

Zeitschrift: Bulletin technique de la Suisse romande
Band: 28 (1902)
Heft: 12

Artikel: Note sur un nouveau parafoudre
Autor: Bonnet, G.
DOI: <https://doi.org/10.5169/seals-22861>

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften. 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. [Siehe Rechtliche Hinweise.](#)

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. [Voir Informations légales.](#)

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. [See Legal notice.](#)

Download PDF: 15.03.2025

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

coups de bélier dont l'action est toujours néfaste.

Ventouse et robinet à air sont d'ailleurs remplacés dans les points situés à la limite de la ligne de charge par le classique tuyau d'évent qui restera toujours l'appareil automatique par excellence.

Enfin, chaque point bas est muni d'une vanne de chasse d'un calibre de 0^m,100 servant à évacuer en cas de réparations les eaux retenues entre les deux bras d'un siphon ou à purger la conduite des dépôts limoneux qui peuvent accidentellement se former et qui stationnent de préférence dans les parties basses des canalisations.

Les coulisses servant à éconduire ces eaux de vidange présentent dans plusieurs cas un fort long développement par suite de l'obligation qu'il y avait de les diriger vers un endroit approprié à cet usage; elles ont toutes été établies en tuyaux de ciment rejointoyés, la fonte n'étant plus de rigueur dans ces cas d'écoulement à débit modéré et réglable à volonté.

Ainsi donc, en résumé, l'eau peut être jaugée 6 fois sur son parcours, arrêtée en 25 points différents par des vannes et évacuée en totalité par 11 conduites de trop-plein; en outre, 34 vannes de purge fonctionnent au bas des siphons.

(A suivre).

NOTE

sur un nouveau Parafoudre.¹

La construction des machines électriques à haute tension a fait d'immenses progrès depuis une douzaine d'années et l'on peut en dire autant de presque tous les appareils destinés au transport et à la distribution de l'énergie à grande distance.

Mais certains organes accessoires, bien qu'indispensables au fonctionnement régulier des installations, sont au contraire restés très imparfaits: tels sont les parafoudres.

Dans un trop grand nombre d'installations les ingénieurs se contentent d'appareils de sécurité absolument insuffisants. Parfois on a conservé pour la protection des lignes à haute tension le principe des dispositifs depuis longtemps en usage sur les lignes télégraphiques. Cependant il est évident qu'un parafoudre peut protéger d'une manière efficace une ligne télégraphique ou téléphonique, bien qu'étant d'une inefficacité complète lorsqu'il s'agit de la protection de réseaux électriques fonctionnant sous plusieurs milliers de volts.

Aujourd'hui les phénomènes accompagnant les décharges atmosphériques sont bien mieux connus qu'autrefois et si la foudre se manifeste encore à nous comme un élément souvent très capricieux, déroutant nos prévisions et se jouant de nos théories, son écoulement est néanmoins

soumis à des lois physiques déterminées. Lorsqu'il s'agit, par exemple, du passage des décharges atmosphériques dans un conducteur, la loi élémentaire connue sous le nom de loi d'Ohm n'a qu'une importance souvent négligeable, tandis que la forme et la disposition des circuits jouent un rôle prépondérant. C'est ainsi qu'il suffit d'imprimer aux conducteurs une série de changements de direction tels que les spires d'une hélice pour opposer à la foudre un obstacle presque infranchissable. En dépit de ce fait on peut voir encore aujourd'hui dans certaines usines d'électricité des parafoudres reliés à la terre par des solénoïdes aussi décoratifs que nuisibles.

Nous présentons aujourd'hui aux électriciens un nouveau type de parafoudre destiné à la protection des lignes à courants alternatifs sous haute tension. Mais avant de donner la description du nouvel appareil, exposons en quelques mots les conditions essentielles qu'il doit remplir pour être absolument efficace.

a) Un parafoudre doit être en état de permettre l'écoulement dans le sol de toutes les décharges de l'électricité atmosphérique, quels que soient la fréquence et le nombre des décharges successives.

