# FD C17-108

JANVIER 2017

www.afnor.org

Ce document est à usage exclusif et non collectif des clients Normes en ligne.
Toute mise en réseau, reproduction et rediffusion, sous quelque forme que ce soit, même partielle, sont strictement interdites.

This document is intended for the exclusive and non collective use of AFNOR Webshop (Standards on line) customers. All network exploitation, reproduction and re-dissemination, even partial, whatever the form (hardcopy or other media), is strictly prohibited.

Normes en ligne

Pour : FRANCE PARATONNERRES SAS

Client : 51079471

Commande : N20170329-299297-T

le : 29/03/2017 à 14:54

Diffusé avec l'autorisation de l'éditeur

Distributed under licence of the publisher



**DOCUMENT PROTÉGÉ PAR LE DROIT D'AUTEUR**

**Droits de reproduction réservés. Sauf prescription différente, 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 accord formel.**

**Contacter :**
**AFNOR – Norm'Info**
**11, rue Francis de Pressensé**
**93571 La Plaine Saint-Denis Cedex**
**Tél : 01 41 62 76 44**
**Fax : 01 49 17 92 02**
**E-mail : norminfo@afnor.org**

*Afnor, Normes en ligne le 29/03/2017 à 14:54*
Pour : FRANCE PARATONNERRES SAS


normalisation française

**FD C 17-108**
**18 janvier 2017**

Indice de classement : **C 17-108**

**ICS : 29.020; 91.120.40**

# Analyse simplifiée du risque foudre

E : Simplified lightning risk analysis

D : Vereinfachte Blitzrisikoanalyse

## *Fascicule de documentation*

publié par AFNOR.

Remplace le guide UTE C 17-108, d'avril 2006.

## *Correspondance*

À la date de publication du présent document, il n'existe pas de travaux de normalisation internationaux ou européens traitant du même sujet.

## *Résumé*

Le présent document est applicable à l'évaluation simplifiée du risque dans une structure dû aux coups de foudre sur cette structure. Pour le calcul les chocs de foudre directs sur les lignes qui y sont connectées est également pris en compte.

Le présent document doit être lu conjointement avec la norme NF EN 62305-2, de décembre 2012 relative à la méthode complète d'analyse du risque foudre.

## *Descripteurs*

Protection contre la foudre, bâtiment, installation, composant, structure, définition, risque, évaluation, calcul, protection, mesure de protection, statistique.

## *Modifications*

Par rapport au document remplacé, cette nouvelle édition comporte des modifications suite à la publication de la nouvelle édition de la norme NF EN 62305-2, de décembre 2012.

## *Corrections*

Éditée et diffusée par l'Association Française de Normalisation (AFNOR) — 11, rue Francis de Pressensé — 93571 La Plaine Saint-Denis Cedex
Tél. : + 33 (0)1 41 62 80 00 — Fax : + 33 (0)1 49 17 90 00 — www.afnor.org

© AFNOR – Tous droits réservés

*Afnor, Normes en ligne le 29/03/2017 à 14:54*
Pour : FRANCE PARATONNERRES SAS


## Le fascicule de documentation

**Le fascicule de documentation,** se différencie des normes et normes expérimentales par son caractère essentiellement informatif. Il est **élaboré par consensus** au sein d'un organisme de normalisation.
Le fascicule de documentation fait l'objet d'un examen régulier pour évaluer sa pertinence dans le temps.

## Pour comprendre les fascicules de documentation

L'attention du lecteur est attirée sur les points suivants :

Du fait de son caractère informatif, le fascicule de documentation ne contient aucune exigence.

Les expressions telles que, **il convient et il est recommandé** sont utilisées pour exprimer une possibilité préférée mais non exigée pour se conformer au présent document. Les formes verbales **peut et peuvent** sont utilisées pour exprimer une suggestion ou un conseil utile mais non obligatoire, ou une autorisation.

En outre, le présent document peut fournir des renseignements supplémentaires destinés à faciliter la compréhension ou l'utilisation de certains éléments ou à en clarifier l'application, sans énoncer d'exigence à respecter. Ces éléments sont présentés sous forme de **notes ou d'annexes informatives**.

