

Zeitschrift: Bulletin des Schweizerischen Elektrotechnischen Vereins

Herausgeber: Schweizerischer Elektrotechnischer Verein ; Verband Schweizerischer Elektrizitätswerke

Band: 30 (1939)

Heft: 1

Artikel: La foudre et les installations électriques intérieures

Autor: Morel, Ch.

DOI: <https://doi.org/10.5169/seals-1060792>

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: 16.01.2026

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

Zusammenfassend darf festgestellt werden, dass die Frage, auf was es bei der Elektrisierung an Kondensatoren im Gebiet mittlerer Reizstärke an-

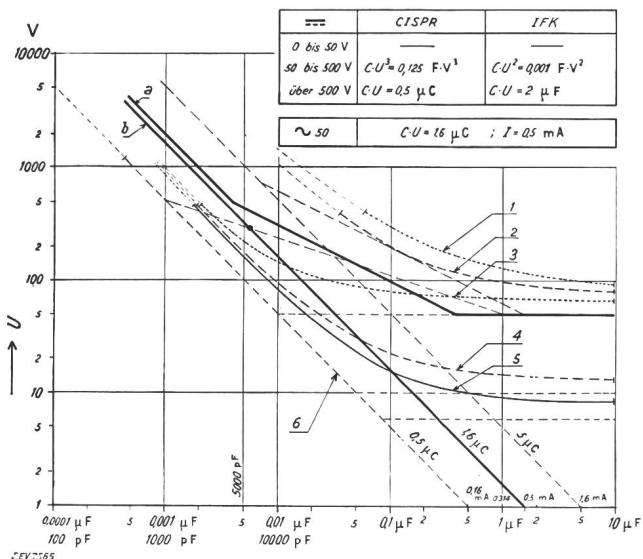


Fig. 3.

Grenze der Berührungsspannung in Funktion der Kondensatorgroesse.

- a Vorschlag Carstensen für Gleichstrom.
- b Vorschlag Carstensen für Wechselstrom von 50 Hz.
- Mittlere Kurven gleichen Gefühls:
- 1 Tippeln, Schmerzgrenze.
- 2 Schalten, Schmerzgrenze.
- 3 Tippeln, Schwelwert.
- 4 Schalten, Schwelwert.
- 5 Grossflächige Berührung, Schwelwert.
- 6 Schwelwert für ~ 50 .

kommt, weitgehend abgeklärt ist. Das Weber-Fechnersche Gesetz beschreibt die Zusammenhänge.

Von den Versuchen zur Formulierung von Zulässigkeitsgrenzen durch Approximation ist insbesondere der von Carstensen ausgearbeitete und von Seiten Dänemarks der IFK eingereichte Vorschlag sachgemäß und akzeptabel.

Literatur.

Benutzte Arbeiten.

EKZ (Wüger), Beitrag zur Kenntnis der Vorgänge beim Stromdurchgang durch den menschlichen Körper. Bull. SEV 1929, Nr. 13.

G. Tompson, Electr. World Bd. 101 (1933), Nr. 24, S. 793.

R. Vieweg. Einige Versuche über Schreckwirkungen beim Durchgang kleiner Wechselströme durch den menschlichen Körper. (Mitteilg. aus der Physikal.-Techn. Reichsanstalt.) Elektrizitätswirtschaft, Bd. 2 (1933), S. 311.

H. Freiberger. Der elektrische Widerstand des menschlichen Körpers gegen technischen Gleich- und Wechselstrom. Springer, Berlin 1934.

Otto Stauss, Die Wirkung von Kondensatorentladungen auf den menschlichen Körper. Elektrizitätswirtschaft 1935, 34, H. 23, S. 508.

Knud Carstensen, IFK (Ru) DK 107/37, Zulässige Kapazität von berührbaren Kondensatoren. 25. Mai 1937.

Reichsverband der Elektrizitäts-Versorgung. Dr. Dennhard. 27. Jan. 1938. (110 V, 220 V.)

CEI, 12 (Pays-Bas) 108, So. JB. Jan. 1938. Rapport sur les recherches concernant la sensibilité de l'homme aux chocs de courant.

Knud Carstensen, IFK (Stör) DK 104/38, 18. Mai 1938, Zulässige Grösse von Berührungskondensatoren.