Cette première condition devrait faire rejeter à priori tous les appareils dont le circuit de terre ne resterait pas établi d'une façon permanente et toujours prêt à fonctionner. Tant qu'un réseau est en service, la ligne de terre du parafoudre qui le protège ne doit donc jamais être coupée, même pendant la plus petite fraction d'une seconde. Certains parafoudres, dits à bascule, ne peuvent avoir aucun effet utile pendant l'espace de temps nécessaire au déplacement de l'organe mobile qui les caractérise. Les appareils à coupe-circuits fusibles cessent d'être en mesure de fonctionner après la fusion des coupe-circuits ou tout au moins après la fusion du dernier des coupe-circuits renfermés dans un « magasin ». Or un même orage peut faire sauter successivement un grand nombre de ces lames fusibles, et comme il serait extrêmement dangereux de toucher à l'appareil pendant ce temps, on risque toujours que le magasin ne soit pas muni d'un nombre suffisant de ces lames fusibles.

En outre le prix de ces dispositifs toujours plus ou moins compliqués est nécessairement élevé.

b) En temps normal un parafoudre ne doit absorber aucune fraction, si minime soit-elle, de l'énergie produite par les dynamos ou mise en jeu par les organes à protéger.

Cette condition proscrit l'emploi des parafoudres à bacs ou rhéostats liquides encore en usage sur certains réseaux de traction.

c) Un parafoudre doit être monté de telle manière que la décharge passe, du conducteur au parafoudre et de celui-ci à la terre, sans subir aucun changement de direction.

A cet égard, les appareils actuellement usités paraissent à peu près tous défectueux, car il n'est pas possible

¹ Système Schoen & Félix, ingénieurs, Lyon, breveté S. G. D. G.

de les monter sans introduire sur le trajet de la décharge atmosphérique des changements de direction qui s'opposent au passage de cette décharge.

d) Un parafoudre ne doit donner naissance en aucun point de son circuit à une élévation trop considérable de température, quelle que soit la violence de l'orage éclatant sur la ligne à protéger.

Sous ce rapport les parafoudres dits à cornes sont généralement défectueux. Lorsqu'ils fonctionnent, des arcs excessivement dangereux peuvent prendre naissance entre les cornes, réalisant de véritables fours électriques. Il en résulte une destruction très rapide des appareils.

L'installation du parafoudre à cornes exige un espace disponible important ; aussi recommande-t-on de le placer à l'extérieur de l'usine où il se trouve exposé forcément à toutes les influences atmosphériques. Pour les tensions relativement basses de 2000 volts à 5000 volts, l'écartement minimum des cornes doit être compris, d'après les constructeurs, entre trois et sept mm. environ. Mais pratiquement on est obligé de doubler ou de tripler cet écartement à cause des corps étrangers qui, venant se placer entre les cornes, réduisent l'espace déflateur et l'annulent parfois.

De plus les constructeurs recommandent d'intercaler des résistances dans les circuits de terre, en introduisant des résistances additionnelles dans ces circuits et en établissant des terres différentes pour les parafoudres branchés sur chacun des fils. Or ces résistances supplémentaires nuisent évidemment à l'efficacité du parafoudre.

En outre l'établissement de plaques de terre spéciales pour chaque conducteur de la distribution et assez éloignées l'une de l'autre nécessite des dépenses assez fortes, fréquemment bien supérieures au prix du parafoudre proprement dit.

e) Un parafoudre ne doit pas court-circuiter pendant un temps appréciable les lignes qu'il est destiné à protéger.

Or les fils d'une ligne donnée, soit deux lorsqu'il s'agit du courant alternatif simple, soit trois ou plusieurs lorsqu'on a affaire à des courants polyphasés, étant généralement exposés d'une manière à peu près identique aux influences atmosphériques, risquent d'être simultanément frappés par la foudre. Les fortes décharges ont donc pour conséquence immédiate et nécessaire la formation d'un court-circuit entre les bornes des parafoudres protégeant chacun des fils de ligne.

Le voltage produit par les dynamos génératrices étant assez élevé pour maintenir le court-circuit amorcé par la décharge atmosphérique, la presque totalité de l'énergie disponible aux bornes des dynamos est alors absorbée par le dit court-circuit, à moins d'une intervention rapide due à quelque appareil automatique ou à un personnel intelligent.