## Commission de normalisation

Une commission de normalisation réunit, dans un domaine d'activité donné, les expertises nécessaires à l'élaboration des normes françaises et des positions françaises sur les projets de norme européenne ou internationale. Elle peut également préparer des normes expérimentales et des fascicules de documentation.

**Si vous souhaitez commenter ce texte, faire des propositions d'évolution ou participer à sa révision**, adressez-vous à <norminfo@afnor.org>.

La composition de la commission de normalisation qui a élaboré le présent document est donnée ci-après. Lorsqu'un expert représente un organisme différent de son organisme d'appartenance, cette information apparaît sous la forme : organisme d'appartenance (organisme représenté).

Afnor, Normes en ligne le 29/03/2017 à 14:54
Pour : FRANCE PARATONNERRES SAS


# Protection contre la foudre AFNOR/UF 81

## Liste des organismes représentés dans la commission de normalisation

Secrétariat : AFNOR

APAVE PARISIENNE SAS

CENTRALESUPELEC

COPREC

DEHN FRANCE

EDF

FFIE - FEDER FRAN DES ENTREPRISES DE GENIE ELEC

GIMELEC

GRTGAZ

IGNES - INDUST GENIE NUMER ENERGET SECURITAIRE

INERIS

LCPP - LABO CENTRAL PREFECTURE DE POLICE

METEORAGE

MIN TRAVAIL ET SOCIALES - DGT - DION GENERALE DU TRAVAIL

OBO BETTERMANN FRANCE

ORANGE

SOCOTEC FRANCE

———————

*Afnor, Normes en ligne le 29/03/2017 à 14:54*
Pour : FRANCE PARATONNERRES SAS


## AVANT-PROPOS

*Suite à la publication de la norme NF EN 62305-2, de décembre 2012 relative à une méthode complète d'analyse du risque foudre, il a été décidé de mettre à jour la méthode d'analyse simplifiée pour les installations simples qui était basée sur l'édition 1 de la norme.*

*Le plan du présent document est calqué sur la norme NF EN 62305-2, de décembre 2012 et remplace l'UTE C 17-108, d'avril 2006.*

*Le présent document a été validé, le 28 avril 2016 par la Commission UF 81, Protection contre la foudre.*

_____

Afnor, Normes en ligne le 29/03/2017 à 14:54
Pour : FRANCE PARATONNERRES SAS


# SOMMAIRE

AVANT-PROPOS ..... 4
SOMMAIRE ..... 5
1 GENERALITES ..... 6
1.1 Domaine d'application ..... 6
1.2 Références normatives ..... 6
1.3 Définitions ..... 7
1.4 Explication des termes ..... 8
1.4.1 Dommages et pertes ..... 8
1.4.2 Risques et composantes des risques ..... 8
1.4.3 Compositions des composantes de risque liées à la structure ..... 9
2 EVALUATION DES RISQUES ..... 9
2.1 Généralités ..... 9
2.2 Risque tolérable $R_T$ ..... 9
2.3 Procédure pour évaluer le besoin de protection ..... 9
2.4 Mesures de protection ..... 10
3 EVALUATION DES COMPOSANTES DU RISQUE POUR LES STRUCTURES ..... 10
3.1 Equation de base ..... 10
3.2 Synthèse des composantes du risque dans une structure ..... 10
Annexe A Evaluation du nombre annuel N d'événements dangereux ..... 11
A.1 Généralités ..... 11
A.2 Evaluation du nombre annuel moyen d'impacts sur une structure (ND) ..... 11
Annexe B Evaluation de la probabilité de dommages P d'une structure ..... 13
Annexe C Evaluation du montant des pertes L dans une structure ..... 14
C.1 Perte de vie humaine (Risque R1) ..... 14
C.2 Pertes inacceptables de service public (Risque $R_2$) ..... 15
C.3 Perte d'héritage culturel irremplaçable (Risque $R_3$) ..... 15
Annexe D Exemple d'application ..... 16
D.1 Lieu de culte ..... 16

