Zeitschrift: Bulletin technique de la Suisse romande
Band: 28 (1902)
Heft: 18

Artikel: La protection des bâtiments contre les effets de la foudre (suite et fin)
Autor: Dufour, Henri
DOI: https://doi.org/10.5169/seals-22878

Nutzungsbedingungen
Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften auf E-Periodica. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen sowie auf Social Media-Kanälen oder Webseiten ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. Mehr erfahren

Conditions d'utilisation
L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. La reproduction d'images dans des publications imprimées ou en ligne ainsi que sur des canaux de médias sociaux ou des sites web n'est autorisée qu'avec l'accord préalable des détenteurs des droits. En savoir plus

Terms of use
The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. Publishing images in print and online publications, as well as on social media channels or websites, is only permitted with the prior consent of the rights holders. Find out more

Download PDF: 07.12.2025

ETH-Bibliothek Zürich, E-Periodica, https://www.e-periodica.ch

28me Année. 20 Septembre 1902. N° 18.

Bulletin technique de la Suisse romande

ORGANE EN LANGUE FRANÇAISE DE LA SOCIÉTÉ SUISSE DES INGÉNIEURS ET ARCHITECTES. — Paraissant deux fois par mois.

Rédacteur en chef : M. P. HOFFET, professeur à l'Ecole d'Ingénieurs de l'Université de Lausanne.

SOMMAIRE : *La protection des bâtiments contre les effets de la foudre* (suite et fin), par H. Dufour, professeur, Lausanne. — *Hôtel des Postes et des Télégraphes, à Lausanne* (suite). *Chauffage à vapeur.* — *Installations électriques de la Commune de Lausanne* (suite), par M. A. de Montmollin, chef du Service de l'Electricité, Lausanne. — **Divers :** Tunnel du Simplon. Etat des travaux au mois d'août 1902. — La formation d'images négatives par l'action de certaines vapeurs. — Recherche sur la photographie directe des couleurs par la méthode interférentielle. — Bibliographie : Page's Magazine. Carnet du conducteur de travaux. — Société suisse des Ingénieurs et Architectes. — Concours pour une nouvelle maison d'école à Auvernier.

La protection des bâtiments contre les effets de la foudre.

(Suite et fin) [1].

Les faits que nous avons exposés dans notre article précédent, nous indiquent ce qu'il faut faire pour protéger efficacement un bâtiment contre les effets de la foudre.

Il faut avant tout qu'un réseau métallique de conducteurs enveloppe l'édifice et communique parfaitement avec le sol.

Ces conditions sont approximativement réalisées dans beaucoup de constructions modernes, qui sont couvertes en zinc et dont les gouttières et descentes d'eaux pluviales forment un réseau continu de conducteurs arrivant au sol ; lorsque toute cette ferblanterie est bien établie, que les descentes sont nombreuses, la maison a peu de chances de souffrir intérieurement de la foudre ; le point faible de l'installation est ordinairement le raccordement avec le sol, les tuyaux de descente débouchent en effet dans des canaux cimentés ou pavés, de sorte qu'il n'y a pas de contact entre le métal et le sol naturel. On peut remédier à cet inconvénient en fixant, au bas des descentes, un conducteur spécial en fil de fer galvanisé qui entre dans le sol, s'étend à une certaine distance de la maison pour arriver à la bonne terre et se termine par une plaque de terre, ou se rattache à une conduite d'eau ; un fil semblable sera fixé à chaque descente, pour multiplier les contacts avec le sol et éviter de faire supporter à une seule d'entres elle tout l'effet de la décharge.

On assure une protection de la maison plus efficace encore, en établissant une communication directe par conducteurs métalliques entre le zinc de la couverture et le sol ; des fils de fer galvanisé de 5 à 6 mm. de diamètre ou des câbles de section équivalente seront soudés au métal de la toiture et descendront dans le sol où ils se terminent par des plaques de terre ; au nombre de trois ou quatre ils forment un réseau de conducteurs suffisant pour assurer une protection efficace contre toute pénétration de la foudre dans le bâtiment. Ces conducteurs peuvent se dissimuler à côté des descentes d'eaux pluviales et se fixer directement aux crochets de scellement qui les soutiennent.

[1] Voir N° du 20 août 1902, page 219.

Tels sont les procédés qui constituent ce qu'on peut appeler l'hygiène des bâtiments ordinaires, qui ne présentent pas des risques spéciaux résultant de leur position, de la nature de leur construction ou des objets qu'ils protègent ; telles sont les maisons d'habitation dans les villes, et à la campagne les maisons situées en contre-bas d'édifices plus élevés et protégées ou dominées par de fortes pentes ou par des forêts.

