

Protection contre les effets de la foudre



Les dégâts causés chaque année par les incendies ou les surtensions électriques dues à la foudre sont très importants. Lors d'un orage, l'éclair ou décharge de foudre génère des surtensions transitoires, élévations brutales de tension de plusieurs milliers de volts pendant quelques millièmes de secondes qui peuvent entraîner deux types de dommages:

- L'effet direct de la foudre qui frappe un bâtiment, avec un fort risque d'incendie et/ou destruction de l'installation sur le parcours du courant de foudre : c'est l'effet le plus évident avec des risques humains importants.
- Les dégâts occasionnés aux équipements par des surtensions transitant par les réseaux. Le courant de foudre va se propager en créant des surtensions soit par conduction dans les câbles et les conducteurs de masse et de terre, soit par couplage inductif ou capacitif, directement sur les réseaux. Ce courant va alors venir endommager ou perturber les équipements électriques ou électroniques raccordés en parcourant les câbles électriques de toutes sortes (alimentation électrique, téléphone, informatique, antennes...) : claquages des composants, effacements de mémoire, erreurs de transmissions

Du fait de l'importance croissante des matériels électroniques et informatiques dans le fonctionnement des entreprises et notamment dans les secteurs où la criticité ou nécessaire fiabilité de l'alimentation électrique est forte (hôpitaux, aéroports, ...), l'interruption de fonctionnement ou la destruction de ces équipements devient coûteuse voire inacceptable.

Or, les destructions de structures et/ou d'équipements dues à la foudre peuvent être évitées par l'installation de dispositifs de protection et la mise en place des mesures de prévention : le paratonnerre (posé sur le toit de l'édifice) protège la structure du bâtiment contre les coups de foudres directs, alors que le parafoudre ou parasurtenseur (installé dans le tableau électrique) protège l'installation et les équipements contre les surtensions transitoires. Des orages peuvent survenir lors d'un chantier du BTP ou de travaux forestiers ou agricoles et provoquer des risques électriques humains importants : la foudre est un risque professionnel majeur et les personnes travaillant à l'extérieur y sont éminemment vulnérables, ce qui impose des mesures de protection spécifiques en période d'orage.

La protection contre les effets directs de la foudre

Le rôle des paratonnerres est de protéger les bâtiments contre les coups de foudre directs. Le paratonnerre va faciliter le chemin du canal foudre par effet de pointe. Les grandes constructions industrielles sensibles sont équipées de nombreux paratonnerres et filins conducteurs. Il est aussi conseillé de réaliser l'interconnexion de toutes les parties conductrices présentes aux abords (tuyauteries...). Le paratonnerre est constitué d'un système de capture et d'une liaison à la terre pour écouler les courants de foudre. Ce système de protection se présente sous plusieurs versions : à tige simple, à cage maillée, à dispositif d'amorçage (PDA), à fils tendus avec des conducteurs de descente

Paratonnerres à tige simple (pointes sèches passives) (PTS) Solution de protection ponctuelle de l'endroit à protéger, destinée aux zones de faibles dimensions (norme NF EN 62305 1/2/3 & 4 de 2006).

Paratonnerres à cage maillée ou à fils tendus. Solution de protection passive de bâtiments : il s'agit d'une « cage de Faraday », avec des pointes placées sur le pourtour du bâtiment reliées entre elles par un maillage formé soit de conducteur placé sur la toiture, soit de fils tendus au-dessus de la structure à protéger (norme NF EN 62305 1/2/3 & 4 de 2006).

Paratonnerres à dispositif d'amorçage (PDA) Solution de protection active de bâtiments ou de zones ouvertes, dotée d'un dispositif électronique qui génère des impulsions haute tension permettant d'assurer un déclenchement plus rapide du traceur ascendant, et destinée à des aires importantes (norme NFC 17-102 de septembre 2011).

La protection contre les effets indirects de la foudre.

