

**Zeitschrift:** Bulletin de l'Association suisse des électriciens  
**Herausgeber:** Association suisse des électriciens  
**Band:** 32 (1941)  
**Heft:** 14

**Rubrik:** Communications ASE

### **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:** 14.01.2026

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

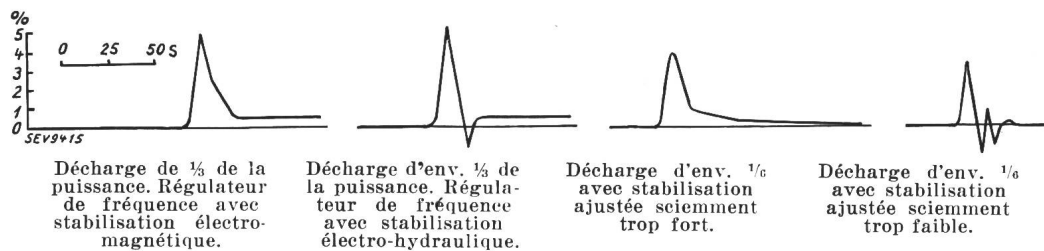


Fig. 12a.  
Tachygrammes

(variation du nombre de tours en % de la vitesse nominale)  
relevés avec un tachygraphe, système Dr. Horn, sur une turbine de la centrale de Felsenau du Service Electrique de la Ville de Berne. Turbine Francis double horizontale avec réglage automatique du distributeur  
 $H = 12,5$  à  $14,3$  m  $P = 1700$  à  $1950$  kW  $Q = 16$  m<sup>3</sup>/s  $n = 214$  t/min

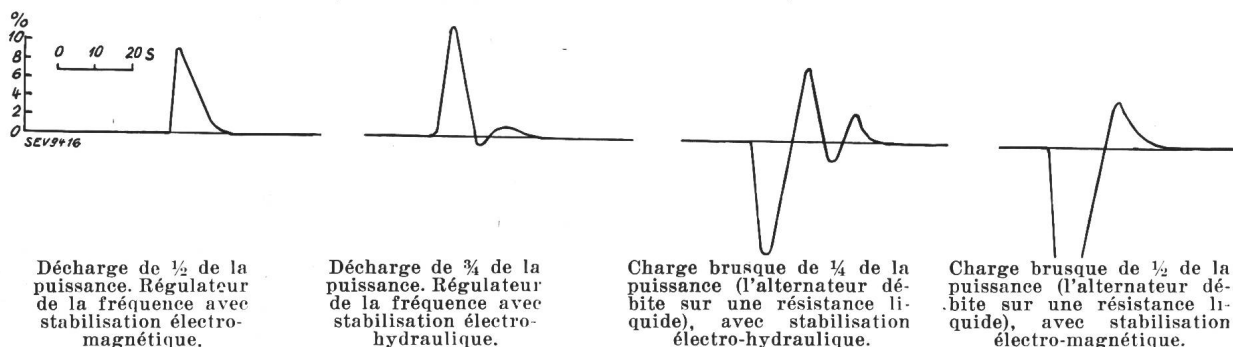


Fig. 12b.  
Tachygrammes

(variation du nombre de tours en % de la vitesse nominale)  
relevés sur une turbine de la centrale de Dietikon du Service Electrique du Canton de Zurich.  
Turbine Kaplan avec réglage du distributeur et de l'hélice  
 $H = 3,75$  à  $4,2$  m  $P = 1250$  kW  $Q = 34,5$  à  $40$  m<sup>3</sup>/s  $n = 93,8$  t/min

dant deux dimanches, on procéda à de nombreux essais de charge et de décharge, consistant en des déclenchements du réseau, suivis immédiatement de charge sur résistance liquide et inversement (fig. 12b).

Les résultats furent bons, malgré les conditions défavorables. Il fut possible, ici aussi, de donner à la variation du nombre de tours une allure favorable grâce à l'ajustage facile du mécanisme de stabilisation.

Au cours d'essais pratiques d'exploitation, le régulateur électrique de fréquence type Oerlikon-Escher Wyss a prouvé qu'il est une solution remarquable de la commande électrique des organes de réglage des machines primaires. Ce qui intéresse tout spécialement l'exploitant, est la facilité stupéfiante d'adaptation aux caractéristiques des turbines; comme toutes les pièces importantes sont d'un accès commode et que la construction est simple, la mise en service est facile, et n'importe quelle turbine peut être amenée très rapidement à une marche stable sous temps de réglage minimum.

## 9° Données techniques et avantages.

- 1° Insensibilité de réglage minimum, inférieure à 0,03 %.
- 2° Temps de réglage minimum et très grande stabilité grâce à un mécanisme d'asservissement et d'amortissement nouveaux.
- 3° Statisme réglable à volonté entre 0 et 6 %.
- 4° Le régulateur est à même de fonctionner jusqu'à des tensions d'environ 10 % de la tension normale.
- 5° Fermeture automatique de la turbine jusqu'à la vitesse de marche à vide dès que le système de mesure n'est plus sous tension.
- 6° Adaptation automatique des forces d'asservissement et d'amortissement au couple développé par le système de mesure.
- 7° Mécanisme d'avertissement et d'amortissement indépendant de la commande à huile sous pression, resp. de la température ambiante.
- 8° Consommation faible du système de mesure, env. 70 VA.
- 9° Erreurs dues à l'échauffement et à la température pratiquement négligeables.
- 10° Le système de mesure est indépendant de la tension.
- 11° Le système de mesure est indépendant de la forme de la sinusoïde de la tension.
- 12° Construction simple du réglage fréquence-puissance.
- 13° Montage facile sur d'autres machines primaires, par exemple sur les turbines à vapeur.

## Hochfrequenztechnik und Radiowesen — Haute fréquence et radiocommunications

Messungen an Dipolen im Dezimeterwellengebiet.  
(Nach P. Lange, Telefunken-Mitteilungen Bd. 21, Mai 1940, Nr. 83, S. 72.) 621.396.67.029.6

Für viele Zwecke ist die Kenntnis des Widerstandes eines im Strombauch erregten horizontalen Dipols wichtig, und zwar in Abhängigkeit von seinen Abmessungen und seiner Entfernung vom leitenden Boden. Die Theorie solcher Dipole im freien Raum oder mit reflektierender, unendlich ausgedehnter Ebene ist bekannt. Es wird dabei angenommen, dass der Dipol unendlich dünn sei. Die Anwendung von

Dezimeterwellen gestattet, die Theorie durch Versuche im kleinen Maßstab nachzuprüfen.

Die Widerstandsmessungen werden mit einer Lecherleitung durchgeführt, die auf der einen Seite mit dem unbekannten Widerstand  $\Re$  abgeschlossen und auf der Gegenseite mit einem Meßsender erregt wird. Dann wird nach der Telegraphengleichung

$$\frac{\Re}{Z} = \frac{n(1 + \operatorname{tg}^2 \alpha x)}{n^2 + \operatorname{tg}^2 \alpha x} + j \cdot \frac{(1 - n^2) \operatorname{tg}^2 \alpha x}{n^2 + \operatorname{tg}^2 \alpha x}$$

wo  $Z$  den Wellenwiderstand der Lecherleitung bedeutet und  $\alpha = 2\pi/\lambda$  gesetzt ist;  $n$  ist das Verhältnis der maximalen zur minimalen Amplitude der auf der Lecherleitung sich ausbildenden stehenden Welle;  $x$  bedeutet den Abstand des ersten Spannungsminimums vom Leitungsende bzw. vom Abschlusswiderstand  $\Re$ .

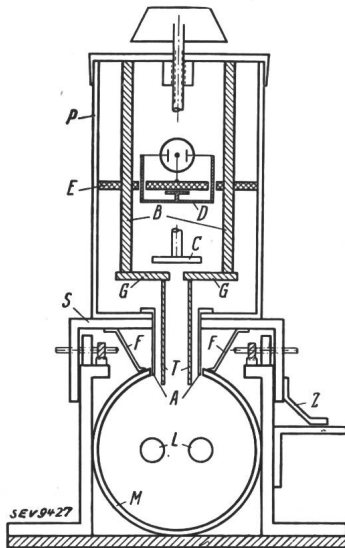


Fig. 1.  
Das Tastorgan mit Messleitung im Schnitt.

Als Sender wurde ein Vierschlitzmagnetron verwendet. Die Lecherleitung musste abgeschirmt und äusserst stabil gebaut werden. Zur Erläuterung der Konstruktion dient die Querschnittszeichnung Fig. 1. Die eigentliche Messleitung besteht aus zwei 10 mm dicken und 1 m langen Messingstangen, die einen Mittelpunktsabstand von 20 mm besitzen, die Abschirmung aus einem an der Oberseite geschlitzten Messingrohr von 66 mm Innendurchmesser, das in einer stabilen Winkelkonstruktion gelagert ist. Die Messleitung wird nahe den Enden durch eingeschraubte Trolitulstützen fest gelagert. Die störende Kapazität der Trolitulstütze, die eine zur Leitung parallel liegende Kapazität darstellt, wurde auf folgende Weise bestimmt (Fig. 2): In einem Punkte A vor

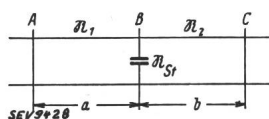


Fig. 2.  
Bestimmung der Stützenkapazität.

der Stütze, die sich 5,5 cm vor dem Leiterende befand, wird der Leiter kurzgeschlossen. B bedeutet den Ort der Stütze und C die Lage des ersten Spannungsminimums. Die Widerstände der in der Figur mit  $a$  und  $b$  bezeichneten Leiterstücke seien  $\Re_1$  und  $\Re_2$ . Dann ist

$$\Re_1 = j \cdot Z \cdot \operatorname{tg}(\alpha a) \quad \Re_2 = j \cdot Z \cdot \operatorname{tg}(\alpha b)$$

Bei B liegen die Widerstände  $\Re_1$  und  $\Re_2$  sowie der Stützenwiderstand  $\Re_{st}$  parallel. Da das Leiterstück A—C einen auf die Senderfrequenz abgestimmten Schwingkreis darstellt, gilt

$$\frac{1}{\Re_1} + \frac{1}{\Re_2} + \frac{1}{\Re_{st}} = 0$$

Aus mehreren Messungen ergab sich daraus  $\Re_{st} = -j \cdot 305$  Ohm.

Der Wellenwiderstand der als verlustlos angenommenen Lecherleitung,  $z = \sqrt{\frac{LH/m}{CF/m}}$ , berechnet sich aus den geometrischen Abmessungen nach folgender Formel

$$Z = 276 \cdot \log \left[ \frac{a}{d} \frac{D^2 - (a^2 - d^2)}{D^2 + (a^2 - d^2)} + \sqrt{\left( \frac{a}{d} \right)^2 \cdot \left( \frac{D^2 - (a^2 - d^2)}{D^2 + (a^2 - d^2)} \right)^2 - 1} \right]$$

wo  $a$  den Mittelpunktsabstand der Leitungen,  $d$  den Drahtdurchmesser und  $D$  den Innendurchmesser des Rohres bedeuten. Mit den oben angegebenen Werten erhält man  $Z = 138,3$  Ohm. Nach einer andern Methode ergab sich  $Z = 139,5$  Ohm. Man kann deshalb rund 140 Ohm annehmen.