Figure A.1 – Surface équivalente d'exposition Ad d'une structure isolé ..... 11

Tableau 1 – Composantes du risque dans une structure ..... 10
Tableau A.1 – Facteur d'emplacement $C_d$ ..... 12
Tableau A.2 – Zones équivalentes d'exposition Al en fonction des caractéristiques du service ..... 12
Tableau B.1 – Valeurs de $P_D$ en fonction des mesures de protection ..... 13
Tableau B.2 – Valeur de probabilité $P_I$ en fonction des niveaux de protection pour lesquels le parafoudre est conçu ..... 13
Tableau C.1 – Valeurs de $r_f$ ..... 14
Tableau C.2 – Valeurs de $h_z$ ..... 14
Tableau C.3 – Valeurs de $L_f$ pour le risque $R_1$ ..... 14
Tableau C.4 – Valeurs de $L_f$ pour le risque $R_2$ ..... 15

# 1 GENERALITES

## 1.1 Domaine d'application

Le présent document est applicable à l'évaluation simplifiée du risque dans une structure dû aux coups de foudre sur cette structure. Pour le calcul les chocs de foudre directs sur les lignes qui y sont connectées est également pris en compte.

NOTE − Ce document ne constitue pas une évaluation du risque sur les installations électrique, qui est traité par la norme NF C 15-100 et le guide UTE C 15-443.

Il est destiné 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.

Le document FD C 17-108 est basé sur la norme NF EN 62305-2, de décembre 2012.

La méthode est dite simplifiée en ce sens qu'elle ne comprend qu'un nombre limité de paramètres par rapport à la méthode dite complète de la norme NF EN 62305-2, de décembre 2012. De fait, elle s'applique uniquement pour les structures :

– pour lesquelles le risque d'incendie est faible ou ordinaire ;
– pour lesquelles le risque d'incendie est élevé mais le risque de panique est faible ;
– qui ne contiennent aucun produit ou atmosphère explosive ;
– qui ne présentent aucun danger pour l'environnement.

NOTE – Les notions de risque d'incendie et de risque de panique sont définies dans l'Annexe C de ce document.

## 1.2 Références normatives

Les documents suivants cités dans le texte constituent, pour tout ou partie de leur contenu, des exigences 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).

NF C 15-100, *Installations électriques à basse tension*

NF C 17-102, *Protection contre la foudre - Systèmes de protection contre la foudre à dispositif d'amorçage*

NF EN 60079-10-1, *Atmosphères explosives - Partie 10-1 : Classement des emplacements - Atmosphères explosives gazeuses* (indice de classement : C 23-579-10-1)

NF EN 60079-10-2, *Atmosphères explosives - Partie 10-2 : Classement des emplacements - Atmosphères explosives poussiéreuses* (indice de classement : C 23-579-10-2)

NF EN 61643-11, *Parafoudres basse tension - Partie 11 : Parafoudres connectés aux systèmes basse tension - Exigences et méthodes d'essais* (indice de classement : C 61-743-11)

NF EN 61643-21, *Parafoudres basse tension - Partie 21 : Parafoudres connectés aux réseaux de signaux et de télécommunications - Prescriptions de fonctionnement et méthodes d'essais* (indice de classement : C 61-744-21)

NF EN 62305 (série), *Protection contre la foudre* (indice de classement : C 17-100-X)

NF EN 62305-2:2012, *Protection contre la foudre - Partie 2 : évaluation des risques* (indice de classement : C 17-100-2)

NF EN 62305-4:2012, *Protection contre la foudre - Partie 4 : Réseaux de puissance et de communication dans les structures* (indice de classement : C 17-100-4)

UTE C 15-443, *Installations électriques à basse tension - Guide pratique - Protection des installations électriques basse tension contre les surtensions d'origine atmosphérique ou dues à des manœuvres - Choix et installation des parafoudres*

Afnor, Normes en ligne le 29/03/2017 à 14:54
Pour : FRANCE PARATONNERRES SAS


UTE C 61-740-12, *Parafoudres basse tension - Partie 12 : Parafoudres connectés aux réseaux de distribution basse tension - Principes de choix et d'application* (CLC/TS 61643-12, mod)

CLC/TS 61643-22, *Parafoudres basse tension - Partie 22 : Parafoudres connectés aux réseaux de signaux et de télécommunications - Principes de choix et d'application*

### 1.3 Définitions

**1.3.1**
**structure à protéger**
structure pour laquelle une protection contre les effets de la foudre est étudiée selon le présent document

**1.3.2**
**structures avec risque d'explosion**
structures contenant des zones dangereuses comme cela est déterminé dans la NF EN 60079-10-1 et la NF EN 60079-10-2

