Zeitschrift: Bulletin de la Société Vaudoise des Sciences Naturelles

Herausgeber: Société Vaudoise des Sciences Naturelles

Band: 8 (1864-1865)

Heft: 51

Artikel: Notice sur l'écoulement du fluide électrique dans le sol par les parafoudres et le poteaux des télégraphes

Autor: Cauderay, C.

DOI: https://doi.org/10.5169/seals-254839

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: 13.07.2025

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

NOTICE

SUR

L'ÉCOULEMENT DU FLUIDE ÉLECTRIQUE DANS LE SOL PAR LES PARAFOUDRES ET LES POTEAUX DES TÉLÉGRAPHES.

Capacité conductrice des corps. — Perfectionnement des paratonnerres.

Par C. CAUDERAY,

Inspecteur des télégraphes des chemins de fer de l'Ouest-Suisse
et de Lausanne-Fribourg-Berne.

Ecoulement du fluide électrique par les parafoudres des postes télégraphiques.

On sait que chaque poste télégraphique est muni d'un appareil appelé *parafoudre*, lequel dérive dans le sol l'électricité atmosphérique accumulée sur les lignes ; sans ce préservateur, chaque fois que le temps est orageux, le fluide électrique s'introduirait dans les appareils où il causerait de grands dommages.

Le parafoudre se compose simplement de deux plaques métalliques légèrement espacées l'une de l'autre ; l'une est introduite dans le circuit de la ligne télégraphique, tandis que l'autre communique avec le sol au moyen d'un conducteur métallique.

Lorsque l'électricité galvanique ou dynamique (dégagée par la pile) circule, elle ne peut pas franchir l'espace qui sépare les deux plaques et elle continue sa route dans les appareils; l'électricité atmosphérique le franchit, au contraire, avec une grande facilité pour se rendre plus promptement dans le sol par ce chemin qui lui oppose moins de résistance que les multiplicateurs des appareils.

Voici maintenant le résultat des observations que j'ai faites depuis quelques années au sujet de la conductibilité du fil métallique reliant les parafoudres au sol.

Pendant trois ans le parafoudre des appareils télégraphiques de la gare de Lausanne communiquait avec le sol au moyen d'un *fil de laiton* de 2 millimètres de diamètre et d'une longueur d'environ 80 pieds : pendant ce temps, chaque année nous avons eu trois ou quatre appareils mis momentanément hors de service par suite de

la fusion, par la foudre, du fil de cuivre qui entoure les electro-aimants, quoique le parafoudre fonctionnât parfaitement puisque l'étincelle électrique laissait chaque fois entre les deux plaques préservatrices des traces visibles de sa présence.

Après quelques observations, je crus remarquer que ce fil de laiton n'était pas assez bon conducteur pour écouler dans le sol la totalité du fluide électrique accumulé sur plusieurs lignes et que le trop plein passait outre, pénétrait dans les appareils où il fondait le fil du multiplicateur qui, en raison de son petit diamètre, lui opposait une trop grande résistance.

Pour diminuer ces effets de la foudre si préjudiciables à nos appareils et dans le but aussi de vérifier mes prévisions, je reliai le parafoudre aux conduits du gaz au moyen d'un fil de cuivre de 3 $^1/_2$ ^{mm} d'épaisseur et de 4 pieds de longueur seulement; ceci avait lieu à la fin de l'année 1861 ; dès lors et malgré les violents coups de foudre qui se sont produits, surtout l'année dernière, aucun appareil n'a été endommagé, quoique plusieurs fois de fortes étincelles aient été observées dans le parafoudre. Il faut donc conclure de ce fait qu'alors le fil métallique reliant le parafoudre au sol étant meilleur conducteur, presque tout le fluide a passé dans la terre et il n'en est arrivé dans les appareils qu'une quantité insignifiante.

J'ai aussi vérifié que ce n'est pas seulement le degré de conductibilité ou le diamètre des fils employés qui facilite ou empêche l'écoulement plus ou moins parfait du fluide atmosphérique dans le sol, mais aussi la longueur de ces conducteurs.