Zur Messung der Spannungsverteilung längs der Leitung dient ein spezielles Tastorgan, das auf einem mit der erwähnten Winkelkonstruktion fest verbundenen Schlitten verschiebbar angeordnet ist. Auf der Fig. 1 ist das Tastorgan im Querschnitt mitgezeichnet. Es besteht im Prinzip aus einem schwach gedämpften Schwingkreis mit hohem Eingangswiderstand. Der  $\frac{\lambda}{4}$ -Schwingkreis wird von T, G, B und der Kurzschlussplatte E gebildet. Die Fühler T bewirken die im übrigen sehr lose Koppelung an die Lecherleitung. Als Indikator dient die Diode D, die mit dem Schwingkreis

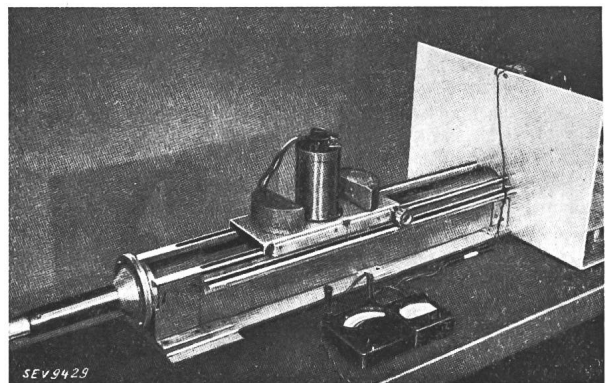


Fig. 3.  
Messleitung.

durch eine in der Figur ebenfalls gezeichnete Koppelschleife verbunden ist. C ist der Abstimmkondensator des  $\lambda/4$ -Kreises. Wegen der linearen Charakteristik kann der Diodenstrom direkt als Mass der Hochfrequenzspannung benutzt werden. Eine Gesamtansicht der Apparatur mit dem Tastorgan zeigt Fig. 3. Die halbkreisförmigen Klötze sind lediglich Gewichte zur Beschwerung des Schlittens, der das Tastorgan trägt. Links ist das Abschirmrohr der Speiseleitung für den Dipol mit Flansch sichtbar. Hinter der Platte rechts steht der Sender. Zur Prüfung der Messleitung wird diese am Ende kurzgeschlossen. Bei genauer Ausführung müssen dann die Spannungsamplituden alle gleich hoch liegen, was auch der Fall ist, wie Fig. 4 zeigt.

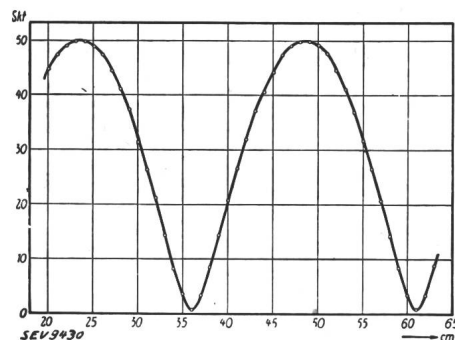


Fig. 4.  
Spannungsverteilung auf der unbeschwerten Messleitung.

Für genaues Arbeiten ist es erforderlich, die zu untersuchenden Dipole von der Messleitung abzuschirmen. Würde man nun den Dipol direkt an die Lecherleitung anschliessen, so könnte man, da der Dipol ja einen gewissen Abstand von der gleichzeitig als reflektierende Ebene dienenden Abschirmung haben muss, nicht mehr im Strombauch erregen; es wird deshalb zwischen Dipol und Messleitung eine Speiseleitung eingeschaltet, deren Länge ein Vielfaches von  $\frac{\lambda}{2}$  be-

tragen muss, damit am Ende der Messleitung wieder der gleiche Widerstand erscheint. Der durch die Streuung an der Stoßstelle auftretende Blindwiderstand wird in gleicher Weise wie vorher der Blindwiderstand der Trolitulstützen bestimmt.

Die Speiseleitung wird ebenfalls durch zwei Stützen so gehalten, dass sich ihre Einflüsse gegenseitig kompensieren. Die entsprechende Stellung der Stützen kann mit Hilfe einer graphischen Methode gefunden werden. Einen Querschnitt

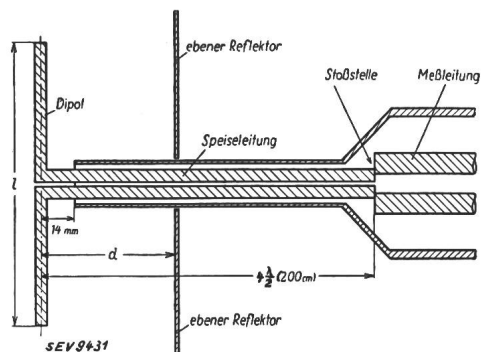


Fig. 5.

Schematische Darstellung des Dipols vor dem ebenen Reflektor.

durch die Speiseleitung zeigt Fig. 5. Der richtige Abstand der Abschirmung der Speiseleitung vom Dipol wurde bestimmt, indem an Stelle des Dipols ein Carbowiderstand eingesetzt wurde. Das Abschirmrohr wird dann soweit vom Dipol zurückgezogen, als der gemessene Realteil des Widerstandes noch konstant blieb.

Die Resultate für ebenen Reflektor sind in Fig. 6 und Fig. 7 dargestellt. Fig. 6 zeigt die Wirk- und Blindkompo-

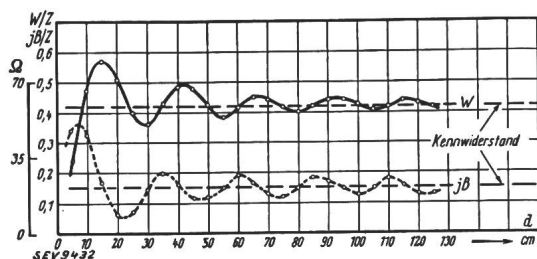


Fig. 6.

Widerstand in Abhängigkeit vom Abstand (ebener Reflektor)  $l = 25 \text{ cm} (\lambda/2)$ .

nente des Widerstandes eines Dipols, dessen Länge (25 cm) genau der halben Wellenlänge entsprach, in Abhängigkeit des Abstandes vom Reflektor. Die Widerstände nähern sich mit wachsendem Abstand einem Grenzwert, vom Verfasser Kernwiderstand genannt. Fig. 7 zeigt ähnliche Kurven für verschiedene Dipollängen, aber mit derselben Wellenlänge von 50 cm gemessen; man ersieht daraus, dass die Resonanzlänge des Dipols (Blindkomponente = 0) etwas kürzer ist als die halbe Wellenlänge. Die Erscheinung ist theoretisch von Ruprecht für Strahler im freien Raum ebenfalls gefunden worden.

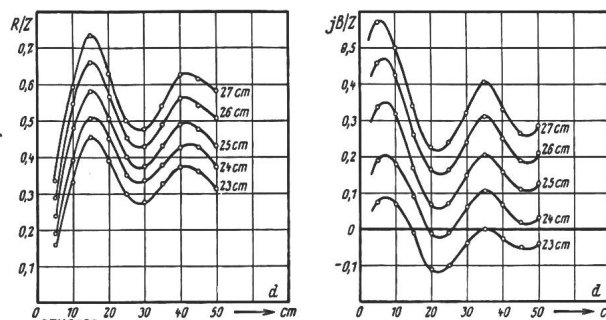


Fig. 7.

Widerstand in Abhängigkeit vom Abstand (ebener Reflektor bei verschiedenen Dipollängen).

Weitere Messungen wurden sowohl an zylindrischen als auch an Rotationsparabolspiegeln durchgeführt. Sie ergaben die eigentümliche Tatsache, dass der Widerstand von der Öffnung der Spiegel fast gar nicht, dagegen das Strahlungsdiagramm sehr stark davon abhängt. Umgekehrt wird das Strahlungsdiagramm sehr wenig von Abstand und Länge des Dipols beeinflusst. Man kann demnach den Widerstand eines Strahlers bei Beibehaltung des Strahlungsdiagramms in gewissem Bereich verändern, was praktisch wertvoll ist.

Der Wert der vorliegenden Untersuchungen liegt in der Möglichkeit, die Speiseleitungen an die Dipole anzupassen, wozu die Dipolwiderstände bekannt sein müssen. Drückt man alle Längen als relative Längen  $\frac{\text{Dipollänge}}{\text{Wellenlänge}}$  aus, so sind die Resultate für alle Wellenlängen zu gebrauchen. Hdg.

## Wirtschaftliche Mitteilungen. — Communications de nature économique.

### Prescriptions No. 537

#### concernant les prix de l'énergie électrique.

Se fondant sur l'ordonnance 1 du département fédéral de l'économie publique du 2 septembre 1939, et sur l'ordonnance n° 7 du 1<sup>er</sup> mai 1941, concernant le coût de la vie et les mesures destinées à protéger le marché; d'entente avec la section de l'électricité de l'Office de guerre pour l'industrie et le travail; avec l'approbation du secrétariat général du département précité, le service fédéral du contrôle des prix statue ce qui suit.

#### A. Questions de principe.

##### 1<sup>o</sup> Contrats de livraison avec les consommateurs d'énergie électrique (derniers consommateurs).

a) Toute augmentation des prix fixés dans les contrats conclus avec les consommateurs d'énergie électrique (derniers consommateurs) ou dans les tarifs au-delà de leur niveau du 31 août 1939, est interdite sans une autorisation écrite du service fédéral du contrôle des prix.

b) Le renouvellement de contrats échus depuis le 1<sup>er</sup> septembre 1939, conclus avec les consommateurs d'énergie électrique (derniers consommateurs) n'est possible que sur la base des prix convenus ou effectivement payés avant cette date. Toute augmentation est assujettie à une autorisation écrite du service fédéral du contrôle des prix.

c) Les contrats conclus après le 1<sup>er</sup> septembre 1939 avec les consommateurs d'énergie électrique (derniers consomma-

teurs) et tous contrats futurs doivent également être établis sur la base des prix en vigueur avant le 31 août 1939.

d) L'application de clauses de parité (sur la base des prix des charbons, de l'huile brute, etc.) est également soumise à chaque cas et sous réserve des dispositions du chiffre 3 ci-dessous à une autorisation du service fédéral du contrôle des prix.

##### 2<sup>o</sup> Contrats de livraison entre usines ou entre producteurs et revendeurs.

a) Les contrats conclus entre usines ou avec des revendeurs ne sont pas assujettis à une autorisation. Lors de la conclusion de ces contrats, on s'efforcera à réaliser, à des prix équitables, une distribution uniforme de l'énergie électrique en tenant compte de la situation et des usages établis et en considération des exigences de la situation économique générale. De nouvelles prescriptions de l'Office de guerre pour l'industrie et le travail relatives à la distribution de l'énergie électrique demeurent réservées.

b) Le service fédéral du contrôle des prix se réserve — le cas échéant à la demande d'une partie intéressée — notamment dans des cas isolés, d'assujettir également les contrats de ce genre à une autorisation obligatoire.

#### B. Contrats d'approvisionnement de chaudières électriques.

3<sup>o</sup> L'application des clauses de parité dans les contrats d'approvisionnement de chaudières électriques (sans livraison obligatoire de l'usine) est permise sans une autorisation spéciale, à la condition que les prix évoluent dans les limites suivantes:

(Suite à la page 328)



## Extrait des rapports de gestion des centrales suisses d'électricité.

(Ces aperçus sont publiés en groupes de quatre au fur et à mesure de la parution des rapports de gestion et ne sont pas destinés à des comparaisons.)

