficient of variation (ratio of standard deviation to mean value).
- 3) Distribution location expressed by a value L_T of the load corresponding to a pre-established return period T or to a pre-established probability of being exceeded.

The return period T is the inverse of the yearly probability of occurrence of a load L equal to or higher than L_T , which, with reference to the above-mentioned distribution, is represented by:

$$\frac{1}{T} = P_0 = \int_{L_T}^{\infty} f_0(L) dL$$

4.2 Permanent loads

Permanent loads are loads such as weight of conductors and insulators, mechanical tension of conductors at the most frequent temperature, without wind, on angle or dead-end structures. These loads can be calculated with greater accuracy, and therefore the values calculated can be taken as invariable in determining the risk.

4.3 Special loads

These special loads take into account external loads occurring during line construction and maintenance, as well as containment loads to prevent cascading in the event of failure of a structure or of a line component. These are maximum loads and cannot be treated statistically.

5. Mechanical strength of supports

The mechanical strength of the supports belonging to the same batch is a statistical variable. The statistical distribution of this quantity can be completely defined by the following items of information:

- 1) Type of statistical distribution of the quantity, generally represented by its probability cumulated distribution P (Figure 2, page 20).
For overhead line structures, this distribution is assumed to be Gaussian and it expresses the probability P of failure of a structure stressed by a given load.
- 2) Measure of distribution dispersion defined by the coefficient of variation (ratio of standard deviation to mean value). It depends on the type of support (lattice tower, pole, frame), on the material used (steel, concrete, wood) and on the care taken during manufacture.
For steel structures, which form the majority of supports for lines of a voltage above 45 kV, the coefficient of variation is generally between 5% and 10%.
- 3) Location of this distribution curve expressed by a value L_S , called "Guaranteed Statistical Strength". That is, the strength that $(1 - P(L_S)) \cdot 100$ per cent of the structures of the same batch should withstand when all are tested under a loading equal to L_S .

Si la résistance statistique garantie est supposée être la charge qu'une structure du lot doit tenir sans rupture lors d'un essai, la quantité $P(L_S)$ peut être considérée comme le risque du fabricant: c'est-à-dire la probabilité de refus du lot comme conséquence de la défaillance d'une seule structure prise dans le lot et essayée sous une charge égale à L_S .

Dans ce rapport, on suppose que $(1 - P(L_S)) \cdot 100 = 90$.

6. Définition du risque théorique de rupture

Etant donné les deux fonctions de distribution, d'une part des charges appliquées, d'autre part de la résistance des structures, il est possible de calculer le risque de défaillance correspondant d'une structure.

La valeur du risque de rupture varie en fonction de la position relative des deux courbes de distribution. Le risque diminue si la courbe de distribution des résistances s'éloigne de la courbe de distribution des charges.

En prenant en compte le fait que la distribution statistique des charges se réfère à des charges annuelles, le risque de rupture qui en résulte est la probabilité annuelle de défaillance d'une structure.

6.1 Charges aléatoires (vent ou givre)

Le risque théorique de défaillance (R) est défini par l'aire hachurée de la figure 3, page 21, correspondant à la fonction: $R = \int_0^\infty P(L) f_0(L) dL$

où:

$P(L)$ est la fonction des probabilités cumulées des résistances des supports d'un même lot et

$f_0(L)$ est la densité de probabilité des charges appliquées

Le risque théorique de défaillance mentionné ci-dessus est le risque de défaillance théorique maximal d'un support utilisé à la limite de ses capacités mécaniques, par exemple avec un taux d'utilisation égal à 1, avec le vent soufflant dans la direction la plus défavorable, etc. De telles conditions extrêmes sont très rarement remplies; de ce fait, le risque réel de rupture d'un support, sur une ligne suffisamment longue, est beaucoup plus faible que le risque théorique calculé.

Le risque théorique de défaillance d'une structure peut être calculé comme une fonction de la position relative des deux courbes $P(L)$ et $f_0(L)$.

Comme cela a été dit plus haut, la position de la courbe $P(L)$ est définie par la «résistance statistique garantie» L_S et celle de la courbe $f_0(L)$ par la probabilité de dépassement de la charge L_T ou par la période de retour L_T .