**1.3.3**
**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.

**1.3.4**
**réseau électrique**
réseau comportant des composants de puissance à basse tension et éventuellement des composants électroniques

**1.3.5**
**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

**1.3.6**
**réseau 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

**1.3.7**
**nombre d'événements dangereux dus aux coups de foudre sur une structure (ND)**
nombre annuel moyen prévisible de coups de foudre sur une structure

**1.3.8**
**nombre d'événements dangereux dus aux coups de foudre sur un service (NI)**
nombre annuel moyen prévisible de coups de foudre sur un service connecté à la structure

**1.3.9**
**dommage physique**
dommage touchant la structure ou son contenu et dus aux effets mécaniques, thermiques, chimiques et explosifs de la foudre

**1.3.10**
**probabilité de dommage (P)**
probabilité pour qu'un coup de foudre cause un dommage à une structure

**1.3.11**
**perte (L)**
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 la structure à protéger

*Afnor, Normes en ligne le 29/03/2017 à 14:54*
Pour : FRANCE PARATONNERRES SAS


**1.3.12**
**risque (R)**
valeur de la perte annuelle moyenne probable (personnes et biens) due à la foudre, par rapport à la valeur totale (personnes et biens) de la structure à protéger

**1.3.13**
**composante du risque ($R_D$ ou $R_I$)**
risque partiel qui dépend de la source et du type de dommage

**1.3.14**
**risque tolérable ($R_T$)**
valeur maximale du risque qui peut être tolérée pour la structure à protéger

**1.3.15**
**niveau de protection ($N_P$)**
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 1 à l'article : Le niveau de protection peut prendre les valeurs I à IV conformément à la NF C 17-100.

**1.3.16**
**mesures de protection**
mesures à adopter dans la structure à protéger pour réduire le risque dû à la foudre

**1.3.17**
**système de protection contre la foudre (SPF)**
installation complète utilisée pour réduire les dommages physiques dus aux coups de foudre qui frappent une structure Elle comprend à la fois des installations extérieures et intérieures de protection contre la foudre

**1.3.18**
**parafoudre**
dispositif destiné à limiter les surtensions transitoires et à écouler les courants de choc. Il comprend au moins un composant non linéaire

**1.3.19**
**services**
les services sont les réseaux électriques, réseaux électroniques et les réseaux de communication

### 1.4 Explication des termes

#### 1.4.1 Dommages et pertes

Le courant de foudre est la source des dommages. On considère :

– les impacts sur une structure,

– les impacts sur un service connecté à la structure.

#### 1.4.2 Risques et composantes des risques

**Risque**

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

– **$R_1$** : Risque de perte de vie humaine ;

– **$R_2$** : Risque de perte de service public ;

– **$R_3$** : Risque de perte d'héritage culturel.

Chaque risque **R** est la somme de composantes du risque $R_D$ et $R_I$

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

**$R_D$** : composante liée aux dommages physiques d'un étincelage dangereux dans la structure entraînant un incendie ou une destruction totale ou partielle de la structure

Afnor, Normes en ligne le 29/03/2017 à 14:54
Pour : FRANCE PARATONNERRES SAS


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

**$R_I$ :** composante liée aux dommages physiques (incendie ou destruction totale ou partielle 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 services entrants

### 1.4.3 Compositions des composantes de risque liées à la structure

$\mathbf{R}_1$ : Risque de perte de vie humaine ;

$$\mathbf{R_1} = R_{D1} + R_{I1} \quad (1)$$

$\mathbf{R}_2$ : Risque de perte de service public ;

$$\mathbf{R_2} = R_{D2} + R_{I2} \quad (2)$$

$\mathbf{R}_3$ : Risque de perte d'héritage culturel ;

$$\mathbf{R_3} = R_{D3} + R_{I3} \quad (3)$$

## 2 EVALUATION DES RISQUES

### 2.1 Généralités

La procédure suivante doit être appliquée :

– identification de la structure à protéger et de ses caractéristiques y compris les moyens de protection existant ;

– identification de tous les risques retenus pour cette structure (**R**1 à **R**3) ;

– évaluation des risques (**R**1 à **R**3) retenus ;

– évaluation de la nécessité de protection en comparant les risques retenus (**R**1 à **R**3) avec le risque tolérable $\mathbf{R_T}$.