Lorsque la toiture de métal est encore, comme cela arrive souvent aujourd'hui, agrémentée d'ornements métalliques : balustrades, girouettes, ornements de zinc au-dessus d'un poinçon, toutes ces pièces seront reliées par un conducteur commun en fil de fer galvanisé duquel partent les descentes. On a alors un vrai paratonnerre complet, formé de trois parties : un réseau de conducteurs aériens, les descentes qui entourent le bâtiment et les plaques de terre assurant la communication avec le sol.

Voyons maintenant ce qu'il faut faire lorsqu'on veut installer un paratonnerre sur une maison exposée et ne possédant rien qui le remplace. Une maison est exposée, lorsqu'elle est dans une région d'orages fréquents, ou sur un terrain où la foudre tombe souvent. Cette prédilection de la foudre pour certaines régions est très connue, elle provient souvent de la nature du sous-sol qui est humide ou rapproché d'un cours d'eau, ou bien, au contraire, du fait d'une situation élevée ou sur une pente orientée dans la direction d'où viennent les orages ; ce dernier cas est fréquent à la montagne. Une maison est aussi exposée lorsqu'elle est formée d'une association de matériaux conducteurs et non conducteurs, irrégulièrement répartis, ou lorsqu'un réseau de conduites d'eau, de gaz ou de vapeur la pénètre ou qu'elle abrite des machines. Aussi les fabriques et ateliers doivent-ils être munis de paratonnerres. Naturellement les édifices publics visités par un grand nombre de personnes doivent toujours être munis de paratonnerres, leurs dimensions les exposant tout particulièrement à être plus fréquemment atteints.

Nous devons rappeler enfin un fait, que l'expérience de ces dernières années a permis de constater, c'est que des maisons isolées, et même des villages entiers, qui ignoraient autrefois les accidents dus à la foudre, sont aujourd'hui exposés par le fait des transformations apportées dans les immeubles par l'emploi toujours croissant

du métal ; il en résulte que le paratonnerre est devenu indispensable même là où on ne songeait pas à lui il y a quelque vingt ans.

Le paratonnerre a, dit-on, un double rôle : *préventif* et *préservatif* ; occupons-nous d'abord du second, de beaucoup le plus important, et nous dirons en terminant ce que les études modernes nous apprennent du premier.

Le paratonnerre doit avant tout conduire la décharge dans le sol par une route moins résistante que toute autre et située *en dehors* du bâtiment ; théoriquement un paratonnerre pourrait traverser une maison mais ce serait dangereux en cas de vice de construction. Le paratonnerre sera donc composé, avant tout, de conducteurs, en nombre variable, enveloppant la maison, passant par dessus et descendant en plusieurs points dans le sol avec lequel ils seront en communication aussi parfaite que possible. On placera donc sur le toit des conducteurs de faîte épousant la forme du toit et deux ou plusieurs descentes allant aussi directement que possible dans le sol.

Le métal à choisir est, dans la plupart des cas, le *fer galvanisé* qui s'allie très bien, et sans causer de dommages, avec le fer et le zinc si répandus dans les constructions. Les fils et câbles de cuivre placés en contact avec le fer et le zinc déterminent, sous l'action de l'eau de pluie et de l'air humide, l'oxydation et la perforation rapide de ces métaux ; les éléments cuivre, eau, fer ou zinc formant une pile voltaïque dont le zinc et le fer sont l'élément négatif, rapidement corrodé. On réservera donc le cuivre pour les maisons à toiture de cuivre ou pour des cas spéciaux ; le laiton ne doit jamais être employé.

Le fait que la conductibilité du fer pour les courants électriques est moindre que celle du cuivre n'a nullement l'importance que lui attribuent les anciennes instructions sur la construction des paratonnerres ; comme nous l'avons dit, l'effet d'une décharge, parfois oscillante, sur un métal est tout différent de l'action d'un courant continu, les décharges se transmettent surtout par la surface des conducteurs.

Le fer galvanisé se trouve dans le commerce en fils et en câbles de toute longueur ; il est donc facile de faire des conducteurs continus sans soudure. En général on exagère la section nécessaire, il y a tout avantage à multiplier le nombre des descentes et à les faire minces, ce qui facilite la pose, plutôt que d'employer un gros conducteur unique. C'est rarement le conducteur d'un paratonnerre moderne qui est défectueux mais ordinairement le contact avec le sol, qui devrait, en théorie, présenter une résistance négligeable et qui pratiquement en offre souvent une très grande ; dans ce cas la décharge quitte la flèche, ou le conducteur, pour se rendre au sol par un canal de ventilation ou par une conduite d'eau ; elle peut ainsi causer quelques dégâts.