Ce fait s'explique parfaitement par la plus grande résistance opposée au fluide par un conducteur d'une certaine étendue que par un conducteur très court. Comme exemple je citerai que dans plusieurs postes où je me suis servi, pour relier le parafoudre au sol, d'un fil de cuivre de 1^{mm} de diamètre mais d'une longueur de 3 à 6 pieds seulement, l'écoulement du fluide atmosphérique dans la terre a été assez complet, du moins les appareils de ces postes n'ont jamais été endommagés, quoique souvent les pointes des parafoudres présentassent des traces de fusion, tandis que d'autres parafoudres pourvus aussi d'un fil de cuivre de 1^{mm} de diamètre mais d'une longueur de 20 à 60 pieds, n'ont pas complètement préservé les appareils des postes.

Il semble donc résulter de ce qui précède que pour établir un parafoudre dans les meilleures conditions possibles il faut observer soigneusement les quatre règles suivantes :

1° Les fils servant à l'écoulement du fluide électrique dans le sol doivent avoir le moins de longueur possible, c'est-à-dire qu'ils doivent se rendre dans le sol par le chemin le plus direct.

2° Leur diamètre doit toujours augmenter en raison de leur étendue, dans le but de diminuer la résistance du métal.

3° Les fils de cuivre doivent toujours être préférés aux fils de laiton ou de fer. Lorsqu'il s'agit d'écouler l'électricité dynamique (de la pile) le fer possède un degré de conductibilité double de celui du laiton et le cuivre conduit six fois mieux que le fer ; mais la plus grande conductibilité du cuivre pour l'écoulement de l'électricité atmosphérique paraît plutôt provenir de ce que sa surface s'oxide moins facilement que le fer ou le laiton. Il est bon de rappeler ici que l'électricité galvanique pénètre et circule à l'intérieur des corps, tandis que l'électricité atmosphérique parcourt essentiellement les surfaces, ce qui explique cette différence de conductibilité du cuivre dans ces deux cas.

4° On pourra cependant utiliser avec avantage, à cause de leur grande section, les conduits d'eau, de gaz, etc., en fonte ou en plomb, ainsi que tout autre pièce métallique enfoncée un peu profondément dans le sol, sans toutefois perdre de vue que le métal qui relie le parafoudre au sol doit avoir une capacité conductrice toujours supérieure à celle de la totalité des lignes qui y aboutissent.

Les trois premières de ces règles sont du reste déjà généralement observées lors de la construction des paratonnerres ordinaires.

Ecoulement du fluide électrique par les poteaux télégraphiques.

Lorsqu'un coup de foudre atteint une ligne télégraphique aérienne, on remarque généralement qu'un certain nombre de poteaux ont dérivé dans le sol une partie du fluide électrique et cela sur une assez grande étendue. Près de l'endroit où la décharge a eu lieu deux ou trois poteaux portent toujours des traces de larges et profonds sillons ; à droite et à gauche 4, 6 ou 8 poteaux portent encore des traces semblables ; mais elles diminuent toujours à mesure que l'on s'éloigne du point foudroyé et la quantité de fluide qui arrive jusqu'aux appareils n'est jamais très considérable, lors même que la décharge a lieu dans le voisinage des postes. Presque toujours le côté des poteaux le plus exposé à la pluie est aussi celui qui présente le plus de traces de la foudre. Ces effets que j'ai pu observer environ 15 fois depuis 9 ans dans les différentes parties de la Suisse étaient à peu de chose près partout les mêmes.

On peut, à mon avis, admettre sans hésiter que la cause principale qui annule les effets dangereux de ces coups de foudre, est le plus ou moins grand nombre de corps par lesquels le fluide électrique trouve moyen de se rendre dans le sol. C'est aussi une preuve de plus à l'appui du fait cité plus haut que l'écoulement du fluide dans le sol, lorsqu'il a plusieurs chemins pour s'y rendre, est

limité au degré de conductibilité de chaque corps, car dans les exemples que je viens de citer, si un ou deux poteaux n'écoulent pas tout le fluide par suite de leur faible capacité conductrice, le surplus passe plus loin au moyen des fils, pour s'écouler par les poteaux suivants ; si ces corps étaient isolés ou plutôt s'il n'y avait point de ligne télégraphique entre chaque poteau, la décharge s'écoulerait bien dans le sol par le poteau sur lequel la foudre serait tombée, mais en le broyant et en le détruisant à cause de la résistance énorme que le bois même mouillé opposerait au fluide.

Sur les lignes construites avec des poteaux en fer, ces effets sont à peine visibles, les poteaux en métal étant d'excellents conducteurs n'opposent aucune résistance à la foudre qui est immédiatement conduite dans le sol par un ou deux poteaux.

Je résumerai comme suit les résultats que l'on peut déduire de cette seconde série d'observations.