Les dynamos livrées à elles-mêmes à cet instant critique risquent donc tout d'abord d'être endommagées par l'excès de courant qui les traverse. Puis le débit peut tomber brusquement à zéro par suite de la fusion de coupe-circuit ou de la rupture d'un conducteur, ce qui tend à amener l'emballement des moteurs.

L'accroissement de vitesse des machines a comme conséquence une augmentation très dangereuse du voltage aux bornes, ce qui risque de causer une rupture d'isolant (pouvant mettre le feu à la dynamo) et une catastrophe d'ordre mécanique due à la force centrifuge des appareils en mouvement.

On peut, il est vrai, remédier dans une certaine mesure à ces dangers par l'adoption de dispositifs automatiques, mais le fonctionnement n'en est jamais absolument certain et l'on peut d'autant moins compter sur eux qu'ils ont plus rarement l'occasion de fonctionner.

Description de l'appareil.

Le parafoudre breveté par MM. Schoen et Félix se compose d'une série d'éléments AA' BB' (fig. 1) dont chacun est formé de deux pièces métalliques montées sur un support et reliées entre elles dans leur partie supérieure par un conducteur en cuivre ayant la forme d'un V renversé.

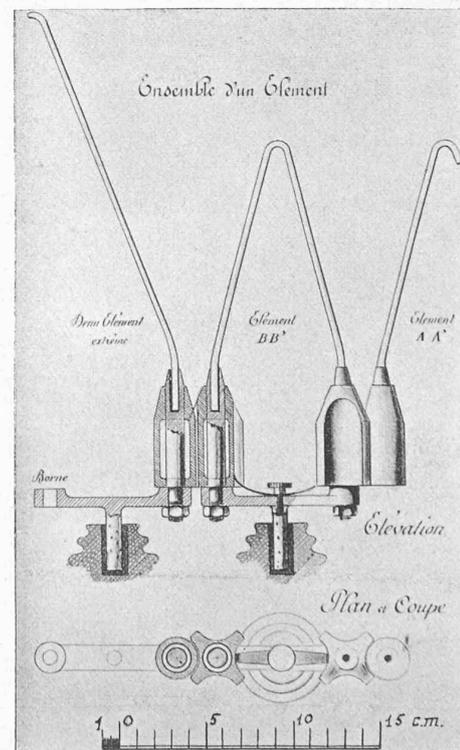


Fig. 1. — Détails de construction.

Mais deux éléments AA' BB' ne sont pas identiques ; chaque pièce A ou A' est un cylindre circulaire droit raccordé à sa partie supérieure avec un cône de même axe, et dans chaque pièce B et B' il a été pratiqué quatre en-

tailles cylindriques dont les concavités peuvent être amenées à volonté en regard des pièces voisines A ou A'. A cet effet toutes les pièces A, A', B et B' sont mobiles autour de leur axe vertical, les concavités des pièces B et B' embrassant les cylindres A et A'. L'espace annulaire ou intervalle déflagrateur entre deux pièces consécutives étant très petit et généralement réglé à une fraction de millimètre.

Le nombre des éléments ainsi constitués varie avec le voltage des organes à protéger.

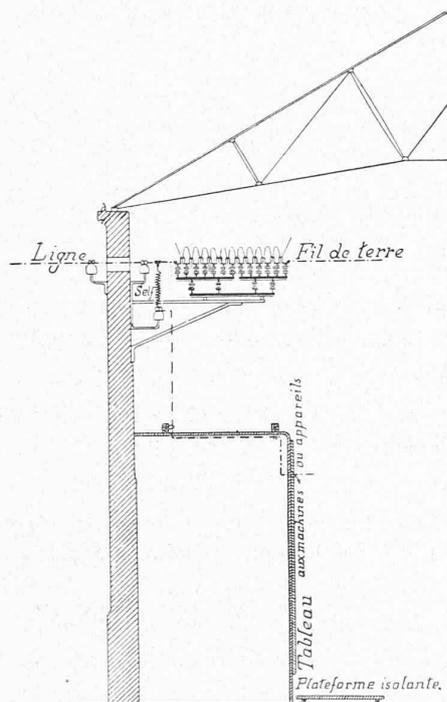


Fig. 2. — Montage du parafoudre dans une usine électrique.
Courant alternatif à 15000 volts.

