

Le Paratonnerre

PROMO-2013

Sarron jérôme

Yann Thébault

Gilles Mousseau



I) <u>Descriptif</u>	3
II) <u>Phénomène physique</u>	5
III) <u>Fonctionnement de la machine</u>	7
IV) <u>Ouverture</u>	9

I) Descriptif

On estime que chaque année, en France, la foudre cause la mort de vingt à quarante personnes. Elle endommage également les installations par des surtensions ou des incendies qui se chiffrent en milliards d'euros. Devant un tel fléau naturel quels sont les meilleurs moyens de se prémunir?

Le paratonnerre est un dispositif de protection extérieure contre les coups directs de la foudre. Il a été créé par le physicien et homme politique américain Benjamin Franklin. Il démontra la nature électrique de la foudre grâce à sa célèbre expérience du cerf-volant en 1752.



La structure d'un paratonnerre est composée d'une tige placée en hauteur puis connectée à la terre par un ou plusieurs éléments métalliques appelé conducteur de descente capable de conduire cette électricité.



II) Phénomène physique

La foudre n'est qu'une composante de l'orage. L'origine de l'orage commence tout d'abord dans un Cumulo-nimbus. Ce sont les plus haut, les plus larges et les plus redoutables nuages. C'est en eux que naissent et germent la grêle les éclairs et la foudre.

La base d'un Cumulo-nimbus se situe environ 1 ou 2 km au dessus du sol. Elle s'étend sur plusieurs km². La hauteur d'un tel nuage est encore plus impressionnante. Elle s'élève jusqu'à 10 ou 15km (et même 20 km en région tropicale).

Comment la foudre naît elle au sein du Cumulo-Nimbus?

Un Cumulo-Nimbus est composé de vapeur d'eau condensé en phase liquide et de glace (ces particules sont appelées de hydrométéores). On distingue plus particulièrement les cristaux de glace, les flocons de neige, des particules de grésil, de grêle et de l'eau à l'état liquide surfondu sous la forme de gouttelette de quelques micromètres.

Des hydrométéores aux éclairs et à la foudre, il n'y a qu'un pas à franchir.

En effet mais avant cela on distinguera deux types d'éclairs, les éclairs nuage-sol ou plus communément appelé la foudre et les éclairs nuage-nuage.

Les éclairs nuage-nuage jouent un rôle décisif dans le processus de formation d'un éclair nuage-sol.

Les nuages se charges par un phénomène triboélectrique. C'est à dire à la production d'électricité statique par frottement. La collision des cristaux et de glace et cristaux de grésil provoquent un transfert de charges qui dépend de la température. Ainsi dans la partie la plus haute du nuage où les températures sont inférieures à 10°C, les cristaux se chargent positivement et le grésil négativement. On a le phénomène inverse dans la partie inférieure du nuage où les températures sont supérieures à 10°C.

Le nuage est alors chargé électriquement, le début de l'activité électrique va se manifester sous formes de micro décharges puis sous formes d'éclairs intra-nuages.

Comment ces éclairs intra-nuages vont ils se former ?

Les nuages fonctionnent comme les plaques d'un condensateur. Un condensateur est constitué de deux armatures conductrices, séparés par un milieu isolant. Ces armatures emmagasinent des charges opposées : positive pour l'un négative pour l'autre. Une décharge se produit entre elles si le milieu qui les sépare n'est pas suffisamment isolant.

Dans le cas des éclairs intra-nuages, le rôle des armatures du condensateur est joué par deux poches de charges électriques opposé situées toutes deux dans le nuage.

Les éclairs intra-nuages sont responsables d'une forte activité électrique (90% de l'activité électrique totale) ce qui va préparer l'entrer en scène de la foudre. La foudre est donc la conséquence de toute cette activité électrique.

La foudre utilise les mêmes principes physiques que les éclairs intra-nuages, on peut donc comparer le sol et les nuages aux armatures d'un condensateur. Mais elle utilise également un second principe physique l'effet de pointe.

En effet l'air qui sépare le nuage du sol est isolant pour que la foudre puisse s'abattre l'air est rendu conducteur par renforcement local du champ électrique, au voisinage des objets pointus (on parle de traceurs ascendants dans le cas de la foudre).

C'est pourquoi la foudre à tendance à s'abattre sur des objets pointus, on parle d'effet de pointe.