Les parafoudres sont destinés à protéger contre les surtensions transitoires d'origine atmosphérique (foudre) mais aussi industrielles (manœuvre sur le réseau, commutation...). Ces surtensions peuvent être générées par un coup de foudre direct sur la ligne concernée, ou par induction due aux champs électromagnétiques très intenses rayonnés par l'éclair. Les parafoudres ont alors pour fonction de limiter l'amplitude de ces surtensions en déviant vers le sol les surintensités correspondantes. Il faut noter que l'ouverture du disjoncteur est illusoire pour protéger ses équipements contre les surtensions car l'écartement entre les deux pôles de l'organe de coupure n'est pas suffisamment important pour empêcher la surtension de se propager dans l'installation. Les parafoudres, à la différence des fusibles, ont un fonctionnement répétitif et ne nécessitent pas de remplacement systématique après chaque fonctionnement. Le bon câblage de ces composants est essentiel à leur efficacité.

Parafoudres lignes de réseau électrique basse tension
(Norme UTE C 15-443 de 2003) Parafoudre adapté au réseau d'énergie

Parafoudres lignes de transmission courant faibles (Télécom, informatique). Parafoudre adapté au réseau de communication

L'interconnexion de toutes les masses métalliques et leur liaison électrique à la terre contribue largement à l'efficacité d'une protection foudre. Dans la recherche de l'efficacité d'une protection contre les surtensions d'origine atmosphérique, la réalisation de l'équipotentialité est aussi importante que le choix des parafoudres.

C'est ainsi que les prises de terre représentent un élément déterminant d'une bonne protection contre les effets de la foudre. L'étude des descentes, des bouclages et des prises de terre destinées à l'écoulement de la foudre doit être faite dès la conception de toute nouvelle installation, notamment dans le cadre de l'étude des fondations.

Selon la norme NF C 15 100, les bâtiments munis d'un paratonnerre et les installations alimentées par des lignes électriques aériennes et situés dans des zones à forte densité de foudroiement (> 25 jours d'orage par an), doivent être protégés par des parafoudres. Dans les autres cas, la mise en œuvre des parafoudres est recommandée en fonction de la sensibilité des équipements ou la tolérance de l'installation aux interruptions de service.

La prévention par l'analyse préalable des risques

Le dimensionnement d'un dispositif extérieur de protection foudre est régi par les normes NF EN 62 305 et NF C 17-100, qui proposent une méthode d'analyse de risque à partir de paramètres tels que la sensibilité d'une installation (présence de matières dangereuses, risque de panique...) et son exposition au phénomène foudre, estimée à partir de statistiques de foudroiement de la zone géographique dans laquelle l'installation à protéger se situe. Cette analyse aboutit à la détermination d'un niveau de protection à apporter et à partir duquel la norme propose un dimensionnement adéquat du dispositif extérieur de protection de l'installation et identifie les équipements dont une protection doit être assurée.

En fonction des résultats de l'analyse du risque foudre, une étude technique est réalisée, par un organisme compétent, définissant précisément les mesures de prévention et les dispositifs de protection, le lieu de leur implantation, ainsi que les modalités de leur vérification et de leur maintenance.

Une notice de vérification et de maintenance est rédigée lors de l'étude technique puis complétée, si besoin, après la réalisation des dispositifs de protection.

Un carnet de bord est tenu par l'exploitant.

Les agressions de la foudre sur le site sont enregistrées. En cas de coup de foudre subi par l'installation, une vérification visuelle des dispositifs de protection concernés est réalisée par un organisme compétent.

En particulier, les installations classées ICPE à risques doivent veiller impérativement à ce que leurs équipements et appareillages de sécurité ne soient pas susceptibles d'être mis en défaut par un coup de foudre : l'arrêté du 15 janvier 2008 prévoit explicitement la liste des rubriques de la nomenclature pour lesquelles devront être réalisés une démarche globale de protection contre la foudre.

La prévention des accidents s'appuie également sur l'application de consignes à prendre à l'approche d'un orage telles que :

- Déconnexion des appareils sensibles
- Commutation de l'alimentation électrique sur une ligne protégée
- Arrêt des activités à risques
-

Prévention des risques des travaux en hauteur en période d'orage

Les phénomènes météorologiques ne peuvent être empêchés, mais ils sont de mieux en mieux prévus par les services de météorologie qui diffusent des alertes et les risques d'en subir des conséquences graves peuvent être atténués par des mesures individuelles et collectives de prévention des risques.

