Zeitschrift: Bulletin de l'Association suisse des électriciens
Herausgeber: Association suisse des électriciens
Band: 59 (1968)
Heft: 24

Artikel: 25 années de Monte San Salvatore
Autor: Prinz, H. / Wiesinger, J.
DOI: https://doi.org/10.5169/seals-1057434

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: 22.08.2025

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

BULLETIN

DE L'ASSOCIATION SUISSE DES ELECTRICIENS

Organe commun de l'Association Suisse des Electriciens (ASE)
et de l'Union des Centrales Suisses d'électricité (UCS)

25 années de Monte San Salvatore

Par *H. Prinz* et *J. Wiesinger*, Munich

Dédié à Monsieur K. Berger, professeur, Dr ès sc. techn., Dr-Ing. h. c., à l'occasion de son 70e anniversaire

551.594.221:061.6(494.52)

(Traduction)

25 années se sont écoulées, depuis que les premiers éclairs ont pu être captés par une tour de mesure au Monte San Salvatore, au bord du lac de Lugano, dans le but d'étudier la foudre, ce phénomène grandiose, mais extrêmement dangereux pour les êtres humains, les bâtiments et les installations électriques. Durant un quart de siècle, le professeur *K. Berger* a su aménager au Monte San Salvatore la plus importante et la plus réputée des stations de mesure de la foudre, grâce à un labeur incessant et à des idées révolutionnaires. Les connaissances ainsi acquises par des centaines d'analyses d'éclairs sont devenues des bases indispensables pour la technique de protection contre la foudre, auxquelles se réfèrent les ingénieurs et les météorologues du monde entier.

Monsieur *K. Berger* peut fêter cette année ses 70 ans et ses 25 années d'activité dans sa station de mesure de la foudre. Cette double célébration est une occasion de rappeler les circonstances qui conduisirent à la création de cet unique laboratoire d'étude de la foudre, de montrer les méthodes de travail et de décrire quelques-unes des connaissances obtenues ainsi sur ce phénomène naturel.

L'étude scientifique de la foudre débuta vers 1920, parce qu'on avait constaté que la foudre endommageait gravement les lignes aériennes à haute tension, par des surtensions de brève durée. Afin de trouver des moyens de protection efficaces, il fallait mesurer la variation de ces impulsions de tension. Avec l'oscillographe cathodique mis au point pour l'enregistrement de phénomènes rapides, M. *K. Berger* procéda à des mesures de surtensions à diverses lignes à haute tension en Suisse [1 à 9] [1]). Ces relevés oscillographiques, obtenus dans des conditions très difficiles, de 1928 à 1937, montrèrent toutefois que les ondes à front raide provoquées par la foudre et qui ne pouvaient être enregistrées qu'à plusieurs kilomètres du point d'impact, ne permettaient pas d'en tirer des conclusions satisfaisantes sur la source de perturbation, c'est-à-dire sur le courant de foudre; d'autre part, on s'était rendu compte qu'une protection efficace des lignes et installations électriques, surtout à proximité immédiate de l'impact, n'était possible que si le courant de foudre, qui constitue une source d'énergie très particulière, était connu sous ses multiples formes. Pour comprendre les effets de la foudre et pour pouvoir s'en protéger efficacement, il fallait par conséquent mesurer le courant à l'endroit d'impact et établir, pour cela, une station de mesure à un emplacement où l'on pouvait s'attendre avec certitude à un grand nombre de coups de foudre.

La Commission de l'ASE et de l'UCS pour l'étude des questions relatives à la haute tension (FKH) choisit, sur proposition de M. *K. Berger*, le Monte San Salvatore à l'altitude de 912 m, dans le canton du Tessin, où les orages sont fréquents, et décida d'y construire une tour paratonnerre de 70 m de hauteur. Cet emplacement s'avéra extrêmement judicieux. La tour élevée attirait un nombre suffisant d'éclairs, sans être toutefois exposée au point qu'il n'en résulte que des éclairs ascendants, car on y obtient également un nombre suffisant d'éclairs descendants, comme cela se produit en plaine.

La station de mesure de la foudre fut mise en service par M. *K. Berger* en été 1942 et, durant la période d'orages de l'année suivante, on put déjà enregistrer 7 coups de foudre, dont l'un à décharge multiple. Les appareils de mesure, raccordés à un shunt pour forte intensité et logés dans une cage de Faraday, permirent de noter la polarité des courants de foudre, la valeur de crête, la charge, ainsi que la variation — pour autant que cela était possible avec un oscillographe à boucles.