### 2.2 Risque tolérable $R_T$

$\mathbf{R_T}$ vaut $10^{-5}$ pour le risque $R_1$

$\mathbf{R_T}$ vaut $10^{-3}$ pour le risque $R_2$

$\mathbf{R_T}$ vaut $10^{-4}$ pour le risque $R_3$

### 2.3 Procédure pour évaluer le besoin de protection

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

– calcul des composantes de risque identifiées $\mathbf{R_D}$ et $\mathbf{R_I}$ ;

– calcul du risque total **R** ;

– identification du risque tolérable $\mathbf{R_T}$ ;

– comparaison du risque avec la valeur tolérable $\mathbf{R_T}$.

Si $\mathbf{R} \leq \mathbf{R_T}$ une protection contre la foudre n'est pas nécessaire (dans le cas où une protection contre la foudre est déjà présente pour cette structure, une protection supplémentaire n'est pas nécessaire).

Si $\mathbf{R} > \mathbf{R_T}$ des mesures de protection doivent être prises (paratonnerres et/ou parafoudres à l'entrée de l'installation) pour réduire $\mathbf{R} \leq \mathbf{R_T}$ pour tous les risques auxquels l'objet est soumis.

Dans le cas où le risque **R** ne peut pas être réduit par la méthode simplifiée en dessous du risque tolérable $\mathbf{R_T}$ il est nécessaire d'appliquer la méthode complète décrite dans la norme NF EN 62305-2, de décembre 2012.

Des exemples d'application de la méthode sont donnés en Annexe D.

*Afnor, Normes en ligne le 29/03/2017 à 14:54*
Pour : FRANCE PARATONNERRES SAS


### 2.4 Mesures de protection

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

– série des normes NF EN 62305 et NF C 17-102 pour la protection afin de réduire les dommages physiques dans une structure ;

– NF EN 61643-11 et NF EN 61643-21 pour la protection en vue de réduire les défaillances des réseaux internes ;

– la norme NF C 15-100, le guide UTE C 15-443, NF EN 62305-4:2012, UTE C 61-740-12 et CLC/TS 61643- 22 pour l'installation des parafoudres.

## 3 EVALUATION DES COMPOSANTES DU RISQUE POUR LES STRUCTURES

### 3.1 Equation de base

Chaque composante du risque $\mathbf{R_D}$, $\mathbf{R_I}$, peut être exprimée par l'équation générale suivante :

$$\mathbf{R_D} = \mathbf{N_D}\ \mathbf{P_D}\ \mathbf{L_D} \quad (4)$$

$$\mathbf{R_I} = \mathbf{N_I}\ \mathbf{P_I}\ \mathbf{L_I} \quad (5)$$

dans laquelle :

$\mathbf{N_D}$ ou $_I$ est le nombre d'événements dangereux (voir en Annexe A),

$\mathbf{P_D}$ ou $_I$ est la probabilité de dommages suite à un événement dangereux (voir en Annexe B), $\mathbf{L_D}$ ou $_I$ est la perte consécutive à un dommage (voir en Annexe C).

NOTE 1 – Le nombre $N_D$ ou $_I$ d'événements dangereux est affecté par : la densité de foudroiement (Ng) et par les caractéristiques physiques de l'objet à protéger, son entourage et le sol.

NOTE 2 – La probabilité de dommage $P_D$ ou $_I$ est affectée par : les caractéristiques de l'objet à protéger et les mesures de protection fournies.

NOTE 3 – La perte consécutive $L_D$ ou $_I$ 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.

NOTE 4 – $L_D = L_I$ vaut $h_z\ r_f\ L_f$ pour le risque 1, $L_D = L_I$ vaut $r_f\ L_f$ pour le risque 2 et $L_D = L_I$ vaut $r_f\ L_f$ pour le risque 3 où $r_f$ et $h_z$ sont définis en Annexe C respectivement au Tableau C1 et C2.

### 3.2 Synthèse des composantes du risque dans une structure

Les composantes des risques dans les structures sont récapitulées dans le Tableau 1.