Le risque de défaillance peut être exprimé en fonction du rapport

$$\gamma = \frac{L_S}{L_T}$$

Pour une période de retour donnée des charges, le risque de défaillance diminue lorsque γ augmente.

6.2 Charges permanentes (poids propre des conducteurs – tension mécanique des conducteurs sans vent ni givre)

Les charges permanentes peuvent être considérées comme fixes. Quand de telles charges agissent en même temps que les charges aléatoires (vent et givre), la distribution des contraintes

If the Guaranteed Statistical Strength is assumed to be the loading that a structure taken from the batch must withstand without breaking during the test, the quantity $P(L_S)$ may be regarded as the manufacturer's risk: that is, the probability of rejection of the batch as a consequence of the failure of one single structure taken from the batch and tested under a loading equal to L_S .

In this report, it is assumed that $(1 - P(L_S)) \cdot 100 = 90$.

6. Definition of the theoretical risk of failure

Given the two distribution functions, of the loads applied to the structure on the one hand, and of the strength of the structures on the other hand, it is thus possible to calculate the corresponding risk of failure of a structure.

The value of the risk of failure varies according to the relative position of the two distribution curves. The risk decreases if the strength distribution is moved away from the load distribution.

Taking into account that the load statistical distribution is referred to a year, the resulting risk of failure is the probability of failure of a structure during a year.

6.1 Random loads (wind or ice)

The theoretical risk of failure (R) is defined by the shaded area of Figure 3, page 21, representing the formula: $R = \int_0^\infty P(L) f_0(L) dL$

where:

$P(L)$ is the cumulative distribution of the strength of structures from the batch

$f_0(L)$ is the loading probability density

The above-mentioned theoretical risk of failure is the maximum theoretical risk of failure of a structure used to the limits of its mechanical capabilities, for example utilization factor equal to 1, wind acting in the most unfavourable direction, etc. Such extreme conditions will seldom be fulfilled, hence the real risk of failure of a structure on a sufficiently long line is much smaller than the theoretical calculated risk.

The theoretical risk of failure of a structure may be calculated as a function of the relative position of the two curves $P(L)$ and $f_0(L)$.

As previously stated, the position of curve $P(L)$ is defined by the "Guaranteed Statistical Strength" L_S , and the position of curve $f_0(L)$ is defined by the probability of the loading L_T to be exceeded, or by the return period of L_T .

Given the above, the risk of failure can be correlated to the ratio:

$$\gamma = \frac{L_S}{L_T}$$

Given the same return period for the loads, the risk of failure decreases as γ increases.

6.2 Permanent loads (weight and mechanical tension of the conductors without wind or ice)

Permanent loads may be considered as constant. When such loads act simultaneously with random loads (wind and ice), the distribution of the resulting stress is still of the same type as the

résultantes est du même type que la distribution des contraintes dues aux charges aléatoires, mais avec une valeur moyenne et une dispersion qui dépendent de l'influence des charges permanentes sur les contraintes totales.

Du fait que certaines parties d'un pylône peuvent être principalement contraintes par la partie permanente des charges, le risque de défaillance dû à l'action de ces charges permanentes doit être choisi beaucoup plus faible que pour les charges aléatoires, car les charges permanentes agissent à tout moment de la vie d'une ligne.

Le risque de défaillance R_c dû à une charge permanente L_c est déterminé par la valeur correspondante $P(L_c)$, comme le montre la figure 4, page 21, sur laquelle $P(L)$ est la distribution de la résistance des structures, dont le positionnement est défini, comme on l'a déjà dit, par la «résistance statistique garantie» L_s . Le risque R_c peut alors également être exprimé en fonction du rapport:

$$\gamma_c = \frac{L_s}{L_c}$$

6.3 Charges spéciales

Les charges apparaissant lors de la construction et de l'entretien de l'ouvrage seront vérifiées par des chargements d'essais tels qu'ils conduiront à un risque de défaillance du support beaucoup plus faible que le risque admis en exploitation, compte tenu de la présence du personnel lors de ces opérations. Ces chargements d'essais seront, par conséquent, indépendants de la classe de sécurité que l'on aura adoptée pour la ligne.