On peut s'abonner à des tirages à part de cette page.

		St.-Gallisch-Appenzellische Kraftwerke A.-G., St. Gallen		Elektrizitätswerk der Stadt Aarau, Aarau		Städtische Werke Baden		Elektrizitätswerk Grenchen	
		1939/40	1938/39	1940	1939	1940	1939	1940	1939
1. Production d'énergie . . . kWh		46 306 200	49 514 950	69 265 900	60 940 150	30 283 200	27 797 300	—	—
2. Achat d'énergie . . . kWh		54 799 460	49 557 487	32 700	174 350	3 969 800	2 776 100	6 952 770	6 490 919
3. Energie distribuée . . . kWh		101 105 660	99 072 437	69 298 600	61 114 500	28 931 366	26 135 110	6 119 770	5 841 828
4. Par rapp. à l'ex. préc. . . %		+ 2,052	+ 7,537	+ 13,0	+ 16,9	+ 10,70	+ 11,42	+ 4,76	— 4,7
5. Dont énergie à prix de déchet . . . kWh		—	—	/	?	2 506 100	2 399 600	0	0
11. Charge maximum . . . kW		26 000	23 500	11 500	10 800	6 930	6 100	2 030	1 777
12. Puissance installée totale . . kW		179 844	169 048	72 734	66 533	43 851	40 269	11 552	11 044
13. Lampes . . . . . {	nombre	327 225	324 878	133 950	130 496	72 374	71 428	42 819	42 598
	kW	9 382	9 317	5 398	5 217	4 260	4 217	2 089	2 081
14. Cuisinières . . . . . {	nombre	2 970	2 794	2 925	2 559	80	74	285	275
	kW	15 371	14 323	17 203	14 805	569	544	1 755	1 701
15. Chauffe-eau . . . . . {	nombre	2 906	2 785	3 055	2 837	1 734	1 704	1 589	1 561
	kW	2 571	2 402	10 462	9 213	2 620	2 572	992	962
16. Moteurs industriels . . . {	nombre	8 357	7 932	6 855	6 379	5 014	4 849	1 899	1 747
	kW	15 851	14 993	14 240	13 749	22 816	22 266	3 649	3 508
21. Nombre d'abonnements . . .		?	?	19 834	19 393	4 269	4 245	6 105	6 093
22. Recette moyenne par kWh cts.		6,255	6,172	3,40	3,46	5,37	5,53	9,2	9,7
<i>Du bilan:</i>									
31. Capital social . . . . . fr.		8 500 000	8 500 000	—	—	—	—	—	—
32. Emprunts à terme . . . »		6 800 000	6 800 000	—	—	—	—	—	—
33. Fortune coopérative . . . »		—	—	—	—	—	—	—	—
34. Capital de dotation . . . »		—	—	4 063 000	4 063 000	2 791 000 <sup>3)</sup>	3 125 000 <sup>3)</sup>	865 000	880 000
35. Valeur comptable des inst. »		13 763 627	14 512 002	7 433 155	7 870 188	2 986 002	3 290 002	761 770	792 190
36. Portefeuille et participat. »		16 160 093	14 238 378	3 965 000	3 690 000	—	—	—	—
37. Fonds de renouvellement »		6 602 788	6 312 045	?	?	364 000	?	77 804	?
<i>Du compte profits et pertes:</i>									
41. Recettes d'exploitation . . fr.		5 861 444	5 721 995	2 398 590	2 117 560	1 553 987	1 445 940	678 583	666 806
42. Revenu du portefeuille et des participations . . . »		647 047	573 124	?	?	—	—	—	—
43. Autres recettes . . . . . »		—	—	28 379	32 084	67 915	68 760	10 485	4 627
44. Intérêts débiteurs . . . . . »		/	/	210 849	204 913	120 390	119 112	33 650	34 287
45. Charges fiscales . . . . . »		638 211	347 477	108 320	107 241	34 343	34 343	—	—
46. Frais d'administration . . . »		/	/	278 446	281 657	141 062	140 531	100 241	101 052
47. Frais d'exploitation . . . »		/	/	399 605	326 409	429 244	387 620	109 317	92 245
48. Achats d'énergie . . . . . »		/	/	?	?	226 254	175 351	364 934	334 671
49. Amortissements et réserves »		/	/	1 100 000	880 000	488 874	420 488	30 420	36 540
50. Dividende . . . . . »		510 000	510 000	—	—	—	—	—	—
51. En % . . . . . %		6	6	—	—	—	—	—	—
52. Versements aux caisses publiques . . . . . fr.		104 797	101 651	340 000	380 000	216 000	166 000	50 000	62 500
53. Fermages . . . . . »		—	—	—	—	—	—	—	—
<i>Investissements et amortissements:</i>									
61. Investissements jusqu'à fin de l'exercice . . . . . fr.		41 150 000	41 055 000	17 253 527	16 433 688	9 960 952	9 859 385	1 151 630	1 151 630
62. Amortissements jusqu'à fin de l'exercice . . . . . »		27 386 000 <sup>2)</sup>	26 543 000	9 413 500	8 563 500	6 974 952	6 569 384	389 859	359 439
63. Valeur comptable . . . . . »		13 764 000	14 512 000	7 433 155	7 870 188	2 986 001	3 290 001	761 771	792 190
64. Soit en % des investissements . . . . .		33,448	35 348	55,8	47,9	29,95	33,37	66	69

<sup>1)</sup> se rapporte seulement aux réseaux secondaires des services directement.

<sup>2)</sup> fonds d'amortissement de fr. 7 886 346.—.

<sup>3)</sup> prêts à long terme d'une Société d'assurance et d'une banque.

Prix effectivement payés ou prix calculés sur la part de la clause paritaire contractuelle en août 1939 par kWh	Prix maximums jusqu'à la limite duquel les clauses paritaires contractuelles peuvent être appliquées sans autorisation spéciale par kWh
jusqu'à 0,8 ct.	1,6 ct.
0,8 jusqu'à 1,0 ct.	1,7 ct.
1,0 jusqu'à 1,2 ct.	1,8 ct.
plus de 1,2 ct.	50 % en supplément sur le prix d'avant-guerre, au maximum 2,5 ct.

4° Les dispositions précitées concernant les contrats d'approvisionnement de chaudières électriques entrent en vigueur avec effet rétroactif dès le 1<sup>er</sup> avril 1941.

#### C. Demandes d'autorisation.

5° Pour ce qui est des augmentations de prix intervenues jusqu'ici sans approbation du service fédéral du contrôle des prix, l'autorisation devra être demandée jusqu'au 31 août 1941 au plus tard.

6° Les demandes en question doivent être remises au dit service par écrit (demandes en quadruples exemplaires si possible) et étayées de toutes les pièces justificatives originales.

7° Dans le sens des présentes prescriptions, les demandes qui ont déjà été soumises au service fédéral du contrôle des prix sont réputées pendantes. Dans de pareils cas, une nouvelle demande n'est point nécessaire.

#### D. Dispositions pénales.

8° Quiconque contrevient aux présentes prescriptions est passible des sanctions prévues aux articles 3 à 6 de l'arrêté du Conseil fédéral, du 1<sup>er</sup> septembre 1939, concernant le coût de la vie et les mesures destinées à protéger le marché.

9° De plus, le service fédéral du contrôle des prix renvoie les intéressés à l'arrêté du Conseil fédéral du 1<sup>er</sup> septembre 1939, portant création de commissions pénales du département fédéral de l'économie publique et expressément à l'ordonnance n° 5 de ce même département, du 14 novembre 1940, concernant le coût de la vie et les mesures destinées à protéger le marché, statuant que les sanctions pénales prévues s'appliquent non seulement au vendeur, mais aussi à l'acheteur et au débiteur de la prestation tarifée.

10° Les présentes prescriptions entrent en vigueur le 1<sup>er</sup> juillet 1941.

Département fédéral de l'Economie publique:  
Le chef du Service du contrôle des prix.

### Die Befristung der Entschädigungsforderungen im Enteignungsrecht.

351.712.5

Das Enteignungsverfahren für elektrische Starkstromanlagen (ohne die elektrischen Bahnen) ist eröffnet, wenn das Enteignungsgesuch und die Enteignungsvorlagen dem Starkstrominspektorat und dem Präsidenten der zuständigen eidg. Schätzungskommission eingereicht sind. Darnach werden die Pläne den Enteigneten zur Einsicht aufgelegt, und zwar im ordentlichen Verfahren durch den Gemeinderat der Gemeinde, deren Gebiet durch die zu erstellende elektrische Anlage berührt wird, im sogenannten abgekürzten Verfahren hingegen durch den Enteigner. Die Einsprachen gegen die Enteignung und die Entschädigungsforderungen sind im ordentlichen wie im abgekürzten Verfahren dem Gemeinderat innert 30 Tagen anzumelden. Die Frist beginnt mit der ersten öffentlichen Bekanntmachung in den Amtsblättern oder (im abgekürzten Verfahren) mit der Zustellung der persönlichen Anzeige. Der Tag, an dem die Frist zu laufen beginnt, wird nicht mitgerechnet. Die Eingabefrist läuft am letzten Tage um 18 Uhr ab; sie gilt als eingehalten, wenn die schriftliche Mitteilung an diesem Tage vor 18 Uhr bei einer schweizerischen Poststelle aufgegeben worden ist. Wird diese Frist überschritten, so gelten die Entschädigungsforderungen als *verwirkt*. Nur diejenigen zu enteignenden Rechte, die sich aus der Grunderwerbstabelle ergeben oder offenkundig sind, hat der Präsident der Schätzungskommission (auch wenn sie nicht angemeldet wurden) von Amtes wegen zu berücksichtigen.

Wenn gewisse Voraussetzungen erfüllt sind, so können Entschädigungsforderungen auch *nach Ablauf der Eingabefrist*, und sogar nachdem das Schätzungsverfahren durchgeführt ist, noch geltend gemacht werden. Der Gesetzgeber hat diese Bedingungen in Art. 41 des eidg. Enteignungsgesetzes abschliessend geregelt. Darnach können Entschädigungsforderungen beim Präsidenten der Schätzungskommission nachträglich nur noch eingereicht werden,

a) wenn ein Berechtigter den Nachweis leistet, dass es ihm oder seinem Vertreter wegen unverschuldeter Hindernisse unmöglich war, die Ansprüche geltend zu machen;

b) wenn der Berechtigte beweist, dass er den Bestand eines Rechtes erst später erfahren hat oder wenn der Enteigner ein Recht entgegen den aufgelegten Plänen und Verzeichnissen beansprucht oder schmälert;

c) wenn beim Bau, nach der Erstellung oder durch den Gebrauch des Werkes eine Schädigung des Enteigneten eintritt, die zur Zeit der Planaufgabe nicht oder nicht in ihrem Umfange voraussehbar war.

Auch diese nachträglich zugelassenen Entschädigungsforderungen sind innert 30 Tagen beim Präsidenten der Schätzungskommission anzumelden. Die Frist läuft vom Tage an, wo der Forderungsberechtigte vom Bestande, von der Schädigung oder von der Beanspruchung seines Rechtes durch den Enteigner Wissen erlangt hat.

Das Bundesgericht hat auf Grund des Art. 41, Buchstabe c, des Enteignungsgesetzes folgenden Streit über die Zulassung einer *nachträglichen* Forderungseingabe entschieden (BGE 62, I, 266 ff.).