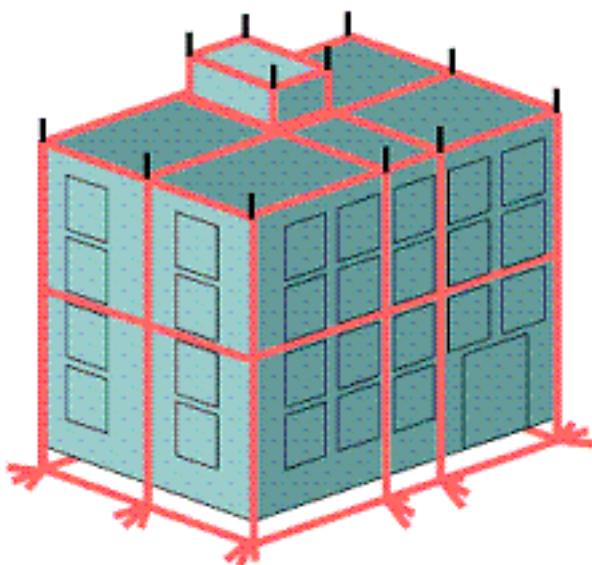
III) Fonctionnement de la machine

La structure d'un paratonnerre est composée d'une ou plusieurs tiges placées en hauteur puis connectées à la terre par un ou plusieurs éléments métalliques appelé conducteur de descente capable de conduire cette électricité.

Le paratonnerre n'attire absolument pas la foudre mais rend plus probable grâce à l'effet de pointe.

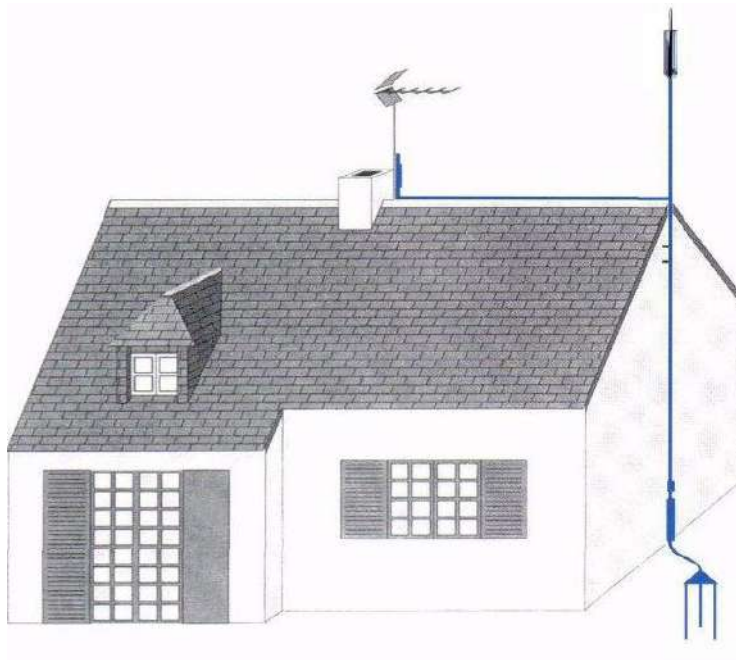
Différents types de paratonnerres existent mais les trois plus courants sont : la pointe simple (dite pointe de Franklin ou PTS), le paratonnerre à dispositif d'amorçage (PDA) et la cage maillée (cage de Faraday).

Dans le cas de la cage maillée, le système de protection est constitué de plusieurs pointes, couvrant toute la toiture et les arêtes du bâtiment à préserver. Les pointes sont reliées entre elles par des filins conducteurs interconnectés, reliés à la terre et formant une cage (dite cage de Faraday).



Dans le cas de la pointe simple (PTS) ou du PDA le système de protection est constitué d'une unique tige reliée à un conducteur de descente connecté à la terre.

La pointe d'une tige est entourée d'un champ électrique en période orageuse. Si l'éclair se dirige vers l'une des pointes, alors il finira sa course dans les câbles de descente.



Cependant pour le système PDA le principe est légèrement différent.

Ce qui distingue ces deux systèmes c'est le principe actif du système PDA qui émet en permanence un traceur ascendant.

Le gain de temps obtenu en cas d'orage rend le paratonnerre PDA beaucoup plus efficace.

Le paratonnerre PDA a donc une efficacité et une portée bien plus forte et étendue qu'un paratonnerre classique de type PTS.

IV) Ouverture

Une variante très futuriste du paratonnerre est étudiée depuis 1990 entre des compagnies d'électricité et des organismes de recherche japonais. L'idée est de forcer le déclenchement des éclairs et de guider leur arrivée à l'aide d'un faisceau laser ionisant l'air. L'objectif visé est la mise au point d'un moyen de protection, 100% efficace à grand rayon d'action. En 1995 une expérience a permis de valider ce concept avec une simulation d'éclair en laboratoire. La technique de guidage par laser n'a pas encore été confirmée sur le terrain. Même si les experts s'interrogent sur ses chances de succès, ils suivent attentivement le développement de cette technique qui pourrait changer tout le marché de la protection de la foudre.



A gauche : décharge libre, à droite : décharge guidée par laser.

Bibliographie

Science&Vie n°913 octobre 1993

<http://fr.wikipedia.org/wiki/Paratonnerre>

<http://www.evene.fr/celebre/biographie/benjamin-franklin-301.php>

http://www.futura-sciences.com/fr/doc/t/physique/d/les-lasers-de-puissance-a-impulsions-ultracourtes_764/c3/221/p6/

<http://videotheque.cnrs.fr/doc=1039?langue=EN>