Durant les années suivantes, l'étude de la foudre au Monte San Salvatore dépassa la simple recherche de la protection des lignes aériennes et des installations, conçue en Suisse en 1926, et s'étendit peu à peu à l'ensemble du phénomène de la foudre, non seulement à la mesure des caractéristiques du courant de foudre, mais aussi à l'établissement et à la constitution du canal de la foudre. Ayant très tôt constaté la diversité de forme des courants de foudre et qu'il fallait des centaines de mesures pour en tirer des conclusions sûres, la station du Monte San Salvatore fut continuellement perfectionnée durant ces 25 années. Pour enregistrer d'une façon plus précise la variation du courant de foudre, on a utilisé des oscillographes cathodiques spécialement prévus dans ce but, grâce aux travaux de développement de M. *K. Berger* [10 à12]. Des appareils de photographie et des caméras ser-

[1]) Voir bibliographie à la fin de l'article.

vent en outre à enregistrer l'évolution du canal de la foudre, lors des impacts sur la tour. Depuis 1951, des prises de vues panoramiques ont permis de localiser les endroits d'impacts dans la contrée avoisinante et d'apporter la preuve que les nids d'éclairs n'existent pas. En 1950, une seconde tour de mesure a été construite sur le piton de San Carlo, car la première tour devait être remplacée, au printemps de 1958, par une tour d'émission de télévision, sur laquelle on a maintenant placé un paratonnerre, avec shunt de mesure.

Grâce aux multiples équipements de mesure, constamment adaptés à l'état de la technique, de nombreuses centaines de coups de foudre ont pu être analysés, de sorte qu'on dispose actuellement d'un aperçu nettement plus ample et plus précis du phénomème de la foudre, que cela n'aurait été possible par des mesures à des lignes aériennes [13 à 22]. Les résultats de cette remarquable étude de la foudre sont précieux, non seulement pour la sécurité des installations électriques, mais aussi pour servir de base à tout genre de protection de bâtiments ou de personnes.

Les nombreuses publications détaillées des résultats de ces recherches donnent un excellent aperçu de la décharge de la foudre. C'est ainsi que l'on a pu analyser quatre types d'éclairs, d'après les mesures du courant de foudre et les enregistrements photographiques:

D'une part les éclairs ascendants, positifs et négatifs, qui sont liés à des objets exposés, tels que tours élevées, et pour lesquels le cheminement conducteur qui prépare le canal de la foudre s'établit entre l'objet mis à la terre et le nuage. D'autre part les éclairs descendants, positifs et négatifs, qui se présentent exclusivement en plaine; pour ces deux types, le cheminement conducteur se déplace du nuage vers le sol, où il atteint généralement une décharge de rencontre. Alors que les éclairs descendants positifs présentent presque toujours une longue queue continue à la suite d'un courant de choc, il se produit des courants de choc multiples dans le cas le plus fréquent des éclairs descendants négatifs, les chocs successifs atteignant des raideurs de courant extrêmement grandes — on a mesuré jusqu'à 80 kA/µs. Les mesures les plus récentes de la variation du champ électrique ont pour but d'étudier plus en détail la phase qui suit immédiatement l'impact.

L'étude de la foudre au Monte San Salvatore avait initialement pour but de déterminer les surtensions provoquées par des coups de foudre dans des installations et des réseaux électriques et de pouvoir éventuellement les reproduire dans des laboratoires d'essais à haute tension. Les calculateurs électroniques modernes permettent maintenant de déterminer les surtensions qui peuvent se produire dans des configurations d'installations compliquées, en se basant sur les données relatives aux courants de foudre, obtenues au Monte San Salvatore. Cela a permis de constater des tensions de choc nettement plus raides que celles utilisées normalement pour les essais et pour la coordination de l'isolement, surtout quand il s'agit de décharges multiples. C'est maintenant à la technique de la haute tension de tirer profit de ces nouvelles connaissances, dans le but de rendre les installations de distribution d'énergie électrique encore plus sûres et plus économiques.

Pour terminer, il convient de noter que les remarquables travaux scientifiques de M. *K. Berger* ont été dûment appréciés internationalement, ce qui s'est exprimé notamment par les honneurs qui lui ont été conférés. En 1963, M. K. *Berger* a reçu de l'Ecole Polytechnique de Munich le grade d'ingénieur-docteur honoris causa et, le mois passé, la médaille Louis E. Levy du Franklin Institute de Philadelphie.

Ainsi, grâce à l'œuvre d'un homme qui s'est consacré à dompter le feu du ciel, un vieux rêve de l'humanité a été réalisé, dont la possibilité avait été montrée, il y a plus de 200 ans, par *Benjamin Franklin* et ses expériences fantaisistes.