Um die Wende des 19. Jahrhunderts hatten die SBB zur Vergrösserung des Bahnhofes in St. Gallen einen Teil der Liegenschaft des F. enteignet. In den Jahren 1927/28 wurde in jener Gegend der elektrische Bahnbetrieb eingeführt. Im Frühjahr 1936 reichte der Grundeigentümer F. beim Präsidenten der zuständigen Schätzungskommission eine auf das Enteignungsrecht gestützte nachträgliche Entschädigungsforderung ein. Er begründete diese damit, dass sein Haus in einem früher nicht voraussehbaren Masse gefährdet sei durch die vom Bahnhofe ausgehenden Erschütterungen, die wegen der schweren Maschinen und der grösseren Fahrgeschwindigkeit bedeutend zugenommen hätten.

Der Präsident der Schätzungskommission erklärte hiezu, dass Art. 41, Buchstabe c, des Enteignungsgesetzes ein durchgeführtes Verfahren voraussetze, und riet dem Gesuchsteller, sich an die Bundesbahnen zu wenden, da nur diese (als Enteigner) das Verfahren vor der Schätzungskommission einleiten könnten.

Gegen diese Verfügung erhob der Grundeigentümer F. beim Bundesgericht Beschwerde und beantragte, die Schätzungskommission sei anzuweisen, das Schätzungsverfahren durchzuführen. In der Beschwerdeantwort vertrat der Präsident der Schätzungskommission die Auffassung, Art. 41, Buchstabe c, des Enteignungsgesetzes lasse nachträgliche Entschädigungsforderungen nur zu, wenn und soweit der später eingetretene Schaden die Folge der von Anfang an geplanten Betriebsweise sei; an diesem Erfordernis fehle es aber hier, da bei der früheren Enteignung noch nicht vom elektrischen Betriebe die Rede gewesen sei. Andererseits sei auch unklar, ob die Bestimmungen des Enteignungsgesetzes vom 20. Juni 1930 in diesem Falle anwendbar seien, da Art. 122, Absatz 2, dieses Bundesgesetzes deren Anwendung auf die nach dem früheren Enteignungsgesetz vom Jahre 1850 erledigten Enteignungen nicht allgemein vorschreibe, sondern nur soweit dies möglich sei.

Das Bundesgericht hat die Beschwerde aus folgenden Gründen *grundsätzlich* gutgeheissen.

Ersatzforderungen, die jemand wegen schädigender Eingriffe in das Privateigentum oder in andere dingliche Rechte gegen eine Unternehmung erhebt, die das Enteignungsrecht nach Bundesrecht besitzt, gehören zu den Ansprüchen aus *Enteignung*; sie fallen grundsätzlich in die Zuständigkeit der eidgenössischen Enteignungsbehörden (Schätzungskommission und Bundesgericht), wenn der Eingriff eine nicht oder nicht leicht vermeidbare Folge aus dem *bestimmungsgemässen Bau und Betrieb* des Werkes ist. In diesem Sinne hatte das Bundesgericht schon unter der Herrschaft des (heute ausser Kraft stehenden) Enteignungsgesetzes vom 1. Mai 1850 in ständiger Praxis entschieden. Durch das Enteignungsgesetz vom 20. Juni 1930 ist an diesem Grundsatz nichts geändert worden.

Im vorliegenden Falle ist nicht streitig, dass die vom Beschwerdeführer behaupteten Erschütterungen (wenn sie tatsächlich bestehen) eine notwendige oder doch nicht leicht vermeidbare Folge des konzessionierten Bahnbetriebes sind. Auch stützt sich die Entschädigungsforderung auf einen angeblichen Eingriff in das Privateigentum des Beschwerdeführers, nämlich in den Anspruch auf Unterlassung, der ihm nach privatem *Nachbarrecht* gegenüber solchen Störungen zustehen würde. Infolgedessen ist die geltend gemachte Entschädigungsforderung *enteignungsrechtlicher* Natur.

Der Umstand, dass vor etwa dreissig Jahren enteignet wurde, schliesst die Geltendmachung weiterer Forderungen an sich nicht aus. Schon zur Zeit des alten Enteignungsgesetzes hätte der Enteignete oder sein Rechtsnachfolger nach der Praxis des Bundesgerichtes nachträglich ein ergänzendes Schätzungsverfahren einleiten können, wenn der Bahnbetrieb später weitere, seinerzeit nicht zu erwartende Schädigungen in ihrem Privateigentum verursachte. Dieselbe Möglichkeit ist heute um so mehr gegeben, als das neue Enteignungsgesetz über die Frage der nachträglichen Forderungseingaben nicht mehr schweigt, sondern in Art. 41, Buchstabe c, eine Vorschrift enthält, die solche Fälle ohne weiteres deckt; ausserdem sieht ja Art. 66, Buchstabe b, des Enteignungsge-

setzes ausdrücklich vor, dass das Verfahren vor der Schätzungskommission auch auf Verlangen des Enteigneten zu eröffnen ist für Ansprüche und Begehren, die nicht im Hauptschätzungsverfahren erledigt wurden. Es ist nicht einzusehen, warum Art. 41, Buchstabe c, sich nur auf Schädigungen beziehen sollte, welche die von Anfang an geplante Betriebsweise mit sich bringt, nicht aber nachteilige Wirkungen aus *verändertem Betrieb* (die Botschaft des Bundesrates für das neue Enteignungsgesetz nennt als Beispiel gerade jene Schädigungen, die entstehen, wenn der Betrieb nachträglich anders gestaltet wird als bei der Planaufgabe vorausgesehen werden konnte). Auch für die *Uebergangszeit* ist aus Art. 122 des Enteignungsgesetzes nicht etwas anderes abzuleiten.

Das Bundesgericht hat diese Beschwerdesache trotz grundsätzlicher Gutheissung an den Präsidenten der Schätzungskommission zurückgewiesen, damit er noch über eine Einrede der SBB entscheide. Die SBB hatten nämlich geltend gemacht, dass der Beschwerdeführer sein Recht zur nachträglichen Eingabe einer Forderung verwirkt habe, weil er die in Art. 41, Abs. 2, des Enteignungsgesetzes vorgesehene 30tägige Frist seit Kenntnis von der Schädigung nicht gewahrt habe. Das weitere Schicksal dieser Einrede kennen wir nicht; sie ist übrigens in diesem Zusammenhang ohne Bedeutung.

Pfister.

## Miscellanea.

621.364.2 : 633.2

**Grastrocknungsanlagen in Norwegen.** In einer norwegischen Zeitung weist W. I. Pettersson in einem längeren Aufsatz darauf hin, dass das norwegische Landwirtschaftsministerium die Bereitstellung bedeutender Geldmittel zur Förderung der Wirtschaftlichkeit der künstlichen Grastrocknung beschlossen hat. Wenn man, so führt Pettersson u. a. aus, etwa 10 % der rd. 10 Mrd. kWh betragenden Elektrizitätserzeugung Norwegens für Trocknungsanlagen verwenden würde, so könnten etwa 900 Trocknungswerke mit elektrischer Energie beliefert werden, die jährlich etwa 0,3 Mill. t auf elektrischem Wege getrocknetes Gras liefern würden. — (Elektrizitätswirtschaft 1941, Nr. 16.)

**Gründung der Kraftwerk Ruppertswil A.-G.** Am 30. Juni wurde zwischen den Schweizerischen Bundesbahnen und den Nordostschweizerischen Kraftwerken die Kraftwerk Ruppertswil A.-G. mit einem Aktienkapital von 12 Millionen Fr. ge-

gründet. Als Präsident wurde alt Bundesrat Baumann, als Vizepräsident Regierungsrat Studler, Baudirektor des Kantons Aargau, und als Bauleiter Oberingenieur Krause, der den Bau des Etzelwerkes leitete, gewählt<sup>1)</sup>.

**Der längste Trolleybus der Welt in Rom.** Vor kurzem wurden in Rom Proben mit einem Trolleybus vorgenommen, der, wie behauptet wird, der längste seiner Art in der Welt sein soll. Er ist 18,50 m lang und kann über 200 Personen aufnehmen. Ein einziger Eingang befindet sich am rückwärtigen Ende des Wagens, dagegen sind zwei Ausgänge vorhanden, einer in der Mitte des Wagens und einer vorn. Beim mittleren Ausgang ist es dem Fahrgast überlassen, die Türe durch Niederdrücken eines Pedales zu öffnen, das einen elektrisch betriebenen Mechanismus auslöst. Dies ist jedoch nur dann möglich, wenn der Wagen nicht in Fahrt ist. Während der Fahrt ist der Mechanismus gesperrt.

<sup>1)</sup> Siehe Bulletin SEV 1941, Nr. 13.

## Literatur. — Bibliographie.

**Anarkali, Wege in Indien.** Von *Werner Reist*, Grindelwald. 307 S. Verlag: Rascher & Cie., Zürich. 1941. Preis Fr. 9.— geb., Fr. 7.— kart.

Wenn ein Leser unserer Zeitschrift in der glücklichen Lage ist, jetzt Ferien zu machen, dann soll er seinem Reisegepäck dieses neue, prächtige Buch unseres Mitgliedes Werner Reist, Direktor des Elektrizitätswerkes Grindelwald, beifügen. Und wer zu Hause bleiben muss, der soll es erst recht lesen: Es regt seine Phantasie an und trägt ihn von der grauen, drückenden Atmosphäre der Gegenwart hinaus in die Weiten des Märchenlandes Indien, das der Autor mit empfänglichem Gemüt und hellem Geist kreuz und quer durchzogen hat. Die Schönheiten Indiens, die Gegensätze, die das Land in ständiger Bewegung halten, alles hat diesem Weltreisenden das Herz gefüllt und er musste für uns das Buch schreiben.

389.6 : 621(494)

Nr. 2063

**Normblatt-Verzeichnis 1941** über die Normen des Vereins Schweizerischer Maschinenindustrieller. Deutsch/französisch. 74 S., A<sub>5</sub>. Herausgegeben vom Verein Schweizerischer Maschinenindustrieller, General-Wille-Strasse 4, Zürich 2. Preis: Fr. 1.80.

Das Normblattverzeichnis enthält die Nummern und Inhaltsangaben sämtlicher Normblätter, ergänzt auf den heutigen Stand der Normen; die früheren Ausgaben der Normblattverzeichnisse sind dadurch überholt. Ausser diesen An-

gaben und Ergänzungen gibt das Verzeichnis eine kurze Orientierung über das Normalienbureau, die Entwicklung eines VSM-Normblattes, Gruppeneinteilung der Normen u. a. m. Es sind angegeben Bezugsbedingungen und Preise der Normblätter für Einzelbezüge und für Abonnenten.

Diese Ankündigung soll dazu dienen, die Industrie zu veranlassen, den Stand ihrer Normblätter anhand des neuen Verzeichnisses zu revidieren, damit bei Bestellung nach VSM-Normen Fehler und Missverständnisse durch Anwendung überholter Normblätter vermieden werden.