La foudre et les installations électriques intérieures.

Conférence donnée lors de la Journée de conférences de l'ASE du 9 juillet 1938 à Fribourg

par Ch. Morel, Secrétaire général de l'ASE et de l'UCS, Zurich,

et discussion.

551.594.2 : 621.316.93

L'auteur donne un aperçu des dommages causés en Suisse par la foudre. Il décrit en particulier comment les décharges pénètrent dans les bâtiments par les installations électriques, et montre quelles mesures de protection il est indiqué de prendre.

Der Autor gibt eine Uebersicht über die Schäden, die durch Blitzschlag in der Schweiz angerichtet wurden. Er beschreibt dabei insbesondere, wie der Blitz über das elektrische Leitungsnetz in ein Gebäude eindringen kann, und zeigt daran, welche Schutzmassnahmen ergriffen werden müssen.

Il y a 4 ans, à Aarau, vous avez entendu un exposé sur la foudre et les dommages qu'elle cause en particulier aux bâtiments. Depuis cette époque, le secrétariat général a poursuivi ses enquêtes et investigations et, grâce à l'amabilité de plusieurs instituts cantonaux d'assurance, nous avons pu examiner sur place maint cas intéressant. Cela nous a permis de rassembler une très riche documentation, dont nous voulons tirer aujourd'hui quelques considérations au sujet des installations électriques intérieures.

Quelques chiffres tirés de la statistique que nous poursuivons depuis plusieurs années aideront à situer le problème.

De 1925 à 1936, soit pendant 12 années, la foudre a touché, directement ou indirectement, dans les 18 cantons englobés par notre enquête 6301 bâtiments d'une valeur totale de fr. 363 044 340.—, causant pour fr. 5 049 305.— de dommages, mobili-

lier non compris. (A ce propos, l'électricité, l'incendiaire par excellence au dire de certains, n'a provoqué durant la même période, que pour 3 millions de francs de dommages prouvés. On lui a en outre mis sur le dos 3 autres millions dans des cas où on la presume seulement.) De ces bâtiments, la moitié environ (3122) n'ont été atteints qu'indirectement par des décharges d'origine atmosphérique. Les indemnités versées se sont élevées à fr. 542 860.—, soit $\frac{1}{9}$ environ des indemnités totales. (Pour être complet, il faudrait ajouter à ce chiffre les dommages causés aux installations électriques lors de décharges directes, ainsi que tous ceux qui ne donnent lieu à aucune indemnité, fusibles, lampes, etc. Cependant il est très difficile d'estimer ce montant.) Le dommage relatif s'élève à 2,6 % de la valeur assurée pour les bâtiments non protégés, et à 2,5 % pour les bâtiments protégés. La présence d'un paratonnerre semble donc ne pas influencer sensible-

ment le dommage relatif de cette catégorie. Cela tient probablement à ce que les surtensions parviennent dans le bâtiment par les lignes aériennes, indépendamment du mode de protection ou de son absence.

Les installations électriques intérieures peuvent entrer en cause

- A) lors de décharges directes frappant le bâtiment,
- B) lors de surtensions prenant naissance dans le réseau aérien.

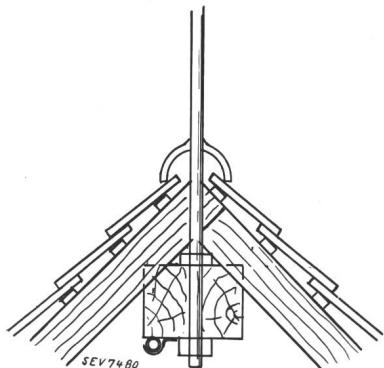


Fig. 1.
Tube Bergmann sur
la poutre faitière,
tout près de la tige
du paratonnerre.