**Tableau 1 – Composantes du risque dans une structure**

| Source de dommage | Impact sur une structure | Impact sur un service entrant | Risque résultant |
|---|---|---|---|
| Composantes du risque pour $R_1$ | $R_{D1} = N_D\ P_D\ h_z\ r_f\ L_f$ | $R_{I1} = N_I\ P_I\ h_z\ r_f\ L_f$ | $\mathbf{R}_1 = R_{D1} + R_{I1}$ |
| Composantes du risque pour $R_2$ | $R_{D2} = N_D\ P_D\ r_f\ L_f$ | $R_{I2} = N_I\ P_I\ r_f\ L_f$ | $\mathbf{R}_2 = R_{D2} + R_{I2}$ |
| Composantes du risque pour $R_3$ | $R_{D3} = N_D\ P_D\ r_f\ L_f$ | $R_{I3} = N_I\ P_I\ r_f\ L_f$ | $\mathbf{R}_3 = R_{D3} + R_{I3}$ |

Afnor, Normes en ligne le 29/03/2017 à 14:54
Pour : FRANCE PARATONNERRES SAS


# Annexe A

# Evaluation du nombre annuel N d'événements dangereux

## A.1 Généralités

La densité de foudroiement Ng est le nombre de coups par km$^2$ par an.

## A.2 Evaluation du nombre annuel moyen d'impacts sur une structure (ND)

$N_D$ est donné par la formule suivante :

$$N_D = N_g \, A_d \, C_d \, 10^{-6}$$

### Structures rectangulaires

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 :

$$A_d = LW + 6\,H\,(L + W) + 9\pi\,(H^2)$$

*L,W* et *H* exprimés en mètres, étant les dimensions de la structure considérée.

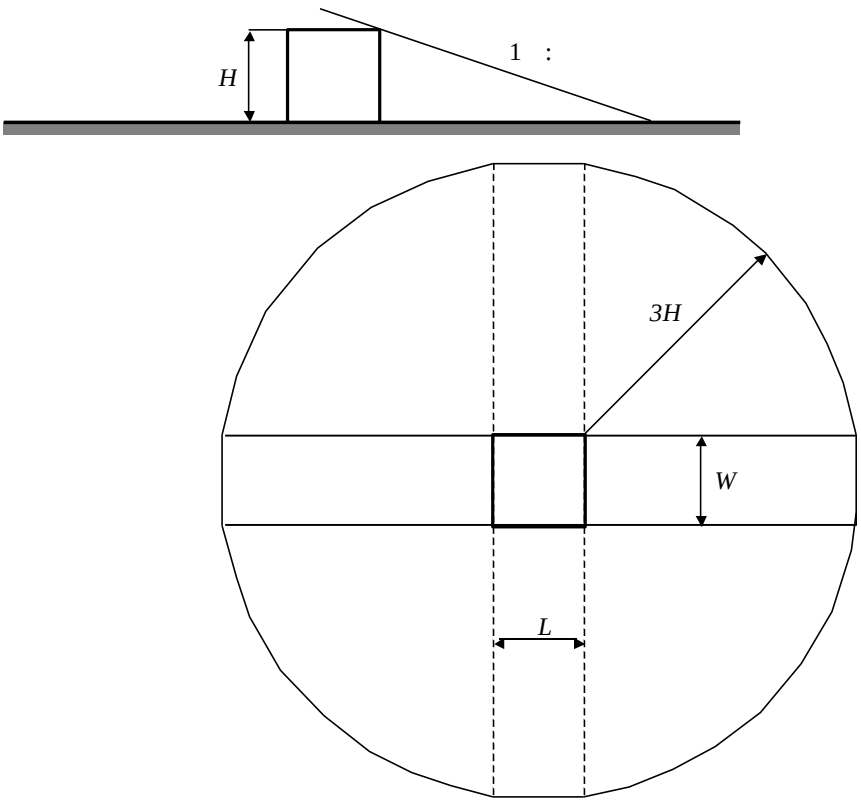



**Figure A.1 – Surface équivalente d'exposition Ad d'une structure isolé**

*Afnor, Normes en ligne le 29/03/2017 à 14:54*
Pour : FRANCE PARATONNERRES SAS


**Structure dotée d'une tour**

Si la structure est dotée d'une tour, une valeur approximative acceptable de la surface équivalente $A_d$ est le maximum entre la valeur calculée sans la tour et $9\pi (H_p)^2$ où $H_p$ est la hauteur de la tour.