## Verschiedenes.

**Industrie-Schaltapparate für Nieder- und Hochspannung von Brown, Boveri.** Die A.-G. Brown, Boveri & Cie., Baden, hat soeben die Preisliste M 2 s über Industrie-Schaltapparate für Nieder- und Hochspannung herausgegeben. Die sehr übersichtliche Broschüre umfasst 220 Seiten. Sie behandelt Motorschutzschalter und Schütze mit Kontakten in Luft und in Öl; Stern-Dreieck-Motorschuttschalter mit Kontakten in Öl; Schaltkasten ohne und mit Sicherungen, Kontakte in Luft; Steuerapparate für Niederspannungs-Schaltanlagen; Ersatzteile zu Motorschutzschaltern, Widerstände; Hochspannungsschaltsschränke; Schaltbilder, Massbilder (70 Seiten). Jedem Abschnitt geht die Beschreibung der Kon-

struktion und der Funktionen der behandelten Gegenstände voraus. Der Katalog ist reich illustriert. Mit Befriedigung vermerken wir die korrekte Darstellung der Schaltschemata unter Verwendung der genormten graphischen Symbole, was das Verständnis der Funktionen stark erleichtert. Ueberhaupt ist die formale Darstellung mustergültig; nur möchten wir einmal die Gelegenheit benützen, um anzuregen, das Wort «die Type» möge aus den deutschsprachigen Katalogen unserer Firmen verschwinden und durch das richtige Wort «der Typ» ersetzt werden.

Wer irgendwie mit Installationen zu tun hat, wird diesen Katalog mit Nutzen zu Rate ziehen.

**Bulletin der Ateliers mécaniques de Vevey S. A.** Die Ateliers mécaniques de Vevey S. A., eine der ältesten industriellen Unternehmungen des Kantons Waadt, hat im Juni 1941 die erste Nummer ihres von nun an periodisch er-

scheinenden Bulletin herausgegeben. Sein Zweck besteht darin, die Tätigkeit, die Entwicklungsarbeit und die Vielseitigkeit der Produktion der Firma einem grösseren Kreis bekanntzumachen. Die erste, in gefälliger Ausstattung erschienene Nummer enthält einen Rückblick auf die Entwicklung des Unternehmens und einige technische Aufsätze über neuere Konstruktionen.

**Vivavox-Anlagen.** Eine instructive Broschüre über die Vivavox-Anlagen gab die Autophon A.-G., Solothurn, heraus. Es handelt sich um eine Lautsprecherverbindung, die zwischen den verschiedenen Abteilungen eines Betriebes eingesetzt wird. Sie funktioniert so, dass bei eingeschalteter Verbindung von irgendeiner Stelle des Raumes aus gesprochen werden kann, ohne dass ein Apparat in die Hand genommen werden muss, und die Wiedergabe erfolgt im angeschlossenen Raum durch Lautsprecher.


## Marque de qualité, estampille d'essai et procès-verbaux d'essai de l'ASE.

### I. Marque de qualité pour le matériel d'installation.

#### Résiliation du contrat.

Le contrat relatif au droit d'utiliser la marque de qualité de l'ASE pour boîtes de dérivation de la maison

*J. Frey-Frey, Schlieren,*  
a été résilié.

Ainsi: les boîtes de dérivation portant la marque de fabrique  ne peuvent plus être livrées à partir du 30 juin 1941, munies de la marque de qualité de l'ASE.

### IV. Procès-verbaux d'essai.

(Voir Bull. ASE 1938, No. 16, p. 449.)

P. No. 197.

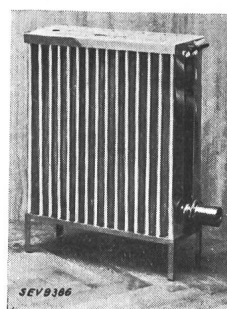
Objet: **Radiateur électrique.**

Procès-verbal d'essai ASE: O. No. 16571, du 17 juin 1941.

Commettant: *Albert Bühler, Lucerne.*

Inscriptions:

LUZERN ARIASANA LUZERN  
GESUNDHEITS- UND HYGIENISCHE  
WARMWASSER-HEIZUNG  
FABR. No. 105 JAHR 1941  
VOLT 145 WATT 600



**Description:** Radiateur électrique selon figure. Le corps de chauffe est monté dans le réservoir d'eau, en tôle de cuivre. Ailettes en tôle d'aluminium pour augmenter la surface de chauffe. Une fiche d'appareil sert au raccordement du cordon d'alimentation.

Ce radiateur a subi avec succès les essais relatifs à la sécurité.

P. No. 196.

Objet: **Radiateur électrique.**

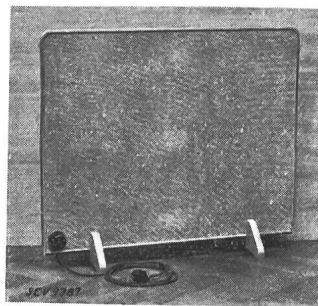
Procès-verbal d'essai ASE: O. No. 16570, du 17 juin 1941.

Commettant: *Autofrigor S. A., Zurich.*

Inscriptions:

Autofrigor A.-G.  
ZÜRICH  
W 940 V 220

**Strawa**



**Description:** Radiateur électrique selon figure. Les résistances de chauffe, constituées par des feuilles d'aluminium, sont placées entre deux plaques d'éternite. Le chauffage d'une plaque d'éternite peut être interrompu. Une isolation thermique, en laine de verre, sépare les plaques d'éternite. Raccordement au réseau au moyen d'un cordon rond à trois conduc-

teurs, muni d'une fiche.

Ce radiateur a subi avec succès les essais relatifs à la sécurité. Utilisation: dans les locaux secs.

## Communications des organes des Associations.

Les articles paraissant sous cette rubrique sont, sauf indication contraire, des communiqués officiels du Secrétariat général de l'ASE et de l'UCS.

### Nécrologie

Le 3 juillet 1941 est décédé à Zurich à l'âge de 62 ans, Monsieur *Fritz Zimmerli*, ancien fonctionnaire technique des CFF, membre de l'ASE depuis 1922. Nous exprimons à la famille en deuil nos sincères condoléances.

Le 9 juillet 1941 est décédé à La Sarraz à l'âge de 62 ans Monsieur *Frédéric Huguenin*, ingénieur, secrétaire du Conseil d'Administration et ancien directeur de la Société Suisse de Clématite S. A., Vallorbe, membre collectif de l'ASE.

Nous exprimons à la Société Suisse de Clématite S. A. nos sincères condoléances.

### Comité de l'ASE.

Le comité de l'ASE a tenu sa 75<sup>e</sup> séance le 10 juillet 1941, à Zurich, sous la présidence de M. Schiesser, Dr. h. c., président de l'ASE. Il a discuté les projets du nouveau règlement entre l'ASE et l'UCS, ainsi qu'un nouveau projet de statuts de l'ASE. Il a pris connaissance des comptes de l'ASE, de l'immeuble, du fonds de la commission d'études et du fonds



Denzler pour l'année 1940, approuvé les bilans, examiné les budgets pour 1942 et adopté le rapport de 1940.

Le projet des «Valeurs normales des tensions, fréquences et courants pour installations électriques», présenté par le CES, a été mis en vigueur avec effet immédiat (voir page 333). Le comité de l'ASE a pris connaissance des «Recommandations pour le remplacement du cuivre dans la construction des parafoudres, nécessité par la guerre» (voir page 334). En outre, plusieurs affaires de moindre importance ont été liquidées.

Le comité de l'ASE a proposé d'organiser, cet automne, une assemblée de discussion ayant trait au «transport de grandes puissances à de grandes distances». Une manifestation de la haute fréquence aura également lieu cet automne.

### Commission de l'ASE pour la protection des bâtiments contre la foudre.

Au cours de la 25<sup>e</sup> séance, le 1<sup>er</sup> juillet 1941, la commission de l'ASE pour la protection des bâtiments contre la foudre examina le problème du remplacement, nécessité par la guerre, du cuivre dans la construction des paratonnerres. Elle élaborera des recommandations que la section des métaux de l'Office fédéral de guerre de l'industrie et du travail a déclarées obligatoires pour la durée de la guerre (voir page 334). La commission s'occupa également des diverses questions d'ordre pratique, ainsi que des études statistiques que l'ASE poursuit à son instar.

### Comité Technique 20 du CES:

#### Câbles électriques.

Le CT 20 a tenu sa 7<sup>e</sup> séance le 24 juin 1941 à Zurich. Pour succéder à M. P. E. Schneeberger, décédé le 31 août 1940, M. R. Wild, Cossonay, a été nommé président. Le projet des «Recommandations pour câbles à haute tension» (voir Bulletin ASE 1940, No. 20) a été mis au net. La notion de «tension spécifiée» a été éliminée. Le nouveau projet sera remis au CES, qui le transmettra au Comité de l'ASE pour mise en vigueur. Un questionnaire concernant une statistique suisse des défauts de câbles a été établi. Des détails seront donnés ultérieurement à ce sujet. La question des matières de remplacement dans la technique des câbles à haute tension et celle des essais d'échauffement après la pose ont été reportées à la prochaine séance.

### Comité Technique 28 du CES.

#### Coordination des isolations.

Conformément au plan de travail établi par le CT 28, le comité d'action a tenu 3 séances pour discuter en détail de la matière à traiter. Quelques points devront encore être élucidés, tels que la valeur des surtensions d'origine non-atmosphérique, la résistance aux chocs des lignes aériennes en fonction de la tension de service, la mise au point d'un éclateur aussi indépendant que possible de la polarité, la rigidité diélectrique entre les points de coupure des interrupteurs et des sectionneurs, les conditions techniques auxquelles doivent satisfaire les mises à la terre, les câbles de terre pour lignes aériennes, disposés aux environs des stations, la protection à l'entrée des postes de transformation, le passage entre lignes aériennes et câbles, et surtout l'application des recommandations élaborées par le comité d'action aux différentes catégories de matériel d'installation à haute tension. Les membres du comité d'action se sont répartis ces différents travaux qu'ils mettront au point d'ici fin septembre. Selon les besoins, des questionnaires seront encore adressés aux centrales suisses d'électricité. En outre, les laboratoires qui ont accepté en principe de collaborer recevront prochainement les indications concernant les éclateurs «normaux» à barreaux prévus comme un élément de coordination, qu'ils seront priés de confectionner et avec lesquels ils devront procéder à diverses mesures. Le comité d'action propose de se réunir en octobre pour mettre au net les résultats de ces divers travaux de détail et faire rapport au Comité Technique.

Le comité d'action a l'intention de former une sous-commission pour la coordination des lignes aériennes.

### Vorort

#### de l'Union Suisse du Commerce et de l'Industrie.

Nos membres peuvent prendre connaissance des publications suivantes du Vorort de l'Union Suisse du Commerce et de l'Industrie:

Accord de compensation avec l'Allemagne. Prolongation jusqu'au 19 juillet 1941.

Votation populaire sur les nouveaux articles d'ordre économique de la Constitution fédérale.

Réoccupation du Consulat de Saïgon.

### Groupes électrogènes actionnés par moteurs à vent.

Dans la communication parue au Bulletin ASE 1941, No. 6, page 120, nous indiquions que les groupes électrogènes actionnés par moteurs à vent à tension réduite, combinés à des batteries d'accumulateurs, doivent être installés comme s'il s'agissait d'installations intérieures, conformément aux Prescriptions de l'ASE sur les installations intérieures. Toutefois, vu la pénurie des matières premières, la commission pour les installations intérieures a admis, à sa séance du 18 juin 1941, les dérogations suivantes aux dispositions des Prescriptions en ce qui concerne les groupes électrogènes.