Les postes télégraphiques sont à l'abri des coups de foudre qui pourraient s'introduire dans les bâtiments en suivant les fils

1° parce que les poteaux écoulent immédiatement dans le sol le trop plein de la ligne : pour cette raison les lignes construites avec des poteaux en fer offrent plus de sécurité sous ce rapport, que celles construites avec des poteaux en bois.

2° à cause du petit diamètre et par conséquent de la faible capacité conductrice des fils qui entrent dans le bâtiment.

3° parce qu'enfin les parafoudres dérivent dans le sol la petite quantité de fluide qui a pu pénétrer jusqu'aux appareils, laquelle pourrait leur être encore préjudiciable si le fil d'écoulement était insuffisant.

Capacité conductrice des corps.

Il me semble que de l'ensemble des observations et faits cités plus haut, découle le principe nouveau suivant dont l'application aurait pour résultat l'amélioration des paratonnerres employés généralement jusqu'à ce jour pour préserver les bâtiments.

A mon avis, *l'écoulement du fluide électrique se divisant en raison de la capacité conductrice des corps, au moment où la foudre éclate,* explique assez bien tout ce que l'on appelle généralement les bizarreries de la foudre. Les effets singuliers de la foudre dépendraient donc essentiellement des différents degrès d'intensité de chaque décharge électrique, de la capacité conductrice des corps à un moment donné, laquelle dépend elle-même des substances dont ces corps sont composés, substances qui à leur tour sont rendues plus ou moins conductrices par la pluie, par la chaleur, par l'état hygrométrique de l'air, etc.

Non, la marche du fluide atmosphérique ne peut pas dépendre du caprice d'un moment. Comme tous les fluides il a ses lois à

suivre et sa marche tracée dans chaque fétu de paille par les grandes lois de la nature.

Il y a 6 ans que j'étudie et observe attentivement tous les phénomènes d'électricité atmosphérique qui se produisent à ma portée ; les parafoudres de nos stations télégraphiques qui tous, sans exception, portent des traces honorables pour la science de la présence de cet agent, ont puissamment contribué à faciliter mes recherches, et c'est par un long contact avec la foudre, si je puis m'exprimer ainsi, que j'ai pu parvenir à formuler l'opinion émise dans cette notice.

Perfectionnement des paratonnerres.

Passons maintenant à l'application de ces principes aux paratonnerres.

Lorsque la foudre éclate, elle n'a pas toujours la même intensité, de sorte qu'il pourrait souvent arriver que la quantité de fluide à écouler par le fil d'un paratonnerre soit supérieure à sa *capacité conductrice ;* dans ce cas il y aurait grand danger de voir le trop plein, c'est-à-dire une partie du fluide qui ne s'écoule qu'avec difficulté faute d'un conducteur suffisant, quitter le conducteur qu'on avait placé pour lui tracer sa route et profiter du premier corps à sa portée pour se frayer un chemin jusqu'au sol.

Donc quand le conducteur des paratonnerres est insuffisant, ce qui peut arriver lorsque les coups de foudre sont très intenses, le plus petit filet d'eau qui communique avec le sol, une conduite d'eau en métal, une lignée de cloux, un égoût, un mur humide, une pièce de bois mouillé, suffisent pour détourner de sa route la quantité de fluide qui déborde déjà pour ainsi dire du fil par lequel on voulait la conduire dans le sol.

Les principes indiqués ci-dessus étant connus, il suffira, si l'on veut qu'un bâtiment soit complètement à l'abri de la foudre, de fixer à la tige du paratonnerre un certain nombre de cables d'une capacité conductrice totale suffisante pour écouler en le divisant tout le fluide des coups de foudre les plus intenses.

Pour bien comprendre comment on peut obtenir la division du fluide électrique il faut encore observer ce qui se passe sur les lignes télégraphiques et se demander pourquoi sur les lignes construites avec les poteaux en fer, le fluide s'écoule-t-il le plus souvent par un seul poteau ?

Il est facile de répondre , — parce que la capacité conductrice de ce poteau est suffisante pour écouler la totalité du fluide.

Ensuite, pourquoi sur les lignes construites avec des poteaux en bois, le fluide s'écoule-t-il par 6, 12 ou 20 poteaux ?