**Emplacement relatif de la structure**

L'emplacement relatif de la structure dépendant des objets environnants ou de l'exposition de la structure est pris en compte par un facteur d'emplacement $C_d$ (voir Tableau A.1).

**Tableau A.1 – Facteur d'emplacement $C_d$**

| Emplacement relatif | $C_d$ |
|---|---|
| Structure entourée par des objets plus hauts | 0,25 |
| Structure entourée par des objets ou des arbres de la même hauteur ou plus petits | 0,5 |
| Structure isolée : pas d'autres objets à proximité (dans un rayon égal à 3*H ou $3H_p$ selon le cas) | 1 |
| Structure isolée au sommet d'une colline ou sur un monticule | 2 |

**Evaluation du nombre annuel moyen d'impacts sur un service ($N_l$)**

$N_l$ est donné par la formule suivante :

$$N_l = N_g A_l 10^6$$

avec

$A_l$ surface équivalente d'exposition des coups de foudre sur le service ($m^2$) (voir Tableau A.2)

**Tableau A.2 – Zones équivalentes d'exposition Al en fonction des caractéristiques du service**

| | Aérien | Enterré |
|---|---|---|
| $A_l$ | 40 000 | 20 000 |

avec

$A_l$ surface équivalente d'exposition des coups de foudre sur le service ($m^2$).

Afnor, Normes en ligne le 29/03/2017 à 14:54
Pour : FRANCE PARATONNERRES SAS


# Annexe B

## Evaluation de la probabilité de dommages P d'une structure

Les probabilités données dans cette annexe sont valables uniquement si les mesures de protection sont conformes aux normes en vigueur.

**Probabilité $P_D$ pour qu'un impact sur une structure entraîne des dommages physiques**

**Tableau B.1 – Valeurs de $P_D$ en fonction des mesures de protection**

| Caractéristiques de la structure | NP | PD |
|---|---|---|
| Structure non protégée par SPF | - | 1 |
| Structure protégée par un SPF | IV | 0,2 |
| | III | 0,1 |
| | II | 0,05 |
| | I | 0,02 |

**Probabilité $P_I$ pour qu'un impact sur un service entraîne des dommages physiques**

Les valeurs de probabilité PI de dommages physiques en raison d'impact sur un service entrant dépendent du parafoudre installé à l'entrée du service dans la structure afin d'assurer l'équipotentialité avec le SPF.

Le parafoudre de Type I selon la norme NF EN 61643-11 est obligatoire dès lors qu'un paratonnerre est installé. Il existe certaines exemptions comme indiqué dans la norme NF C 15-100 et le guide UTE C 15-443.

**Tableau B.2 – Valeur de probabilité $P_I$ en fonction des niveaux de protection pour lesquels le parafoudre est conçu**

| NP | PI | $I_{imp}$ mini |
|---|---|---|
| Pas de parafoudre à l'entrée du service dans la structure | 1 | - |
| III-IV | 0,05 | 12,5 |
| II | 0,02 | 20 |
| I | 0,01 | 25 |

NOTE – Un parafoudre permet de réduire le risque en fonction du courant de foudre qu'il peut supporter et donc en fonction du niveau de protection du SPF pour lequel il est défini

*Afnor, Normes en ligne le 29/03/2017 à 14:54*
Pour : FRANCE PARATONNERRES SAS


# Annexe C

# Evaluation du montant des pertes L dans une structure

## C.1 Perte de vie humaine (Risque R1)

$$L_D = L_l = h_z \; r_f \; L_f$$

où :

$r_f$ est donné dans le Tableau C.1.

hz est donné dans le Tableau C.2.

$L_f$ est donné dans le Tableau C.3.