Quand la foudre touche un bâtiment, elle se rend au sol par le chemin qui lui offre la moindre résistance. Dans un bâtiment sans paratonnerre, elle emprunte par conséquent très souvent l'installation électrique, dont un fil est presque toujours le neutre mis à la terre. Dans un bâtiment muni de paratonnerre, la foudre pénètre rarement dans l'installation intérieure. Si malgré le paratonnerre il se produit des dégâts, généralement quelques fusibles et lampes sautés, cela est dû à un phénomène d'induction presqu'inévitable. Souvent il arrive que les distances entre paratonnerre et installation électrique

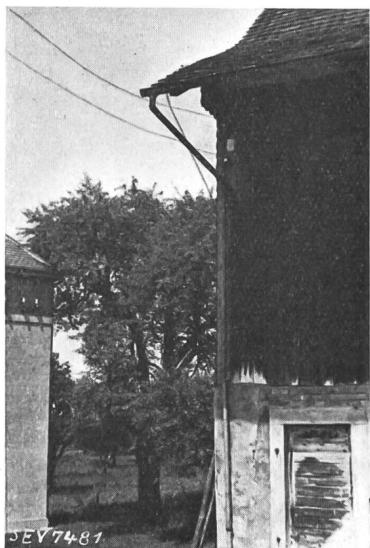


Fig. 2.
Fils du raccordement
aérien passant par
une boucle du para-
tonnerre.

sont trop faibles; dans ces cas on peut s'attendre à des passages de courant dans l'installation. En voici quelques exemples:

1° Les tiges du paratonnerre sont fixées à la poutre faitière sur laquelle court une ligne sous tube Bergmann. La distance entre l'écrou de fixation de la tige et le tube Bergmann n'est que de quelque

cm, de sorte que la décharge peut sans autre passer de l'un à l'autre (fig. 1).

2° L'introduction de la ligne électrique se trouve à côté de la descente du paratonnerre ou bien les fils passent même par une boucle du paratonnerre (fig. 2).

3° Le potelet d'introduction est relié à la conduite faitière du paratonnerre, sans être mis à la terre directement. La foudre tombe, la décharge pénètre en partie dans le bâtiment et la maison flambe; dommage fr. 33 240.— (Uffikon 1935).

M. Berger a déjà expliqué à Aarau que la foudre peut atteindre directement les lignes aériennes ou y provoquer des surtensions par induction. Nous distinguerons ici entre

- a) coups de foudre sur les lignes (poteaux ou conducteurs),
- b) décharges sur bâtiments ou arbres avec passage direct dans les lignes, et
- c) surtensions indirectes par décharge dans le voisinage ou de nature statique.

Les décharges directes sur les lignes exercent en général les effets les plus destructifs. A part les poteaux déchiquetés et les fils fondus, elles causent des

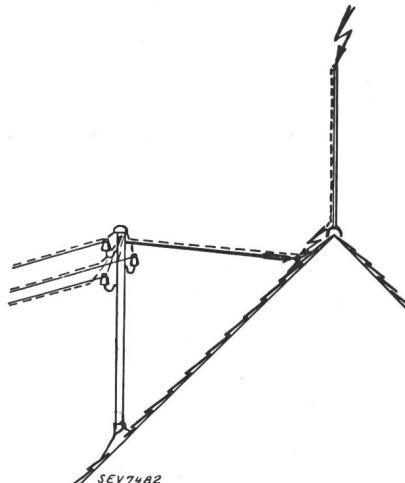


Fig. 3.
Partie de la décharge
sautant du paraton-
nerre sur l'amarre
du potelet et de là
dans le réseau.

dégâts importants dans les installations intérieures et aux bâtiments.

Lorsque la foudre tombe sur un bâtiment, très souvent une partie de la décharge se répand dans le réseau par la ligne d'aménée (fig. 3). La foudre peut aussi frapper un arbre et sauter de celui-ci sur la ligne aérienne (voir p. ex. Bull. ASE 1933, No. 10, p. 214, fig. 18 et 21).

Dans la plus grande partie des cas il s'agit de surtensions dont on ne peut retrouver l'origine; ce sont des décharges indirectes, dont les effets sont généralement peu importants. Ces décharges se manifestent surtout aux extrémités de longues lignes aériennes. En général, seuls les fusibles principaux et quelques lampes sont détruits dans ces cas.

Finalement, il faut mentionner encore les antennes de TSF dont le rôle a déjà été décrit d'une façon détaillée dans le Bulletin (1933, No. 10, et 1934, No. 24).

On peut distinguer entre suites directes et suites indirectes. Par les suites directes on entend tous les dégâts provoqués directement par la foudre: fusi-

bles sautés, fondus, vitrifiés, tubes Bergmann éventrés, fils volatilisés, lampes brûlées, plafonds et murs noircis, commencements d'incendies et dégâts au bâtiment (fig. 4, 5, 6 et 7).