Réponse : — Parce que la capacité conductrice de 2 ou 3 poteaux

en bois n'est pas suffisante pour l'écoulement complet du fluide,— et comme ils sont tous reliés métalliquement entr'eux, souvent par plusieurs fils, le fluide emploie un nombre de poteaux proportionné à son intensité.

Pour écouler le fluide électrique en le divisant il faut donc lui frayer plusieurs routes, autant que possible d'égale longueur ou d'égale résistance.

Voici pour 4 bâtiments de construction différente, les moyens qui me paraissent devoir atteindre ce but :

1° Pour un petit bâtiment carré (fig. 1). Quatre fils de 6 millimètres partent du pied de la tige dans la direction des 4 angles du bâtiment. De tous les côtés la résistance, c'est-à-dire les surfaces des conducteurs, sont égales.

2° Pour un grand bâtiment (fig. 2). La tige métallique étant fixée au centre du bâtiment, une seconde tige de 11^{mm} d'épaisseur en communication avec la première serait placée dans le sens du faîte. Du pied de la tige perpendiculaire partiraient deux fils de 10 millimètres se dirigeant dans le sol par les deux faces opposées du bâtiment. Aux deux extrémités de la tige horizontale de 11^{mm} seraient reliés deux paires de conducteurs de $5\ ^1/_2{}^{mm}$ se rendant dans le sol par les 4 angles du bâtiment. Le diamètre du conducteur horizontal bifurqué à ses deux extrémités étant plus grand que celui des deux conducteurs du centre, sa capacité conductrice sera aussi plus considérable, ce qui est nécessaire pour compenser l'excédant de longueur.

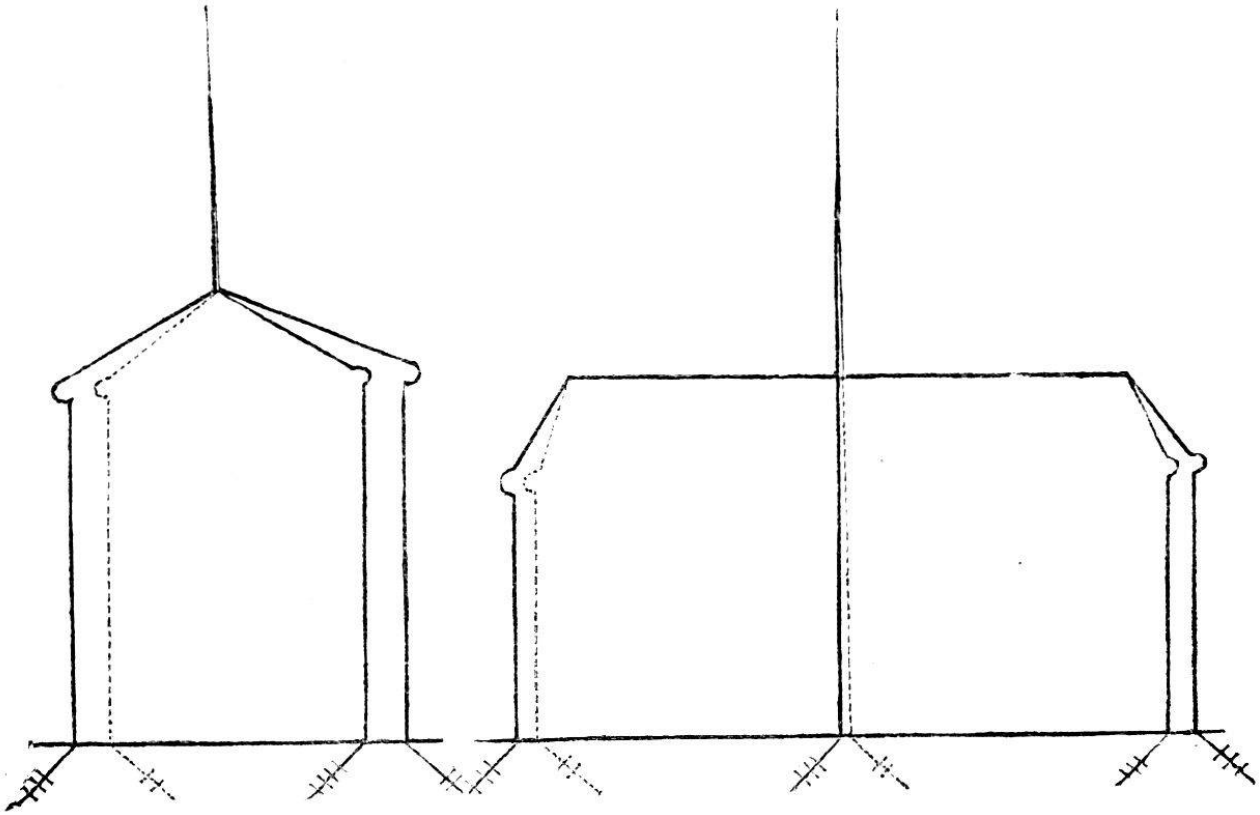

fig. 1. fig. 2.