Les charges qui limitent les ruptures en cascade ne peuvent être que conventionnelles et ne peuvent pas faire l'objet d'un calcul de risque.

7. Classes de sécurité

La valeur des charges utilisées pour le calcul des supports et appliquées lors des essais (charges ultimes) est fonction de la classe de sécurité requise pour la ligne.

7.1 Charges aléatoires

Trois classes de sécurité sont proposées:

Classe 1: Période de retour supposée des charges $T = 50$ ans

Classe 2: Période de retour supposée des charges $T = 150$ ans

Classe 3: Période de retour supposée des charges $T = 500$ ans

Si l'on considère une résistance statistique garantie à 90% des supports pour des charges dues au vent présentant un coefficient de variation de l'ordre de 12% à 20%, et pour des supports dont les résistances ont un coefficient de variation de l'ordre de 5% à 10%, une valeur de γ égale à 1, pour chaque classe de sécurité, conduit, pour chaque support, à un risque de rupture théorique annuel maximal, donné dans le tableau suivant:

	Période de retour	Risque de rupture théorique annuel maximal
Classe 1	50 ans	10^{-2}
Classe 2	150 ans	$10^{-2,5}$
Classe 3	500 ans	10^{-3}

distribution of the stress of the random load, but with a mean value and deviation that depend on the influence that the permanent load has on the overall stress.

Since some parts of the tower may be mainly stressed by the permanent part of the load, the risk of failure due to the action of permanent loads has to be considerably lower than that chosen for random loads, precisely because permanent loads act constantly during the life of the line.

The risk of failure R_c due to a permanent load L_c is determined by the corresponding value P (L_c), as shown in Figure 4, page 21, in which $P(L)$ is the distribution of the strength of the structures, whose position is defined, as already stated, by the "Guaranteed Statistical Strength" L_s . The risk R_c may therefore be correlated, in this case too, to the ratio:

$$\gamma_c = \frac{L_s}{L_c}$$

6.3 Special loadings

Loads occurring during line construction and maintenance will be checked by test loadings in such a way that they correspond to a risk of failure of the support much smaller than the risk accepted during line operations, taking into account the presence of linesmen. Consequently, these test loads will be independent of the security class, adopted for the line.

Containment loads (prevention of cascades) can only be conventional, and their risk of failure cannot therefore be calculated.

7. Security classes

The values adopted for the loads used in the design of structures and applied during tests (ultimate loads) depend upon the line security class required.

7.1 Random loads

Three security classes can be selected:

Class 1: Assumed load return period $T = 50$ years

Class 2: Assumed load return period $T = 150$ years

Class 3: Assumed load return period $T = 500$ years

With reference to a 90% Guaranteed Statistical Strength of the structures, for wind loads having a coefficient of variation of the order of 12% to 20% and for structures with a strength coefficient of variation of 5% to 10%, then a value of γ equal to 1, for each security class, leads to a maximum theoretical yearly risk of failure of one structure, given in the following table:

	Return period	Maximum theoretical yearly risk of failure
Class 1	50 years	10^{-2}
Class 2	150 years	$10^{-2.5}$
Class 3	500 years	10^{-3}

Dans le cas des charges de givre, pour la même période de retour et le même risque de défaillance, γ varie entre 1 et 1,04.

7.2 Charges permanentes

En se rappelant ce qui a été dit au paragraphe 6.2 pour chacune des trois classes de sécurité choisies, les risques de rupture R_c sous charges permanentes ont été choisis de la façon suivante:

Classe	Risque R_c
1	10^{-4}
2	$10^{-4,5}$
3	10^{-5}

Le coefficient γ_c correspondant dépend strictement du coefficient de variation des résistances (voir annexe B). Pour des structures présentant un coefficient de variation de 7,5% et pour une résistance statistique garantie à 90%, les valeurs suivantes ont été calculées:

Classe	γ_c
1	1,25
2	1,29
3	1,33

In the case of ice loads, for the same return period and the same risk of failure, γ ranges between 1 and 1.04.