On assure un bon contact avec le sol en reliant les conducteurs du paratonnerre aux conduites d'eau sous pression dont la grande surface métallique et la grande longueur font d'excellentes terres ; en général il vaut mieux éviter le contact avec les conduites de gaz, de diamètre souvent insuffisant. S'il n'y a pas de conduites d'eau on établira une plaque de terre de forme quelconque, pourvu qu'elle ait une surface étendue d'au moins 1 m² par descente. Pour une installation de paratonnerre, même n'ayant qu'une flèche, on devrait toujours avoir deux descentes et deux plaques de terre.

Une plaque de terre ne doit jamais être placée dans une citerne, dans un puits ou dans un étang cimenté ni dans une conduite d'eau pluviale ou d'égout en ciment. On doit éviter tout contact avec des eaux impures contenant des matières acides qui pourraient exercer une action chimique sur le métal des plaques de terre ou des conducteurs. Pour la même raison il vaut mieux éviter l'emploi du charbon ou du coke autour du métal des plaques de terre.

Ainsi un réseau de conducteurs, enveloppant la maison, des communications nombreuses et bien faites avec la terre assurent une protection efficace d'un immeuble et constituent un paratonnerre.

Et la flèche ! Nous allions oublier cette partie si importante de l'installation pour les fabricants de paratonnerres, et la belle pointe dorée ou le fragment de platine qui doit, d'après la tradition, terminer et orner cette haute tige sans laquelle, à entendre tant de personnes, il n'y a pas de paratonnerre sérieux.

La flèche est en tout cas la partie démonstrative et apparente de l'installation, elle fait pour le propriétaire l'effet moral, c'est elle qui doit, défiant le ciel « soutirer l'électricité des nuages », et une installation sans grande flèche n'est pas pour beaucoup de personnes un paratonnerre digne de ce nom.

Pour ce qui nous concerne nous dormirions fort tranquille dans une maison recouverte d'un système de conducteurs reliés soigneusement au sol et privée de pointes dorées et même de flèches ; nous serions beaucoup moins rassuré sous un toit hérissé de pointes, si les conducteurs allant au sol et surtout si les contacts avec le sol sont défectueux ; voici pourquoi et nous touchons ici à la question du rôle *préventif* du paratonnerre.

Pendant un orage l'état électrique de l'air et des nuages varie incessamment et avec une grande rapidité, sous cette action l'état électrique de tous les corps situés sur le sol varie également. Dès que la charge électrique, positive par exemple, d'un nuage augmente, une couche d'électricité négative tend à se produire sur le sol soumis à cette influence ; ces couches différentes sont séparées par la masse d'air comprise entre le sol et la région où se forme l'orage. S'il était possible de transporter rapidement l'air électrisé négativement des couches inférieures

dans la région positive du nuage, il y aurait neutralisation partielle et on éviterait l'éclair qui n'est que le retour brusque et passager à l'état d'équilibre. Cet effet de neutralisation est produit par des feux, par exemple, qui déterminent de forts courants ascendants dans l'atmosphère. On a supposé que les pointes de paratonnerre accomplissent le même effet, qu'elles sont comme on dit des égaliseurs de potentiel, et qu'au-dessus d'elles s'élève un « vent électrique » qui transporte dans les hauteurs l'électricité qu'elles cèdent et qui est toujours de signe contraire à celle du nuage influent. Ce n'est donc pas en *soutirant* de l'électricité des nuages mais au contraire, en envoyant de l'électricité dans les nuages que la pointe du paratonnerre devrait *prévenir* et empêcher l'éclair de se produire. Le *feu St-Elme,* cette aigrette lumineuse vue quelques fois au sommet des mâts de navires, ou sur les objets métalliques en relief, est la preuve, disait-on, de cette action préventive des pointes.