#### 1<sup>o</sup> Introduction dans le bâtiment.

Les deux fils entre l'introduction et le coupe-circuit principal peuvent être logés dans le même tube (dérogation au § 147 des Prescriptions sur les installations intérieures). Si ce tronçon de ligne sous tube dépasse une longueur de 3 m et s'il est monté sur du bois, la ligne doit être protégée par un coupe-circuit à proximité de l'introduction (isolateurs d'arrêt, potelet).

En cas d'introduction par potelet, on pourra utiliser également des conducteurs à gaine de caoutchouc (GS) au lieu de conducteurs à gaine de caoutchouc renforcée (GSV) (dérogation au § 150).

#### 2<sup>o</sup> Coupe-circuit.

Dans les installations où l'un des pôles est normalement mis à la terre, le coupe-circuit principal peut être unipolaire comme les coupe-circuit de groupe (dérogation au § 58).

#### 3<sup>o</sup> Divers.

Le contrôle d'un certain nombre d'installations aménagées durant cette année a permis de constater qu'il n'a pas toujours été tenu compte de certaines prescriptions. Nous rappelons en particulier que les dispositions suivantes des Prescriptions sur les installations intérieures doivent être observées:

a) La boiserie supportant des tableaux d'appareils de couplage et de coupe-circuit doit être protégée par une plaque incombustible et sans joint, dépassant le tableau d'au moins 10 cm vers le haut et d'au moins 5 cm vers le bas et sur les côtés. Les tubes renfermant les lignes d'amenée et de départ doivent aboutir sur le devant de la plaque incombustible (§ 31).

b) Les sections des conducteurs doivent être prévues conformément aux coupe-circuit en amont (§ 129), soit pour les conducteurs en cuivre 16 mm<sup>2</sup> pour 50 A, 10 mm<sup>2</sup> pour 40 A, 6 mm<sup>2</sup> pour 25 A, 2,5 mm<sup>2</sup> pour 15 A et 1 mm<sup>2</sup> pour 6 A (pour les conducteurs en aluminium, voir Bulletin ASE 1941, No. 14, page 332). Les cordons pour baladeuses d'une section de 1 mm<sup>2</sup> ne sont admis que pour raccordement à des prises de courant munies de coupe-circuit insérés en amont ou incorporés de 6 A au maximum.

c) Les tubes apparents ou noyés doivent être dimensionnés conformément aux indications du tableau du § 166.

d) Les conducteurs doivent répondre aux Normes pour conducteurs isolés de l'ASE; il est interdit d'utiliser du fil de signalisation ou de sonnerie (§ 6).

e) Dans les écuries et les étables, on ne peut utiliser, à part les câbles sous plomb, que des cordons à gaine de caoutchouc résistants à la corrosion (GDe) montés sur doubles brides ou des conducteurs à gaine de caoutchouc résistants à la corrosion (GSc, GSVc) sur cloches ou poulies en porcelaine (§ 247).

f) Les interrupteurs, coupe-circuit et boîtes de dérivation doivent être, dans la mesure du possible, montés hors des



écuries et des étables (§ 250); les bornes non recouvertes sont interdites dans les écuries et les étables. Les traversées doivent être montées conformément au § 207.

g) Dans les fenils et les pailiers, on ne doit introduire que les lignes alimentant les lampes qui s'y trouvent; il est interdit d'y faire passer les conduites desservant d'autres locaux (§ 253). Les granges rentrant dans la catégorie des locaux présentant des dangers d'incendie, les lampes à incandescence doivent être munies de globes de protection (§ 237).

h) Les lampes à incandescence du local où se trouve la batterie d'accumulateurs doivent être montées dans des globes de protection. Des affiches doivent indiquer qu'il est interdit de fumer dans ce local et d'y pénétrer avec une flamme nue (§ 123).

Les installations ou parties du bâtiment que l'acide ou les gaz provenant des accumulateurs pourraient corroder, doivent être protégées par un enduit efficace (§ 124). De.

### Modification des normes et des prescriptions de l'ASE motivée par la guerre.

#### Publication No. 10.

Publications précédentes: Bulletin ASE 1940, No. 19, p. 436; 1940, No. 24, p. 575; 1940, No. 26, p. 606; 1941, No. 2, p. 40; 1941, No. 4, p. 72; 1941, No. 9, p. 216; 1941, No. 10, p. 235; 1941, No. 12, p. 284; 1941, No. 13, p. 304.

#### Prescriptions de l'ASE sur les installations intérieures.

##### Lignes isolées avec conducteurs en aluminium.

Dérégations adoptées et mises en vigueur le 1<sup>er</sup> juillet 1941 par la commission d'administration de l'ASE et de l'UCS.

Les conducteurs en cuivre pour montage fixe dans les installations intérieures peuvent être remplacés par des conducteurs en aluminium sous forme de fils massifs, de fils câblés rigides et de câbles. Ces conducteurs devront être en fil d'aluminium étiré à froid d'une teneur de 99,3 à 99,5 % d'aluminium pur, présentant une résistance électrique

moyenne de  $0,03 \frac{\text{ohm} \times \text{mm}^2}{\text{m}}$  et une résistance à la rupture

de 13 à 17 kg/mm<sup>2</sup>. La section minimum des conducteurs en aluminium doit atteindre 2,5 mm<sup>2</sup> (pour les lignes d'une section inférieure à 2,5 mm<sup>2</sup>, il faut donc continuer à utiliser du cuivre). Les conducteurs en aluminium isolés au caoutchouc ou par une masse thermoplastique peuvent être utilisés, comme les conducteurs en cuivre, dans les locaux secs et temporairement humides. Les conducteurs en aluminium isolés au caoutchouc, types GS, GSe et GSVc, ainsi que les câbles sous plomb isolés au caoutchouc et au papier avec âmes en aluminium ne sont admis dans les locaux humides, mouillés et imprégnés que si les objets raccordés et les autres accessoires, tels que boîtes de dérivation, etc., sont prévus de telle sorte que les bornes et les conducteurs soient efficacement protégés contre toute corrosion. Les conducteurs sous tube (GMn), pour montage apparent et sous crépi, ne sont admis que dans les locaux secs et temporairement humides.

Commentaire: Lors du dénudage des conducteurs, il faudra faire très attention de ne pas entailler l'âme en aluminium et éviter de soumettre le conducteur à une trop forte sollicitation lorsqu'on enlève l'isolation. Pour supprimer la couche d'oxyde d'aluminium, qui agit comme un isolant, les âmes doivent être racclées avant de les introduire dans la borne. Quand il s'agit d'installations dans des locaux humides et mouillés, il est recommandé de procéder immédiatement à un graissage à la vaseline neutre, à titre de protection contre une oxydation due à l'humidité. On évitera de former des œillets, sinon il faudra utiliser une robuste rondelle à ressort ou autre sous la tête des vis de contact. De nombreuses bornes peuvent s'utiliser actuellement sans dispositif à ressort (rondelles, cavaliers, etc.) pour le serrage des conducteurs massifs en aluminium. Il faut donner la préférence aux bornes qui possèdent une certaine élasticité.

Dans les locaux imprégnés, tels que les écuries, les étables, etc., les conducteurs devront être en cuivre, tant que celui-ci pourra être obtenu. On s'arrangera, autant que possible, à utiliser au moins des conducteurs en cuivre à l'intérieur de ces locaux, tandis que les lignes de distribution et d'aménage situées à l'extérieur pourront être en aluminium. Si le montage dans des locaux humides doit se faire sous tubes

armés d'acier, il faudra tenir compte en particulier des dispositions du § 217 des Prescriptions sur les installations intérieures. Dans les locaux constamment humides, on utilisera de préférence des armatures, boîtes de dérivation, etc., pouvant se remplir de masse isolante. Le matériel d'installation en isolant moulé doit être aussi épais que possible et capable de résister à l'humidité; on devra exécuter très soigneusement les bourrages. Il faut utiliser si possible du matériel étanche à l'eau ou aux gaz.

Les expériences faites avec les conducteurs en aluminium n'étant pas encore très nombreuses, il est recommandé de procéder régulièrement à un contrôle de ces installations et de vérifier principalement si les vis de serrage ont pris du jeu, auquel cas il faudrait les resserrer.

Le tableau des conducteurs du § 129 des Prescriptions sur les installations intérieures est complété comme suit:

#### Charges admissibles des conducteurs en aluminium pour montage fixe.

Section mm <sup>2</sup>	Intensité nominale des fusibles ou des disjoncteurs à maximum	
	Série moyenne A	Série fine B
2,5	6 10	6 8 10
4	15	12 15
6		20
10	25	25
16	40	30 40
25	60	50 60
35		80
50	100	100
70		125
95	150	150
120		200
150		(225) <sup>1</sup>
185	250	250
240		300
300		(350) <sup>1</sup>
400		(430) <sup>1</sup>
500	500	500

<sup>1)</sup> Ces valeurs ne sont pas normalisées par l'ASE.

#### Normes pour conducteurs isolés.

##### Conductibilité des conducteurs en cuivre.

Selon le § 2 des Normes pour conducteurs isolés, la section efficace de l'âme des conducteurs en cuivre ne doit pas être inférieure de plus de 5 % à la section nominale du conducteur essayé. Son calcul se base sur une certaine conduc-

tibilité  $k \left( \frac{\text{m}}{\text{ohm} \cdot \text{mm}^2} \right)$  à 20° C.

Actuellement, il n'est plus possible d'utiliser uniquement du cuivre électrolytique pour les conducteurs isolés et l'on doit avoir recours à du vieux cuivre régénéré, dont la conductibilité dépend de la pureté; cette conductibilité varie entre 30 et 55  $\frac{\text{m}}{\text{ohm} \cdot \text{mm}^2}$ , soit en moyenne une valeur de 25 % plus faible.

Dans ces conditions, il faut admettre un écart plus considérable entre la section efficace et la section nominale. La première phrase du § 2 c) des Normes pour conducteurs isolés (publication No. 147) est par conséquent modifiée passagèrement comme suit:

«c) La section efficace de l'âme ne doit pas être inférieure de plus de 25 % à la section nominale indiquée (§ 8 c).»

## Valeurs normales des tensions, fréquences et courants pour installations électriques.

### Règles de l'ASE.

Le Comité Electrotechnique Suisse (CES) a publié, pour la seconde fois, dans le Bulletin ASE 1941, No. 6, p. 122, un projet de «Valeurs normales des tensions, fréquences et courants pour installations électriques. Règles de l'ASE». Le CES a reçu à ce sujet quelques remarques que le Comité Technique 8 a discutées le 6 juin 1941, en collaboration avec les membres de l'ASE qui avaient formulé ces remarques. Cette discussion a amené à procéder à quelques modifications de détail du projet publié dans le Bulletin ASE, No. 6. Ces modifications furent soumises au CES, qui a ensuite demandé au Comité de l'ASE de décider l'entrée en vigueur de ce second projet mis au net.

Le Comité de l'ASE en a décidé l'entrée en vigueur immédiate le 10 juillet 1941, conformément à la décision de la 55<sup>e</sup> assemblée générale de l'ASE du 26 octobre 1940, à Lucerne (voir Bulletin ASE 1940, No. 26, p. 612).

Les règles mises en vigueur ont la teneur ci-après <sup>1)</sup>:

<sup>1)</sup> Le texte complet peut s'obtenir sous la forme habituelle d'un tirage à part, au format du recueil des Prescriptions, auprès du Secrétariat général de l'ASE et de l'UCS.

## Valeurs normales des tensions, fréquences et courants pour installations électriques.

### Règles de l'ASE.

Chiffres 1° à 5°: Inchangés <sup>2)</sup>.