Le secondes, les suites indirectes, sont moins fréquentes mais d'autant plus perfides, car elles ne se

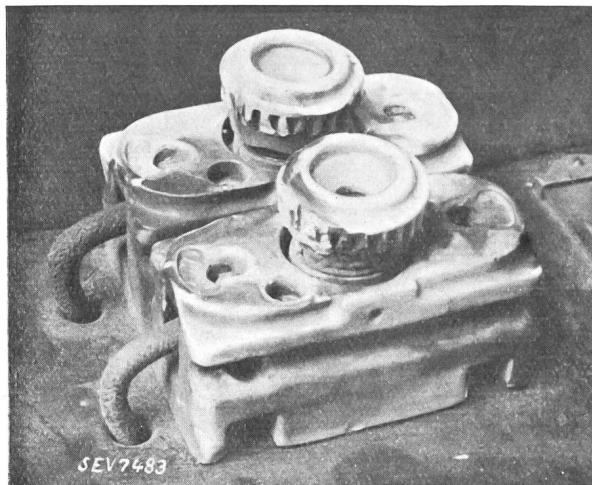


Fig. 4.

Coupe-circuit endommagé par une décharge directe.

manifestent souvent qu'après plusieurs heures ou même plusieurs jours. Ce sont surtout des défauts d'isolement dans les conduites. S'ils se produisent avant les coupe-circuit principaux, le courant de fuite ou de court-circuit n'est généralement pas assez fort pour fondre les fusibles au départ de la ligne. Cependant, l'arc à l'endroit du défaut, amorcé

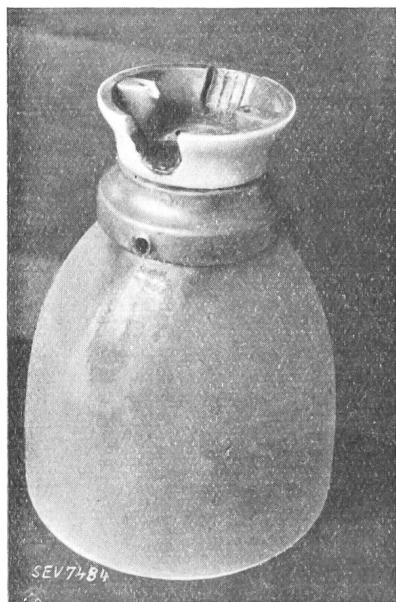


Fig. 5.

Lampe, dont la cloche de verre dépolie présente une brûlure particulièrement intéressante.

par la décharge et alimenté par le courant d'exploitation, peut déclencher un incendie (fig. 8). Le défaut peut aussi se produire dans un moteur qui chauffera et grillera seulement lorsqu'on voudra le faire marcher. Finalement il ne faut pas oublier les dangers qui peuvent résulter de ces défauts d'isolement pour les personnes.

Ce bref exposé ne serait pas complet sans une indication des moyens qui permettent de prévenir ces dommages dans la plupart des cas. Sur le bâtiment, il faut avant tout une installation de paratonnerre correcte qui offre à la décharge le chemin à la terre le moins résistant. On la distancera autant

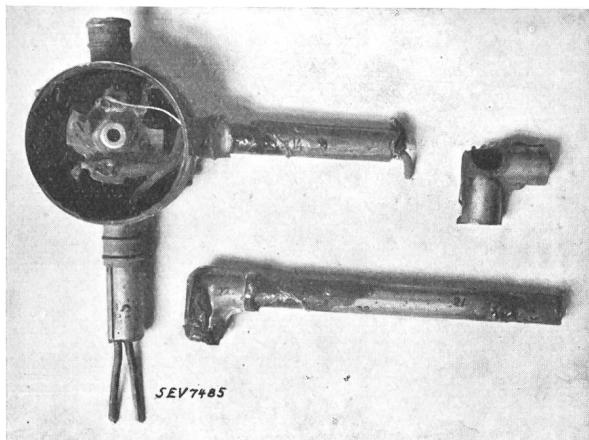
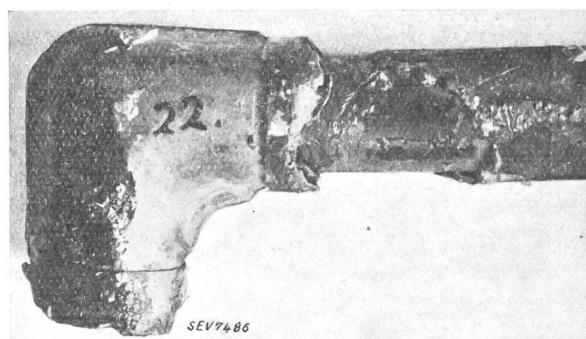


Fig. 6.