7.2 Permanent loads

Bearing in mind what has been said in Sub-clause 6.2, for each of the three chosen security classes, the following risks of failure R_c due to permanent loads have been chosen:

Class	Risk R_c
1	10^{-4}
2	$10^{-4.5}$
3	10^{-5}

The corresponding coefficient γ_c is strictly dependent on the strength coefficient of variation (Appendix B). For structures with strength coefficient of variation of 7.5% and with reference to a Guaranteed Statistical Strength of 90%, the following values have been calculated:

Class	γ_c
1	1.25
2	1.29
3	1.33

ANNEXE A

DISTRIBUTION STATISTIQUE DES VITESSES MAXIMALES ANNUELLES DE VENT

L'analyse des informations météorologiques a montré que la distribution des vitesses maximales annuelles de vent pouvait être représentée avec une bonne approximation par une loi de distribution de valeurs extrêmes (Loi de Gumbel du type I).

Cette loi est telle que la probabilité $P(V)$ que la vitesse du vent soit supérieure à une valeur V , est égale à:

$$P(V) = 1 - \exp \left[- \exp \left(\frac{\pi}{\sqrt{6}} \frac{V - \bar{V} + 0,45 \sigma_V}{\sigma_V} \right) \right]$$

où:

$\bar{V}$ est la moyenne des vitesses maximales annuelles enregistrées pendant n années

σ_V est l'écart type des vitesses maximales annuelles

Connaissant les valeurs des vitesses maximales annuelles sur n années, on déduira la valeur moyenne $\bar{V}$.

$\bar{V}$ peut être obtenu avec une bonne approximation dès que l'on a une dizaine d'années d'enregistrement. Par contre, l'écart type σ_V ne peut valablement être obtenu que pour au moins 20 années d'observations.

Note. – En Europe, une valeur de $\sigma_V = 0,12 \bar{V}$ a été trouvée pour plusieurs pays, bien que certains autres aient déterminé des valeurs de σ_V pouvant dépasser $0,16 \bar{V}$.

– La période de retour T d'une même vitesse V est égale à l'inverse de la probabilité $P(V)$ (voir figure A1, page 22).

APPENDIX A

STATISTICAL DISTRIBUTION OF MAXIMUM YEARLY WIND VELOCITIES

An analysis of meteorological data has shown that the distribution of the maximum annual wind velocities could be represented with a good approximation by an extreme value distribution law (Gumbel law, type I).

This law is such that the probability $P(V)$, that the wind velocity is higher than a value V , is equal to:

$$P(V) = 1 - \text{Exp} \left[- \text{Exp} \left(\frac{\pi}{\sqrt{6}} \frac{V - \bar{V} + 0.45 \sigma_V}{\sigma_V} \right) \right]$$

where:

$\bar{V}$ is the average of the maximum annual velocities recorded for n years

σ_V is the standard deviation of the maximum annual velocities

Given the values of the maximum yearly velocities over a period of n years, it is possible to deduce the average value $\bar{V}$.

$\bar{V}$ can be determined with a good approximation, as soon as we have about ten years of recordings available. However, the standard deviation σ_V can only be validly determined for at least 20 years of observations.

Note. – In Europe, a value of $\sigma_V = 0.12 \bar{V}$ was found for several countries, even though some others were able to determine values of σ_V capable of exceeding $0.16 \bar{V}$.

- The return period of a given velocity V is equal to the inverse of probability $P(V)$ (see Figure A1, page 22).

ANNEXE B

CALCUL DU COEFFICIENT γ_c POUR LES CHARGES PERMANENTES

Le coefficient γ_c est donné par la relation suivante:

$$\gamma_c = \frac{1 - n\sigma}{1 - n'\sigma}$$

où:

σ est le coefficient de variation de la résistance des supports

n est le facteur définissant la position de la courbe $P(L_S)$

$n = 1,28$ pour $P(L_S) = 10\%$ (quand on se réfère à une résistance statistique garantie à 90%)

n' est le dépendant du risque choisi pour les charges permanentes

Withdrawing
IECNORM.COM: Click to view the full PDF of IEC 60826-1:1985