6° On entend par basses tensions les tensions de plus de 50 et jusqu'à 1000 V, inclusivement.

Chiffres 7° et 8°: Inchangés.

9° La tension entre phases d'un système triphasé s'appelle **tension composée** ou simplement **tension** du système, tandis que la tension entre phase et neutre s'appelle **tension simple**.

Chiffres 10° à 14°: Inchangés.

15° Par **récepteur**, on entend le matériel d'un circuit qui emprunte à celui-ci de l'énergie électrique. Les enroulements primaires des transformateurs et des bobines de toutes sortes sont donc considérés comme des récepteurs.

16° La **valeur de service** d'une grandeur est sa valeur qui existe en service et peut être mesurée.

Chiffres 17° à 26°: Inchangés.

Au chiffre 27°, les valeurs de la colonne des tensions de service maxima ont été modifiées comme suit:

(6,9)	devient	(7)
(17,3)	»	(17,5)
51,8	»	52.

Chiffres 28° et 29°: Inchangés.

Au chiffre 30°, la liste des tensions continues pour les installations de lignes de contact a été complétée par la valeur de 600 V, cette tension nominale étant réservée aux cas d'espèce, où l'application des autres valeurs normales présenterait des inconvénients notoires.

<sup>2)</sup> «Inchangés» signifie que le texte publié au Bulletin ASE 1941, No. 6, p. 122, n'a pas subi de modifications.

### Projet d'une

## Ordonnance du Département fédéral des postes et des chemins de fer pour la limitation des effets perturbateurs des appareils électriques de faible puissance.

Se basant sur les observations qui lui sont parvenues et à la suite d'une entrevue de la sous-commission I (Appareils) avec les représentants du Comité Technique 2 du CES (Machines électriques), des fabricants qui ont le droit d'utiliser le signe antiparasite et de Pro Radio, la commission des perturbations radio-électriques de l'ASE et de l'UCS a adopté une nouvelle version des «Recommandations pour la limitation des effets perturbateurs des appareils électriques de faible puissance», publiées dans le Bulletin ASE 1940, No. 5, p. 132. Ce nouveau projet s'intitule «Ordonnance du Département fédéral des Postes et Chemins de fer concernant la limitation des effets perturbateurs des appareils électriques de faible puissance».

Avant de transmettre ce projet à la commission d'administration de l'ASE et de l'UCS, puis au Département fédéral des Postes et Chemins de fer, pour approbation et mise en vigueur, nous en publions ci-après la teneur et prions les membres de l'ASE de faire parvenir au *secrétariat général de l'ASE et de l'UCS, Seefeldstrasse 301, Zurich 8*, jusqu'au 6 août 1941, par écrit et en deux exemplaires, les remarques que la lecture de ce projet pourrait leur suggérer.

### Projet.

## Ordonnance du Département fédéral des postes et des chemins de fer pour la limitation des effets perturbateurs des appareils de faible puissance.

### Introduction.

L'ordonnance fédérale du 29 janvier 1935 relative à la protection des installations radioréceptrices contre les perturbations radioélectriques, stipule que, lorsque ces dernières doivent être combattues, on cherchera à les éliminer ou les atténuer en appliquant rationnellement et de façon suffisante des mesures antiperturbatrices appropriées. En ce faisant, on doit donner la préférence aux solutions les plus économiques et à celles qui suppriment les troubles dans le plus grand nombre possible d'installations radioréceptrices.

La pratique a montré que l'atténuation des perturbations à la source même satisfait bien à cette dernière exigence; elle ne reste toutefois économique que si l'on n'impose pas aux tensions perturbatrices subsistant aux bornes des appareils, une valeur maximum trop basse; en effet, dès que l'on veut réduire ces tensions au-delà d'une certaine limite, l'amélioration effectivement réalisée n'est plus en proportion du coût des dispositifs de protection nécessaires.

Cette valeur limite de la tension perturbatrice est d'environ 1 mV.

L'expérience a montré d'autre part que les appareils électriques de faible puissance, dont la tension perturbatrice aux bornes ne dépasse pas 1 mV environ, ne produisent pas en général d'effets perturbateurs intolérables, au sens de l'art. 7 de l'ordonnance fédérale du 29 janvier 1935, sur les installa-

tions radioréceptrices possédant un collecteur d'ondes convenable.

En imposant cette limite de 1 mV pour les tensions perturbatrices aux bornes des appareils perturbateurs, on obtient par conséquent, dans la plupart des cas, la suppression ou l'atténuation des troubles à la réception demandée par l'ordonnance précitée.

Les dispositions qui suivent constituent donc, pour des catégories bien déterminées d'appareils électriques, un règlement d'application de l'ordonnance fédérale du 29 janvier 1935, plus pratique et de contrôle plus aisé que cette dernière.

Il arrivera toutefois que, dans certains cas défavorables, des stations radioréceptrices soient encore troublées par un appareil répondant aux présentes dispositions; conformément à l'ordonnance fédérale du 29 janvier 1935, il conviendra alors de diminuer la sensibilité de ces stations aux perturbations, en appliquant les mesures décrites au chapitre II de l'ordonnance.

#### Art. 1.

La présente ordonnance précise l'efficacité que doivent avoir les dispositifs antiperturbateurs appliqués à certains appareils électriques susceptibles de perturber, conformément à l'ordonnance du Département fédéral des postes et des chemins de fer du 29 janvier 1935 sur la protection des installations radioréceptrices contre les perturbations radioélectriques causées par les appareils à fort et à faible courant, et pour tenir compte des progrès techniques réalisés dans ce domaine depuis 1935.

#### Art. 2.

La présente ordonnance s'applique:

- a) aux appareils électroménagers;
- b) aux appareils électriques pour le commerce, l'industrie et les services généraux d'immeubles dont la puissance ne dépasse pas 1 kW ou 1 kVA, y compris les machines rotatives;
- c) aux appareils électriques à courant faible;
- d) aux appareils radioélectriques émetteurs et récepteurs.

Les appareils électromédicaux à haute fréquence ne sont pas compris dans cette nomenclature.

#### Art. 3.

L'efficacité d'un dispositif antiperturbateur est mesurée par les tensions perturbatrices résiduelles apparaissant aux bornes de l'appareil considéré.

La détermination de ces tensions perturbatrices se fait conformément aux recommandations du Comité international spécial pour les perturbations radiophoniques (CISPR), au moyen de l'appareil de mesure standard du type CISPR.

Les appareils de mesure de la Direction générale des postes, télégraphes et téléphones (PTT) et de l'Association suisse des électriciens (ASE) sont désignés comme appareils de référence pour la Suisse. Les mesures effectuées sur un même échantillon au moyen des 2 appareils peuvent différer entre elles de 2 db.

#### Art. 4.

En application de l'ordonnance fédérale du 29 janvier 1935, un appareil est considéré comme non perturbateur, lorsque ses tensions perturbatrices symétriques et asymétriques, mesurées comme il est dit à l'art. 3, ne dépassent pas, sur la gamme de 150 à 1500 kHz, la valeur de 1 millivolt avec une incertitude de mesure de  $\pm 1$  db.

Cette valeur limite sert également de base au «règlement pour l'octroi du signe distinctif antiparasite de l'ASE».

Les appareils à courant faible reliés à des réseaux électriquement symétriques par rapport à la terre, peuvent toutefois accuser une composante symétrique de la tension perturbatrice supérieure à 1 millivolt; la limite supérieure est fixée dans chaque cas par la Direction générale des PTT d'entente avec la Commission de l'ASE et de l'UCS pour l'étude des perturbations de la radioréception par les installations à courant fort et à courant faible.

#### Art. 5.

La limite de 1 millivolt est applicable aux appareils munis de dispositifs antiperturbateurs au cours de la fabrication, ainsi qu'aux appareils qui en sont munis après la sortie de la fabrique.

#### Art. 6.

La présente ordonnance entre en vigueur le

## Recommandations pour le remplacement du cuivre, nécessité par la guerre, dans la construction de paratonnerres\*).

Etablies par la commission de l'ASE pour la protection des bâtiments contre la foudre.

La section des métaux de l'Office fédéral de guerre, de l'industrie et du travail a déclaré ces directives obligatoires pour la durée de la guerre, pour toute l'étendue de la Confédération.

#### 1° Introduction.

En raison de la pénurie actuelle de matières premières, l'Office fédéral de guerre de l'industrie et du travail a interdit, par ordonnance No. 1 M, du 14 mai 1941, l'utilisation de cuivre pour diverses applications. Parmi celles-ci figure aussi la construction des paratonnerres. Il faut donc remplacer le cuivre par d'autres métaux. Pour les installations au-dessus du sol, l'aluminium et le fer galvanisé ou plombé se prêtent également. Dans le sol par contre, on ne peut utiliser que du fer galvanisé ou plombé.

#### 2° Matériel et dimensions minimum.

##### A. Aluminium

(pour installations au-dessus du sol seulement).

Matériel	Bâtiments ordinaires	Tours et cheminées d'us.
a) fil: diamètre mm	9	11
b) ruban: section mm <sup>2</sup>	75	100
épaisseur mm	3	4
c) câble: section mm <sup>2</sup>	70	95
épaisseur des torons mm	2,2	2,5

Les armatures, p. ex. les supports, crochets, serre-fil, etc., seront soit en aluminium ou alliage d'aluminium, soit en fer galvanisé. On évitera tout contact avec du cuivre, car

dès que l'humidité y accède, le point de contact devient le siège de phénomènes de corrosion électrolytique qui détruisent rapidement l'aluminium. Des serre-fil et autres dispositifs de jonction appropriés sont en vente dans le commerce.

##### B. Fer ou acier galvanisé (zingué) ou plombé.

Matériel	Bâtiments ordinaires	Tours et cheminées d'us.
<b>1° Conduites aériennes.</b>		
a) fil: diamètre mm	6	9
b) ruban: section mm <sup>2</sup>	40	75
épaisseur mm	2	3
c) câble: section mm <sup>2</sup>	35	80
épaisseur des torons mm	3	3
<b>2° Conduites souterraines.</b>		
a) fil: diamètre mm	6	9
b) ruban: section mm <sup>2</sup>	45	75
épaisseur mm	3	3
<b>3° Electrodes.</b>		
a) fil: diamètre mm	6	9
b) ruban: section mm <sup>2</sup>	45	75
épaisseur mm	3	3
c) plaques: longueur mm	1000	1000
largeur mm	500	500
épaisseur mm	2	3
d) tubes: longueur mm	2,5	2,5
diamètre pouce	1	2

\*) Ces recommandations peuvent s'obtenir sous la forme habituelle d'un tirage à part, au format du recueil des Prescriptions, auprès du Secrétariat général de l'ASE et de l'UCS.

Les électrodes tubulaires (tuyaux à gaz) seront enfoncées perpendiculairement, de sorte que leur extrémité supérieure soit encore enfouie de 50 cm au moins. Si pour réduire la résistance, il faut enfoncer plusieurs tubes, ceux-ci devront être distants de 5 m au moins.

### 3° Autres mesures d'économie.

A. Les dimensions indiquées dans les tableaux ci-dessus sont les plus faibles dont on peut encore répondre sur la base des recherches scientifiques les plus récentes. Il n'est donc pas admissible de descendre en-dessous. Cela demande, en particulier pour le fer galvanisé ou plombé, un contrôle plus fréquent et plus soigné, surtout des parties enfouies dans le sol. Il n'est pas exclu que les électrodes placées dans un sol fortement acide doivent être remplacées après quelques années.