Tube Bergmann, boîte de dérivation et coude endommagés. Les brûlures se trouvent toutes dans les coudes et aux raccords.

que possible des installations électriques et voudra un soin tout particulier à la terre dont la résistance de passage sera au moins aussi faible que celle des installations électriques (conduite d'eau!). D'autre part, on disposera correctement l'introduction de la ligne aérienne dans le bâtiment: distance suffisante, non seulement des organes du paratonnerre, mais aussi des masses métalliques naturelles, en particulier des chêneaux. Pour éviter les surtensions rentrant par les lignes aériennes, un moyen efficace consiste à remplacer les deux ou trois dernières portées du raccordement aérien par un câble souterrain.

Fig. 7.
Détail de fig. 6.

rain. En effet, grâce à sa capacité, le câble atténue considérablement l'onde de surtension. Mais, malgré le phénomène connu du retard à la disruption, l'isolement relativement faible des câbles à basse tension peut claquer lorsque la sollicitation est par trop forte. En outre, la mise en câble renchérit sensiblement le raccordement.

Au lieu de câbles, on peut prévoir des parafoudres à basse tension. La difficulté était de construire des appareils pouvant absorber correctement les très fortes surtensions sans que leur prix soit exagéré. Or la technique moderne a maintenant résolu le problème. Ces parafoudres à basse tension sont en vente sur le marché à des conditions raisonnables.



Fig. 8.

Défaut dans un tube d'acier posé entre l'introduction et les coupe-circuit principaux. Le trou provient de l'arc amorçé par la surtension et entretenu par le courant d'exploitation.

Quant à l'efficacité de ces deux moyens, il est très difficile de se prononcer d'une manière absolue. En effet, les statistiques accessibles ne mentionnent que les cas qui ont donné lieu à des indemnités, car, à de rares exceptions près, les assureurs n'ont pas connaissances des cas où des dégâts ont été évités.

Il serait donc très utile que les exploitations de réseaux aériens recueillent toutes les données susceptibles de fixer l'efficacité de ces moyens de protection. Nous saurons gré à chacun qui voudra bien nous communiquer ses expériences ou nous décrire exactement les cas qui parviendront à sa connaissance.

Diskussion.

Der Vorsitzende verdankt das interessante Referat bestens. Herr Morel hat gezeigt, was der Blitz für ein unkontrollierbarer Geselle ist.

Herr Dr. A. Roth, Sprecher & Schuh A.-G., Aarau: Die Frage der Schutzwirkung der Niederspannungsableiter gegen Blitzschläge ist sehr aktuell. Die Erfahrungen scheinen zu zeigen, dass ein richtig gebauter und richtig installierter Ueberspannungsableiter mit Sicherheit die elektrischen Anlagen gegen Blitzschläge schützt. Grosse Erfahrung auf diesem Gebiet haben die Betriebsleiter von Ueberlandnetzen. Es wäre sehr erwünscht, wenn diese ihre Ansichten mitteilen würden.

M. Ch. Degoumois, S. A. Brown, Boveri & Cie, Baden: Dans son très intéressant rapport, M. Morel indique que pour établir correctement une installation de paratonnerre, il faut choisir le passage à la terre qui offre à la décharge le chemin le moins résistant. On entend généralement par cette expression une prise de terre dont la résistance dite de passage présente une très petite valeur ohmique. Cette condition est certainement nécessaire, mais elle n'est pas suffisante pour l'écoulement rapide des décharges à haute fréquence. A une onde de tension incidente, le conducteur de terre oppose tout d'abord son impédance d'onde et ce n'est qu'après un temps fini que la valeur d'impédance passe à la valeur statique de la résistance de passage. Il y a donc

avantage à choisir ou à établir des prises de terre ayant une faible impédance d'onde. On accorde actuellement une grande importance à cette question dans certains pays et si je me suis permis de vous la signaler c'est parce que ces considérations s'appliquent non seulement aux terres de paratonnerres, mais encore aux terres de parafoudres et en général à toutes les terres de protection.