Bibliographie

[1] *K. Berger:* Die ersten Beobachtungen des Verlaufes von durch Gewitter verursachten Spannungen in Mittelspannungsnetzen mittels des Kathodenstrahl-Oszillographen des SEV. Zweiter Bericht des Ausschusses für die Arbeiten mit dem Kathodenstrahl-Oszillographen. Bull. ASE 20(1929), p. 321...338.

[2] *K. Berger:* Überspannungen in elektrischen Anlagen, erläutert an Hand von Untersuchungen mit dem Kathodenstrahl-Oszillographen. Bull. ASE 21(1930), p. 77...109.

[3] *K. Berger:* Les phénomènes de surtension par temps d'orage dans les réseaux aériens. Etat actuel de leur étude en Suisse. Bull. ASE 22(1931), p. 421...436.

[4] *K. Berger:* Ergebnisse der Gewittermessungen im Jahre 1931. Bull. ASE 23(1932), p. 289...302.

[5] *K. Berger:* Die Gewittermessungen der Jahre 1932 und 1933 in der Schweiz. Bull. ASE 25(1934), p. 213...229.

[6] *K. Berger:* Fortschritte in der Erkenntnis des Blitzes und im Überspannungsschutz elektrischer Anlagen. Bull. ASE 35(1934), p. 641...652.

[7] *K. Berger:* Résultats des mesures effectuées au cours des orages de 1934/35. Bull. ASE 27(1936), p. 145...163.

[8] *K. Berger:* Zum Stand der Gewitterforschung. Bull. ASE 34(1943), p. 269...275.

[9] *K. Berger:* Gewittermessungen der Jahre 1936 und 1937. Bull. ASE 34(1943), p. 353...365.

[10] *K. Berger:* Über die Weiterentwicklung des Kathodenstrahl-Oszillographen von Dufour zur Ermöglichung der Aufnahme von Gewittererscheinungen sowie anderer Vorgänge kürzester Dauer. Bull. ASE 19(1928), p. 292...301.

[11] *K. Berger:* Der Kathodenstrahl-Oszillograph als Registrierinstrument, speziell für raschverlaufende Vorgänge. Bull. ASE 19(1928), p. 688...694.

[12] *K. Berger:* Ein neuer Doppel-Kathodenstrahl-Oszillograph (DKO). Bull. ASE 31(1940), p. 113...119.

[13] *K. Berger:* Die Blitzmeßstation auf dem Monte San Salvatore. Bull. ASE 34(1943), p. 803...805.

[14] *K. Berger:* Recherches suisses sur la foudre. Mesures effectuées au Monte San Salvatore, près de Lugano. Bull ASE 37(1946), p. 319...326.

[15] *K. Berger:* Neuere Resultate der Blitzforschung in der Schweiz. Bull. ASE 38(1947), p. 813...823.

[16] *K. Berger:* Die Messeinrichtungen für die Blitzforschung auf dem Monte San Salvatore. Bull. ASE 46(1955), p. 193...201.

[17] *K. Berger:* Resultate der Blitzmessungen der Jahre 1947...1954 auf dem Monte San Salvatore. Bull. ASE 46(1955), p. 405...424.

[18] *K. Berger:* Gewitterforschung auf dem Monte San Salvatore. ETZ-A 82(1961), p. 249...260.

[19] *K. Berger:* Front duration and current steepness of lightning strokes to the Earth. In: Gas discharges and the electricity supply industry. Proceedings of the International Conference held at the Central Electricity Research Laboratories, Leatherhead, Surrey, England, 7th...11th May, 1962, London, Butterworth, 1962, p. 63...73.

[20] *K. Berger* et *E. Vogelsanger:* Messungen und Resultate der Blitzforschung der Jahre 1955...1963 auf dem Monte San Salvatore. Bull. ASE 56(1965), p. 2...22.

[21] *K. Berger* et *E. Vogelsanger:* Photographische Blitzuntersuchungen der Jahre 1955...1965 auf dem Monte San Salvatore. Bull ASE 57(1966), p. 599...620.

[22] *K. Berger:* Novel observations on lightning discharges: Results of research on Mount San Salvatore. Journal of the Franklin Institute 283(1967), p. 478...525.

Adresses des auteurs:

H. Prinz, professeur, ingénieur-docteur, directeur de l'Institut de la technique de la haute tension et des installations, et *J. Wiesinger,* ingénieur-docteur, ingénieur en chef de cet Institut, Ecole Polytechnique de Munich, Arcisstrasse 21, D–8 Munich 2.