A chaque extrémité de l'appareil, dont l'ensemble est représenté par les fig. 2 et 3, est placé un demi-élément surmonté d'une tige de cuivre s'écartant du centre de l'appareil. Ces tiges forment les cornes extrêmes du parafoudre.

Chaque élément ou demi-élément du modèle représenté par la figure est scellé sur un isolateur à cannelures en porcelaine de Saxe. Les pièces BB' sont maintenues par un ressort à deux branches fixé sur le support.

Pour les tensions dépassant 5000 volts on double l'isolement par l'emploi d'un deuxième étage d'isolateurs superposés aux premiers.

Chacun des demi-éléments extrêmes porte une borne dont l'une est reliée à la terre, soit directement, soit au travers d'un rhéostat quelconque, et dont l'autre communique, d'une part avec le fil de ligne, d'autre part avec le tableau de distribution ou les organes à protéger. Mais entre ces derniers et le parafoudre on a soin d'intercaler toujours une bobine de self-induction. Celle-ci oppose un obstacle pratiquement insurmontable aux décharges at-

mosphériques dont la fréquence est toujours élevée, tandis que le courant des dynamos, à fréquence relativement faible, traverse la bobine sans difficulté et sans chute de tension appréciable.

Fonctionnement.

Voici maintenant comment l'appareil satisfait aux divers desiderata exprimés plus haut :

a/ Aucune discontinuité, aucun arrêt n'est possible, car tous les organes qui le composent sont absolument fixes.

b/ En temps normal le parafoudre n'absorbe aucune parcelle de l'énergie électrique utilisable car il est réglé de telle manière que le courant des machines ne puisse franchir la distance explosive entre les surfaces métalliques formant l'intervalle déflagrateur.

c/ L'arc électrique amorcé par les décharges étant divisé de manière à réduire à volonté la tension régnant entre chaque paire d'éléments, et les pièces métalliques en présence ayant les dimensions voulues, l'élévation de température aux points où se produisent les arcs ne peut compromettre la bonne conservation de l'appareil.

En outre le principe de la division de l'arc permet de le rompre avec une grande facilité. On n'a donc plus à introduire aucune résistance nuisible dans le circuit de

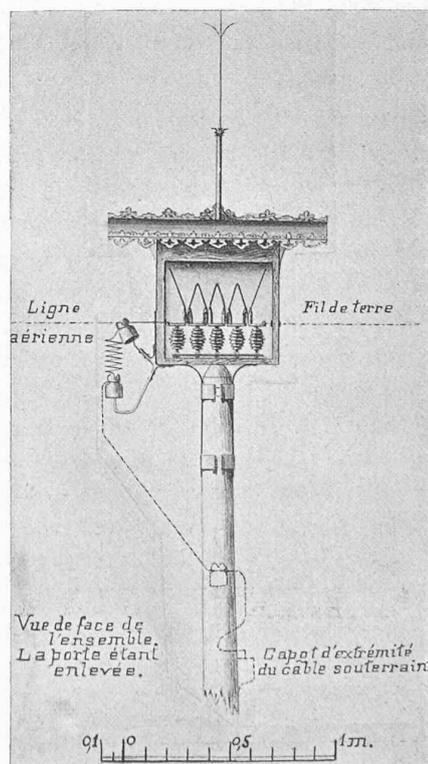


Fig. 3. — Jonction d'un câble souterrain et d'une ligne aérienne.
Modèle 3600 volts.

terre, et quel que soit le nombre des conducteurs d'un réseau, il suffit d'établir une seule mise à la terre. L'économie d'installation qui en résulte est loin d'être négligeable.

d/ L'appareil est construit de telle manière que la foudre n'ait à subir aucun changement de direction soit à l'entrée soit à la sortie de l'appareil.

e/ Enfin le rôle essentiel du parafoudre étant de détruire le court-circuit en éteignant immédiatement les arcs amorcés par la foudre, les inventeurs ont étudié le soufflage avec le plus grand soin.