Herr Dr. A. Roth, Sprecher & Schuh A.-G., Aarau, ist der Ansicht, dass der Ueberspannungsleiter in Niederspannungsanlagen am Gebäude anzubringen sei, in welchem Falle seine Erdung mit derjenigen der Gebäudeblitzschutzsanlage zusammengehängt werden sollte. Wenn nun die Gebäudeblitzschutzerdung mit der Personenschutzerdung der Hausinstallation bereits zusammengelegt ist (z. B. nach den Leitsätzen des SEV über Gebäudeblitzschutz an einer im Boden ausserhalb des Gebäudes verlaufenden Wasserleitung), so wäre zu überlegen, was für Folgen der Zusammenschluss aller dieser drei Erdungen haben kann. Herr Dr. Roth ist der Ansicht, dass ein solches Zusammenschliessen aller Erdungen vom Standpunkte des Blitzschutzes aus das allein richtige sei, weil dann bei einer normal vor sich gehenden Blitzentladung über den Niederspannungsableiter das Potential aller Anlagen des Gebäudes gleichzeitig gegen Erde gehoben werde. Dagegen ist er nicht im klaren über die Folgen, die dann entstehen können, wenn die Ueberschlagselektroden des Ableiters zusammenschmelzen sollten — was zwar bis heute nicht beobachtet, aber bei Versagen des Ableiters doch nicht unmöglich ist — und dann ein Strom von Betriebsfrequenz dauernd fliessen würde. Er regt daher an, diese Frage zu prüfen.

Herr Dr. K. Berger, Forschungskommission des SEV und VSE für Hochspannungsfragen, Zürich: Wo Wasserleitungen vorhanden sind, findet man auch einen kleinen Erdungswiderstand. In diesem Falle ist es üblich, die Gebäudeblitzschutzsanlage ebenso wie die Erdung der Hausinstallation an die Wasserleitung zu erden. In diesem Falle ist die wünschbare gemeinsame Erdung für Hausinstallation und Gebäudeblitzschutz vorhanden. Schwieriger ist der Fall, wo keine Wasserleitung vorhanden ist. Hier wird im allgemeinen für den Gebäudeblitzschutz nicht dieselbe Erdung verwendet wie für die eventuelle Erdung einer Hausinstallation, und dieser letztere Fall scheint einer weiteren Abklärung zu bedürfen.

Der Vorsitzende unterstreicht die Wichtigkeit dieser Fragen besonders für offene Berggebiete und empfiehlt dem Starkstrominspektorat, das Studium der einschlägigen Probleme an die Hand zu nehmen.

Rapporteur¹⁾: Les directives de l'ASE pour la protection des bâtiments contre la foudre nous semblent déjà tenir compte des remarques, soit de M. Roth, soit de M. Degoumois. En effet, on y recommande de relier dans le sol toutes les terres d'un bâtiment entre elles et avec une conduite d'eau s'il s'en trouve dans le voisinage (art. 3). D'autre part, pour ce qui concerne les terres de paratonnerres, nous partageons entièrement l'avis de M. Degoumois. Depuis plusieurs années, nous préconisons l'emploi de terres ramifiées, l'expérience ayant montré qu'elles sont préférables aux terres concentrées. C'est d'ailleurs la raison pour laquelle les directives recommandent en premier lieu le raccordement à une canalisation d'eau s'il y en a une, sinon la pose d'un ruban ou fil de cuivre s'écartant du bâtiment. Les directives ne prescrivent en outre aucune valeur maximum pour la «résistance de passage» des prises de terre, car l'expérience également a prouvé que la valeur ohmique n'est pas déterminante pour l'écoulement correcte d'une décharge dans le sol. La seule condition que l'on peut poser aux terres de paratonnerres est d'exiger d'elles qu'elles soient les meilleures du bâtiment en question, si toutes les terres ne sont pas réunies dans le sol, afin d'éviter que la décharge pénètre dans le bâtiment en se dirigeant vers ces autres terres.

¹⁾ Contribution remise après coup.