3° *Pour un très grand bâtiment sur lequel doivent être placées 2 tiges métalliques* (fig. 3). Dix fils pour l'écoulement seraient reliés à la tige horizontale de 11 millimètres de diamètre; aux extrémités et au centre les fils ont 5 $^1/_2$ mm, tandis que ceux qui partent de la tige ont 10 mm.

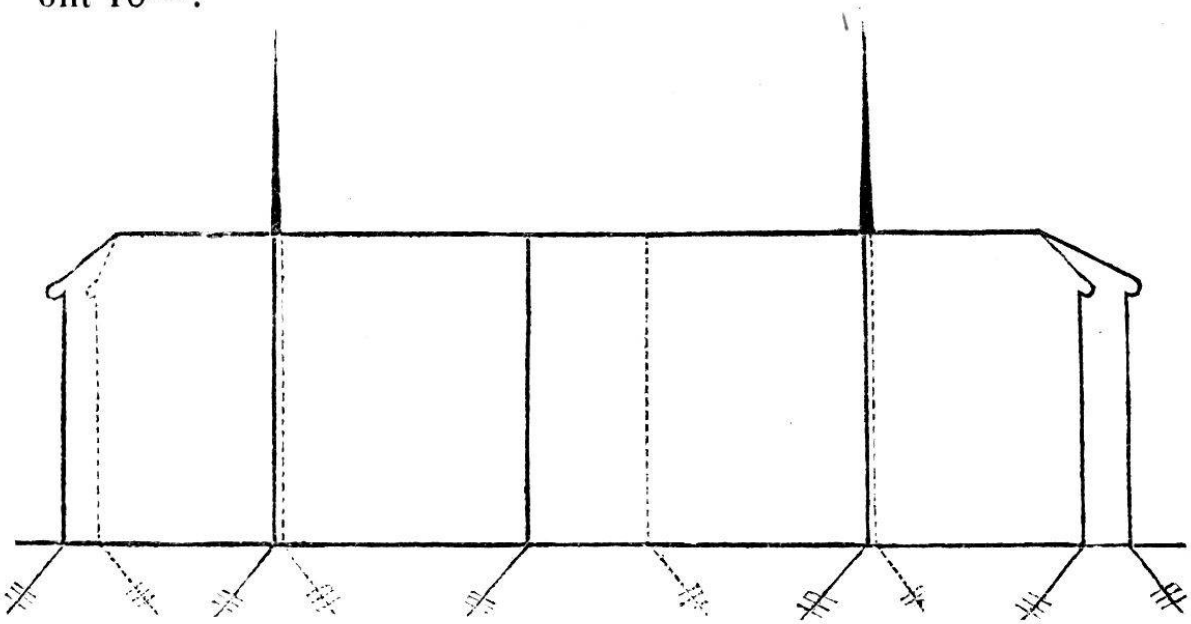

fig. 3.

4° *Paratonnerres pour les clochers* (fig. 4). Un conducteur de 10 mm, fixé à la tige placée au sommet du clocher, descend