A cet égard la construction de l'appareil repose sur les deux principes suivants :

1. Lorsqu'un arc jaillit entre deux surfaces métalliques de substance appropriée et très voisine l'une de l'autre sous une différence de potentiel ne dépassant pas une certaine valeur, il tend à s'éteindre spontanément aussitôt qu'il a pris naissance.

Cet effet a reçu en anglais la désignation « d'anti-arcing », mot intraduisible en français mais correspondant approximativement à « action d'étouffement de l'arc ».

L'extinction de l'arc s'explique comme suit :

La chaleur produite par l'arc se dissipe par suite de la conductibilité calorifique des masses métalliques en présence et la température s'abaisse au-dessous du point nécessaire au maintien de la combustion des gaz dégagés sous l'effet de l'arc.

En choisissant convenablement les métaux entre lesquels on forme l'espace déflagratoire, on obtient des produits de combustion mauvais conducteurs de l'électricité, ce qui favorise beaucoup la rupture rapide de l'arc.

2. Lorsqu'un arc jaillit entre deux surfaces métalliques à peu près verticales, la chaleur dégagée donne naissance à un courant d'air chaud ascendant entre les deux parois.

Si l'on a soin de profiler les pièces métalliques (fig. 1) de manière à ce qu'elles s'écartent graduellement l'une de l'autre dans leur partie supérieure, l'arc formé entre elles s'accroît au fur et à mesure de son ascension jusqu'au moment où, devenu trop long pour subsister, il se coupe de lui-même.

Son mouvement ascensionnel peut d'ailleurs être favorisé en disposant les bornes du parafoudre de façon à utiliser l'effet électro-dynamique des divers éléments de courants les uns sur les autres.

Entretien et montage.

L'ensemble est d'un montage extrêmement facile. Comme l'indique notre figure 2, il est disposé pour être fixé contre la paroi des usines à protéger par de simples scellements dans la maçonnerie. Il peut aussi, comme l'indique la figure 3, être fixé au sommet des poteaux des lignes aériennes dans des boîtes étanches spécialement aménagées.

L'entretien se borne au nettoyage des surfaces métalliques dont la distance aura été réglée une fois pour toutes.

En cas d'usure des pièces métalliques il suffit de les faire tourner autour de leur axe, de manière à opposer l'une à l'autre des portions de surfaces intactes. L'usure qui provient des arcs est d'ailleurs tout à fait minime et souvent inappréciable, même après plusieurs années de service.

Conclusion.

En résumé et à la suite de nombreux essais auxquels le parafoudre a été soumis, nous pouvons affirmer qu'il est absolument efficace pour la protection des appareils à courants alternatifs à haute tension en vue desquels il a été étudié.

Quelle que soit la durée et la violence d'un orage, son fonctionnement n'est jamais compromis, même par les décharges les plus fréquentes.

Il n'absorbe aucune fraction de l'énergie disponible des appareils à protéger.

Il offre une section suffisante au passage des décharges les plus fortes.

Le trajet de la décharge au travers de l'appareil est une ligne droite.

L'arc ne peut se maintenir et court-circuiter la ligne pendant un temps appréciable, car il est coupé automatiquement, même si sa tension est très élevée. Les cornes divergentes font disparaître très rapidement les arcs qui n'auraient pas été entièrement éteints dans la partie inférieure des intervalles déflagratoires.

Le parafoudre ne possède aucun organe délicat. La construction en est d'une simplicité et d'une facilité extrêmes.

Tout en offrant à l'exploitant une sécurité à peu près absolue, cet appareil est peu coûteux et très facile à installer et à entretenir.

Il est peu encombrant et disposé de telle manière que dans une usine électrique on puisse aisément en placer un nombre quelconque, à proximité les uns des autres et dans le prolongement rectiligne des fils aboutissant à l'usine.

La rupture rapide des arcs étant certaine, il n'y a plus aucune raison d'intercaler des résistances dans les circuits de terre ni de créer une terre spéciale pour chacun des pôles à protéger. Il en résulte une économie importante.

Nous espérons que l'adoption de cet appareil mettra définitivement à l'abri des funestes effets des décharges atmosphériques le matériel et le personnel des installations électriques.

G. BONNET,

ancien élève de l'Ecole Polytechnique (Paris).