Les mesures faites jusqu'ici amènent à croire que cet effet d'écoulement de l'électricité par les pointes a été fortement exagéré, l'action d'une pointe pour décharger un corps électrisé ne commence que lorsque la tension électrique à l'extrémité de la pointe a une valeur déjà très élevée, cet effet ne se manifeste ordinairement *qu'un instant avant le moment où la décharge disruptive, c'est-à-dire l'éclair, va se produire*[1]. En outre le débit électrique d'une pointe cesse dès que la tension faiblit; ainsi nous avons observé que la tension électrique d'un corps électrisé muni d'une pointe d'aiguille très fine tombe rapidement lorsqu'on dépasse 8900 volts, mais dès qu'elle est réduite de 4500 à 4000 volts la pointe ne produit plus d'effet. Dans un travail très intéressant, fait sur le conseil du célèbre professeur H. Hertz, M. Julius Precht montre que l'électricité peut s'écouler d'une manière continue sous forme de vent électrique à partir d'une tension de 4300 volts en employant les aiguilles à coudre les plus fines, mais il faut une tension de 9100 à 13,600 volts pour obtenir un débit de l'extrémité d'aiguilles à tricoter de grosseurs diverses, et pour les meilleures pointes de paratonnerre il faut des tensions de 14,000 à 17,000 volts avant qu'elles agissent.

En outre il faudrait pour que l'action de la pointe put être efficace, lui donner le temps d'agir; il faudrait pour cela que la tension dans le nuage restât bien constante, qu'elle ne s'élevât pas à une valeur telle que la décharge se produisît, ni qu'elle baissât, ce qui supprimerait le débit de la pointe ; il faudrait que cet état d'équilibre d'un nuage orageux au-dessus d'une maison munie de paratonnerres persiste pendant une demi-heure au moins pour que la pointe ait le temps d'agir. Or les choses se passent tout autrement, le phénomène de l'orage est la manifestation de variations électriques extraordinairement rapides que le débit d'une pointe ne peut suivre; il faut donc renoncer, croyons-nous, à compter beaucoup sur l'effet préventif des aiguilles de platine et pointes dorées si vantées.

La flèche du paratonnerre a un autre rôle dans la construction, plus important croyons-nous, c'est celui de fixer le point que la décharge atteindra sur la maison, pour se rendre de là au sol ; un paratonnerre efficace agit surtout quand la foudre tombe, la flèche est utile, elle peut n'être qu'une simple barre ou un tube de métal[1] dressé sur le toit et n'avoir pas de pointe, l'essentiel est qu'elle soit la première exposée et que ce soit elle qui reçoive la décharge. C'est pour cela qu'il y a avantage à multiplier le nombre des flèches et à en diminuer la hauteur; les grandes flèches sont laides, difficiles à installer, et leurs balancements par le vent sont nuisibles à la toiture, elles n'ont aucun avantage. La zône de protection d'une flèche, dont certains constructeurs font si grand état, est aussi une quantité dont on a beaucoup exagéré l'importance et pour laquelle on a constamment répété les instructions classiques et anciennes; nous préférons ne pas indiquer de chiffres absolus car l'étendue de cette zône de protection doit être déterminée, dans chaque cas particulier, en tenant compte des conditions locales. Tantôt vous pourrez admettre qu'une flèche protège un cercle de rayon égal à deux fois la hauteur de la tige, tantôt il ne faut compter qu'une fois ou une fois et demi, dans quelques cas le rayon de protection sera deux et demi ou même trois fois la hauteur ; il n'est pas possible de dire d'une manière précise ce qu'il faut admettre, c'est l'affaire de celui qui étudie l'installation.

Quel que soit le mode de paratonnerre que vous installez, recouvrez métalliquement votre maison de fils nombreux et bien reliés au sol et vous serez à l'abri ; et surtout utilisez rationnellement le métal disponible sur votre toit et autour de la maison, le paratonnerre doit être *prévu avec la maison*[2], il doit s'adapter exactement aux conditions locales pour être vraiment utile; il n'y a pas de type de paratonnerre universel.

HENRI DUFOUR,
Professeur de physique expérimentale
à l'Université de Lausanne.

[1] Il n'en est pas de même en hiver et par les chutes de neige.

[1] On fabrique aujourd'hui pour cet usage des tubes d'acier Mannesmann, beaucoup moins lourds que les tiges pleines et aussi efficaces.

[2] A consulter :

1° Die Blitzgefahr. Mitteilungen und Ratschläge betreffend die Anlage zur Blitzableitem für Gebäude. Herausgegeben im Auftrage des Elektrotechnischen Vereins, 1891.

2° Installation des paratonnerres. Instructions de la Commission fédérale de météorologie, par Henri Dufour, H.-F. Weber, R. Billwiller.

[3] Voir N° du 20 août 1902, page 221.

[4] Les renseignements qui suivent nous ont été fournis par MM. Sulzer frères, à Winterthur.

Hôtel des Postes et des Télégraphes, à Lausanne.

(Suite)[3].

III. — Chauffage à vapeur[4].

Le bâtiment possède un chauffage central à vapeur à très basse pression (0,15 atm. en marche normale) installé par la maison Sulzer frères à Winterthur.