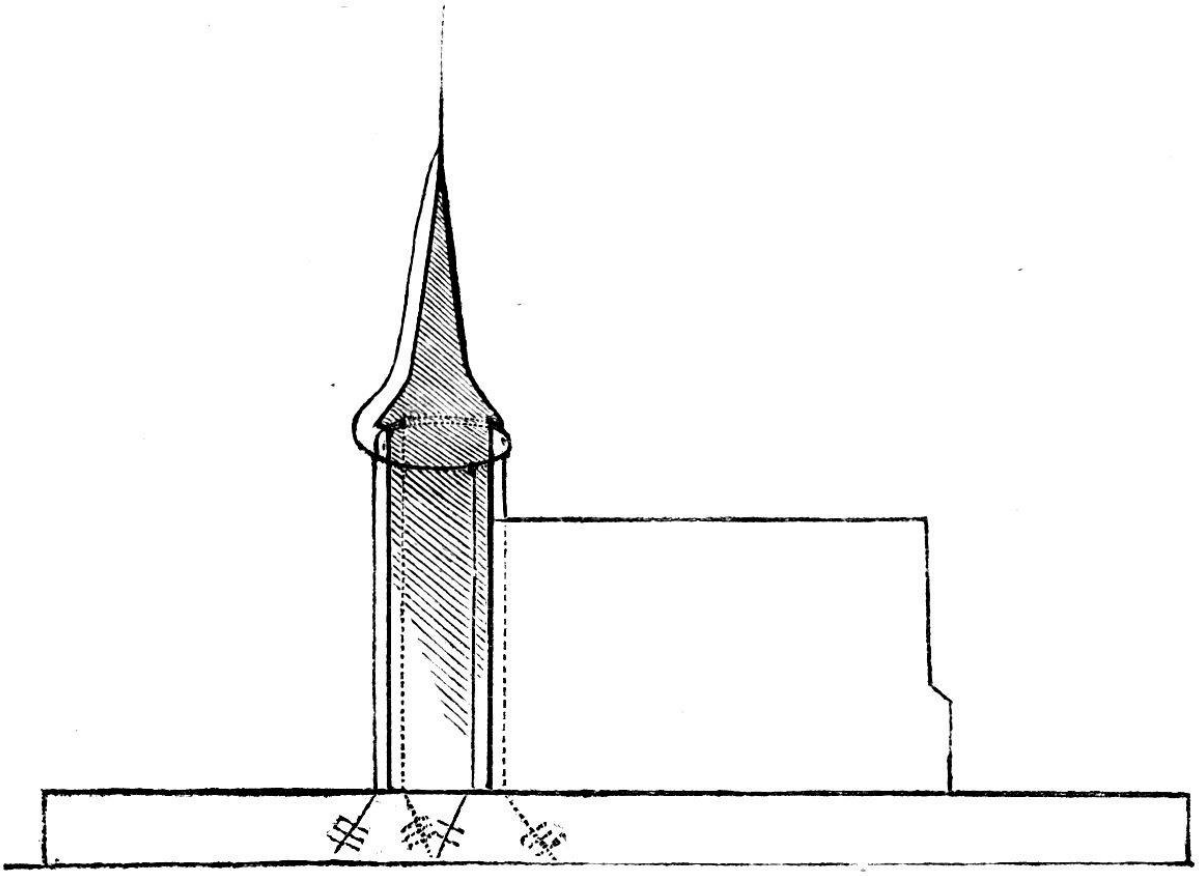

fig. 4.

jusqu'à la base du cône où elle serait fixée à une nouvelle tige de 11^{mm} de diamètre faisant le tour du bâtiment ; de cet anneau partiraient 4 fils de 5 $^1/_2{}^{mm}$ de diamètre lesquels se dirigeraient dans le sol en suivant les 4 angles du bâtiment.

Il va sans dire que toutes les précautions prises pour la construction des paratonnerres simples devront aussi être utilisées lors de l'établissement de ceux que je propose.

Je donne aussi les chiffres du diamètre des conducteurs seulement dans le but de démontrer les proportions à observer entre les différents fils d'écoulement, ces diamètres peuvent être augmentés au gré du constructeur en conservant les proportions que j'indique ; mais il ne serait pas prudent de les diminuer.

DEUX COUPS DE FOUDRE.

Dans la séance du 2 décembre 1863, M. le professeur Marguet communique les deux récits suivants :

La foudre du 30 octobre 1863.

A l'Editeur de l'*Evening Mail.*

Extrait d'une lettre du Rév. Kingscote, datée de Uley, Dursley, comté de Glocester :

« La tempête du 30 s'est abattue rudement sur ce village. On entendit vers onze heures du soir, ou quelques minutes après, deux effrayants craquements de tonnerre, précédés d'un éclair du plus grand éclat. Un magnifique ormeau fut rompu du haut en bas. L'arbre a 19 pieds (anglais) de circonférence à une distance du sol de 5 pieds environ. Pour surcroît de dommage, 30 vitres furent enfoncées, les unes en dedans, les autres en dehors, dans la façade d'une maison voisine de l'arbre frappé, à 20 yards environ. Je demeure à un quart de mille environ du lieu où s'est passée la scène de destruction, et la maison, très solidement bâtie, fut ébranlée comme si elle allait tomber.

» 6 novembre. William-C. Burder. »