**Tableau C.1 – Valeurs de $r_f$**

| Risque d'incendie | $r_f$ |
|---|---|
| **Elevée** | $10^{-1}$ |
| **Ordinaire** | $10^{-2}$ |
| **Faible** | $10^{-3}$ |

**Tableau C.2 – Valeurs de $h_z$**

| Type de danger pour les personnes | $h_Z$ |
|---|---|
| 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, hôpitaux) | 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 |

**Tableau C.3 – Valeurs de $L_f$ pour le risque $R_1$**

| Occupation de la structure | Lf |
|---|---|
| Structure normalement occupée | $10^{-1}$ |
| Structure inoccupée | $10^{-2}$ |

*Afnor, Normes en ligne le 29/03/2017 à 14:54*
Pour : FRANCE PARATONNERRES SAS


## C.2 Pertes inacceptables de service public (Risque $R_2$)

$$L_D = L_I = r_f L_f$$

**Tableau C.4 – Valeurs de $L_f$ pour le risque $R_2$**

| Type de service | $L_f$ |
|---|---|
| Gaz, eau | $10^{-1}$ |
| TV, Communication, Electricité, Radio | $10^{-2}$ |

$r_f$ est donné dans le Tableau C.1.

## C.3 Perte d'héritage culturel irremplaçable (Risque $R_3$)

$$L_D = L_I = r_f \ 10^{-1}$$

$r_f$ est donné dans le Tableau C.1.

Afnor, Normes en ligne le 29/03/2017 à 14:54
Pour : FRANCE PARATONNERRES SAS


# Annexe D

# Exemple d'application

## D.1 Lieu de culte

Dans cet exemple, seul le risque $R_1$ (perte de vie humaine) est calculé.

Il ne s'agit pas d'un monument historique. Si cela avait été le cas, il aurait fallu calculer également le risque $R_3$.

* Ng = 2 coups/an/km²
* Dimensions du bâtiment :

L = 30 m

W = 15 m H = 10 m

Hauteur de tour : 40 m

Surface équivalente calculée selon Annexe A : Ad = 45 239 m² (voir A.2)

* Cd = 1 (objet isolé) (voir Tableau A1)

Il vient : $N_D = 9{,}05\ 10^{-2}$ selon la formule donnée au A.2

* Pas de lignes connectées ($N_I = 0$)
* $r_f = 10^{-2}$ (risque incendie ordinaire selon Tableau C1 en Annexe C)
* * $h_z = 2$ (faible niveau de panique selon Tableau C2 en Annexe C)
* $L_f = 10^{-1}$ (structure normalement occupée selon Tableau C3 en Annexe C)

Plusieurs étapes sont alors élaborées afin de déterminer le choix approprié d'une protection foudre de manière à ce que la relation présentée en 2.3 soit satisfaite.

**Première étape** : pas de protection contre les impacts directs ($P_D$= 1 selon Tableau B1 de l'Annexe B)

On calcule $R_{D1} = N_D P_D h_z r_f L_f = 18{,}1\ 10^{-5}$ (voir 2.2) (voir Tableau 1) qui est supérieur au risque tolérable qui vaut $10^{-5}$ (voir 2.2)

Une protection (par paratonnerre, puisqu'il s'agit du risque direct $R_D$) est donc nécessaire.

**Deuxième étape** : on essaie d'installer un paratonnerre de niveau le plus bas, soit un niveau de protection IV qui conduit à une valeur de $P_D = 0{,}2$ ce qui conduit toutes choses étant égales par ailleurs à une valeur de $R_{D1} = 3{,}62\ 10^{-5}$, ce qui n'est pas encore suffisant, cette valeur étant supérieure au risque tolérable.

**Troisième étape** : paratonnerre de niveau supérieur III. Il vient $P_D = 0{,}1$ et donc $R_{D1} = 1{,}81\ 10^{-5}$, ce qui n'est pas encore pas suffisant, cette valeur étant supérieure au risque tolérable.

**Quatrième étape** : on essaye alors le niveau II. Il vient alors $P_D = 0{,}05$ et donc $R_{D1} = 0{,}9\ 10^{-5}$

**Conclusion** : un paratonnerre de niveau de protection II est nécessaire et suffisant pour protéger cet édifice contre les impacts directs dus à la foudre.

NOTE 1 – Il n'est pas forcément nécessaire de passer par toutes ces étapes. Avec un peu d'expérience, on peut commencer le calcul avec des valeurs de niveau de protection proches du besoin réel.

NOTE 2 – En cas de présence de lignes connectées à la structure, la méthodologie est la même mais il faut calculer également NI et RI1 et jouer sur la valeur PI afin de diminuer le risque global en dessous de la valeur acceptable.

———————