Il est de la responsabilité de l'employeur de prendre toutes les dispositions nécessaires pour assurer la protection des travailleurs contre les risques des intempéries (article R. 4223–15 du Code du Travail). L'employeur doit disposer des moyens d'information lui permettant d'avoir connaissance de l'évolution des conditions météorologiques (Article R. 4323–46 du Code du Travail). Pour assurer une protection travailleurs à l'extérieur, des systèmes d'alerte météo peuvent être utilisés qui avertissent avant l'arrivée d'un phénomène à risque, avec réception d'un SMS ou une notification à l'approche d'un orage par exemple.

De nombreux sites Internet très détaillés et spécialisés par secteur (agriculture, BTP, marine ...) mettent à disposition toutes les données météorologiques dont les travailleurs en extérieur ont besoin au quotidien.

Pendant la journée de travail, il faut toujours vérifier les bulletins météorologiques et surveiller les conditions météorologiques sur le terrain pour être prêt à aménager le programme de l'organisation, à mettre en œuvre la planification des interventions d'urgence, ou à arrêter le travail lorsqu'elles deviennent trop dangereuses.

Certains travailleurs (grutiers, échafaudiers, pontiers et autre personnel dans les grues, nacelles, échafaudages et ponts transbordeurs ...) opèrent dans des structures métalliques situées sur le point haut de l'environnement et sont donc beaucoup plus exposés au risque foudre, souvent mortel. Mais la circulation du courant dans ces structures métalliques et la conduction de la décharge en leur sein et dans les réseaux génèrent aussi des risques, électrocutant les personnes situées en contact ou à proximité (moins de 3 mètres).

Au niveau du sol, le courant se diffuse dans la prise de terre et l'élévation du potentiel de terre peut causer des tensions dangereuses à plusieurs centaines de mètres de l'emplacement du défaut réel et va engendrer une tension de pas entre les pieds d'une personne se tenant debout, ce qui peut entraîner une paralysie musculaire.

Pour protéger le personnel et éviter qu'il s'expose en période d'orage, une détection en amont par des capteurs (mesurant localement le champ électrique) reliés à des alarmes sonores et visuelles, permet de faire évacuer les ouvriers exposés et de les rassembler dans un lieu sécurisé, défini au préalable. Un dispositif extérieur de protection foudre est dimensionné par les normes NF EN 62305 et NFC 17-100, qui proposent une méthode d'analyse à partir de paramètres divers. Si cette installation parafoudre évite les surtensions d'un orage sur les chantiers, il est néanmoins plus prudent que les ouvriers qui travaillent en extérieur et surtout en hauteur soient évacués dans un abri sécurisé, car une protection d'orage n'est jamais totalement fiable.

L'opérateur de la grue dans sa cabine est plus ou moins protégé par la cage de Faraday de sa cabine mais, sans parafoudre au sommet, il ne l'est pas pour les courants qui circulent dans les divers réseaux et qui pénètrent dans la cabine : la protection la plus simple consiste donc à installer un paratonnerre à tige simple (pointe sèche passive PTS, norme NF EN 62305) au sommet afin de capter la foudre et de la conduire ensuite à la terre.

En cas de danger de foudre, tous les travaux sur des échafaudages doivent être arrêtés.

Pour les travailleurs à terre pris au dépourvu, il faut chercher un abri ayant un toit métallique (voiture, engins de chantier...), sinon il faut s'accroupir les deux pieds joints, éviter de courir, ne pas s'allonger et ne pas faire de grands pas. Il faut se tenir à l'écart des endroits élevés, des arbres de grande taille ou isolés. Il faut ne pas porter sur soi des objets métalliques, et éviter le contact avec tout objet métallique et ne pas utiliser son téléphone portable.

Normes françaises

- NF C 17-102 (juillet 1995) : Protection des structures et des zones ouvertes contre la foudre par paratonnerre à dispositif d'amorçage (traite que des effets directs).
- NF C 15-100 (décembre 2002) : Installations électriques basse tension
- NF EN 62305-1 (juin 2006) : Protection contre la foudre

Partie 1 : Principes généraux

- NF EN 62305-2 : Protection contre la foudre

Partie 2 : Évaluation du risque : distingue trois types essentiels de dommages

- NF EN 62305-3 (décembre 2006) : Protection contre la foudre

Partie 3 : Dommages physiques sur les structures et risques humains

- NF EN 62305-4 (décembre 2006) : Protection contre la foudre

Partie 4 : Réseaux de puissance et de communication dans les structures : permet de prendre en compte les effets de l'impulsion magnétique créée par un impact foudre sur une installation électrique