B. Pour économiser le matériel, il est nécessaire d'utiliser toutes les parties métalliques du bâtiment comme éléments du paratonnerre. On ne posera des conduites artificielles que là où ces éléments naturels font défaut. En particulier, on utilisera tous les tuyaux de descente comme descentes naturelles, mais non sans les avoir au préalable soigneusement mis en état. Dans tous les cas où l'on disposera dans le sol de canalisations d'eau métalliques, sans discontinuité électrique, on s'en servira pour les prises de terre. On n'enfouira des terres artificielles (électrodes) que si les canalisations d'eau font complètement défaut ou si on ne peut les atteindre qu'au prix de grosses difficultés. (Voir les *Directives de l'ASE pour la protection des bâtiments contre la foudre.*)

C. Pour économiser l'étain, on donnera la préférence aux connexions vissées ou rivées. Des modèles appropriés de raccords sont en vente dans le commerce.

## Recommandations pour la protection des installations électriques contre les surtensions d'origine atmosphérique.

La commission d'étude des questions relatives à la haute tension (FKH) a mis au net un projet de «Recommandations pour la protection des installations électriques contre les surtensions d'origine atmosphérique». Elle a décidé de le remettre au secrétariat général de l'ASE et de l'UCS pour publication dans le Bulletin de l'ASE.

Nos membres sont priés de s'exprimer au sujet de ce projet. Les objections motivées devront être adressées en deux exemplaires au secrétariat général de l'ASE et de l'UCS, Seefeldstrasse 301, Zurich 8, jusqu'au 20 août 1941.

*Projet.*

## Recommandations pour la protection des installations électriques contre les surtensions d'origine atmosphérique.

### I. Introduction.

(Texte suivra.)

### II. Domaine d'application.

Les présentes recommandations s'appliquent, d'une part, à l'essai des parafoudres, capacités de protection (condensateurs ou câbles), parafoudres tubulaires et éclateurs de protection. D'autre part, ces recommandations sont destinées à fournir aux gens du métier des indications pour le choix correct et le montage de ces dispositifs de protection dans les installations électriques, ainsi que pour l'emploi de câbles de terre pour la protection des zones rapprochées.

### III. Définitions des tensions et des courants de choc.

#### a) Tensions de choc<sup>1)</sup>.

1° Une tension de choc est une tension simple unidirectionnelle, qui, sans oscillations appréciables, croît rapidement jusqu'à une valeur maximum, puis décroît jusqu'à zéro. La valeur maximum est dénommée valeur de crête et désigne la tension de choc. De faibles oscillations sont tolérées, pourvu que leur amplitude soit inférieure au 5 % de la valeur de crête de la tension de choc. Dans ce cas, on se basera pour les mesures, sur la courbe moyenne de la caractéristique tension-temps de la tension de choc (fig. 1).

<sup>1)</sup> Les définitions 1° à 13° sont tirées des «Règles pour les essais de tension» de l'ASE (ne sont pas encore éditées).

Si une tension de choc ne provoque ni amorçage, ni perforation, elle est appelée tension de choc complète. S'il se produit un amorçage ou une perforation, provoquant ainsi une brusque chute de la tension de choc, on l'appelle tension de choc coupée.

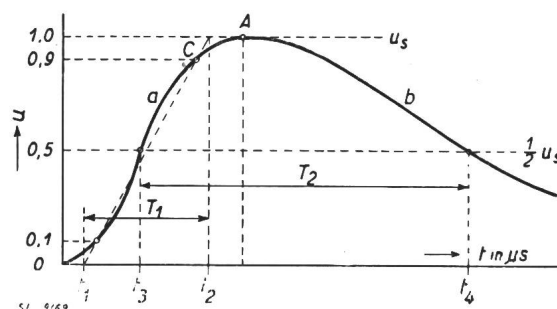


Fig. 1.

Grandeurs caractéristiques de la tension de choc.  
 $T_1$  Durée du front.  $T_2$  Durée de mi-amplitude.  
 $u_s$  Valeur de crête.

Une tension de choc complète est caractérisée par deux intervalles de temps  $T_1$  et  $T_2$ , définis aux chiffres 3° et 6°. La désignation  $T_1/T_2$  relative à un essai de tension de choc coupée, se réfère à la tension de choc complète, ayant la même caractéristique tension-temps que la tension de choc coupée, jusqu'au point de la coupure.

2° Le front est la partie croissante de la caractéristique tension-temps de la tension de choc.

3° La durée totale du front est le temps total mis par la tension de choc pour croître de zéro à la valeur de crête. Sans autre spécification, la durée du front est le temps  $T_1$  ( $= t_2 - t_1$ ) mis par la tension pour croître de 0 à  $u_s$ , et défini par la droite qui relie les points  $0,1 u_s$  et  $0,9 u_s$  de la courbe.

4° La raideur du front ( $u_s/T_1$ ) est l'inclinaison, sur l'axe des temps, de la droite reliant les points  $0,1 u_s$  et  $0,9 u_s$  de la caractéristique tension-temps. Elle s'exprime en kV/ $\mu$ s.

5° La queue est la partie décroissante de la caractéristique tension-temps de la tension de choc.

6° La durée de mi-amplitude  $T_2$  ( $= t_4 - t_3$ ) est le temps total en  $\mu$ s durant lequel la valeur momentanée de la tension de choc est égale ou supérieure à la moitié de la valeur de crête.

7° La tension de contournement au choc est la valeur de crête de la tension de choc qui produit le contournement. La tension de contournement lors du contournement sur le front de l'onde de choc est la valeur maximum de la tension de choc au moment du contournement; lors d'un contournement sur la queue, c'est la valeur de crête. La tension de contournement au choc dépend de la polarité, de la valeur



de crête, de la durée du front et de la durée de mi-amplitude de la tension de choc (fig. 2).

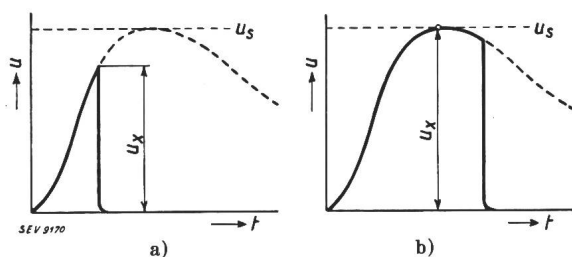


Fig. 2.

Contournement par choc.

- a) Contournement dans le front du choc.  
b) Contournement dans la queue du choc.  
 $u_x$  Valeur déterminante de la tension de contournement au choc.

8° La tension 50 % de contournement au choc (appelée autrefois tension minimum de contournement au choc) est la valeur de crête de la tension de choc qui produit le contournement de l'objet essayé pour environ la moitié du nombre des chocs. Le contournement se produit dans ce cas sur la queue de la tension de choc. La tension 50 % de contournement au choc dépend de la polarité et de la durée de mi-amplitude de la tension de choc.

9° La tension de perforation au choc est la valeur de crête de la tension de choc qui produit la perforation de l'objet essayé lorsque la perforation se produit sur la queue de l'onde; elle est la valeur maximum de la tension au moment de la perforation, lorsque celle-ci se produit sur le front de l'onde. La tension de perforation au choc dépend de la polarité, de l'amplitude, de la durée du front et de la durée de mi-amplitude de la tension de choc.

10° Le rapport d'impulsion pour le contournement est le rapport entre la tension de contournement au choc et la valeur de crête de la tension de contournement à fréquence industrielle. Pour une onde de forme donnée, le rapport d'impulsion minimum est obtenu par la tension 50 % de contournement au choc. Le rapport d'impulsion dépend de la polarité, de l'amplitude, de la durée du front et de la durée de mi-amplitude de la tension de choc.

11° Le rapport d'impulsion pour la perforation est le rapport entre la tension de perforation au choc et la valeur de crête de la tension de perforation à fréquence industrielle. Le rapport d'impulsion dépend de la polarité, de l'amplitude, de la durée du front et de la durée de mi-amplitude de la tension de choc.

12° La durée jusqu'au contournement est le temps pendant lequel a duré la tension avant d'être coupée par le contournement. Sans autre spécification, cette durée est mesurée depuis l'origine  $t_1$  de la droite définie au chiffre 3°.

13° La durée jusqu'à la perforation est le temps pendant lequel a duré la tension avant d'être coupée par la perforation. Sans autre spécification, cette durée est mesurée depuis l'origine  $t_1$  de la droite définie au chiffre 3°.

14° Une tension de choc normale est une tension de choc dont la durée du front ( $T_1$ ) est de 1  $\mu$ s et la durée de mi-amplitude ( $T_2$ ) de 50  $\mu$ s; elle est désignée par onde de choc  $1/50$ .

15° La caractéristique de contournement de l'objet essayé est la courbe constituée en portant en abscisses la durée jusqu'au contournement définie au chiffre 12° et en ordonnées la tension de contournement au choc définie au chiffre 7°, pour différentes valeurs de tensions de choc de même polarité, de même durée du front et de même durée de mi-amplitude.

16° La caractéristique de perforation de l'objet essayé est la courbe constituée en portant en abscisses la durée jusqu'à la perforation définie au chiffre 13° et en ordonnées la tension de perforation au choc définie au chiffre 9°, pour différentes valeurs de tensions de choc de même polarité, de même durée du front et de même durée de mi-amplitude.

#### b) Courants de choc.

17° Un courant de choc est, par analogie avec la définition de la tension de choc (chiffre 1°), un courant unidirectionnel de brève durée. Le front, la durée du front, la raideur du front, la queue et la durée de mi-amplitude ont la

même signification que pour la tension de choc (chiffres 2° à 6°).

18° Un courant de choc normal est un courant de choc dont la durée du front est de 1  $\mu$ s et la durée de mi-amplitude de 25 à 30  $\mu$ s.

### IV. Dispositions concernant les parafoudres et les appareils qui enregistrent leur fonctionnement.

#### 1° Définitions.

1° Un parafoudre<sup>2)</sup> est un dispositif de protection capable d'empêcher l'établissement de tensions dangereuses d'origine atmosphérique entre les conducteurs et la terre, en permettant aux charges qui engendrent ces tensions de s'écouler par une liaison conductrice permanente ou passagère. Ce dispositif de protection doit être conçu de façon à supporter en permanence et sans s'avarier n'importe quel courant de rétablissement du réseau (chiffre IV, 1, 4°) ou interrompre celui-ci en un temps tel, que ses propriétés ne subissent pratiquement aucune modification préjudiciable.

2° La tension nominale ( $U_n$ ) est la tension pour laquelle le parafoudre est dimensionné et désigné.

3° La tension d'essai d'extinction ( $U_i$ ) est la valeur efficace de la tension alternative ou de la tension continue appliquée à l'essai d'extinction (chiffre IV, 8°) aux bornes du parafoudre et à laquelle le parafoudre limite, conformément au chiffre IV, 1, 1°, le courant de rétablissement du réseau (chiffre IV, 1, 4°), de telle sorte qu'il puisse le supporter en permanence ou l'interrompre en un temps tel, que ses propriétés ne subissent pratiquement aucune modification préjudiciable.

4° Le courant de suite du réseau ( $i_n$ ) est le courant continu ou alternatif fourni par les points d'alimentation du réseau et parcourant le parafoudre lorsque le courant de choc a été coupé.

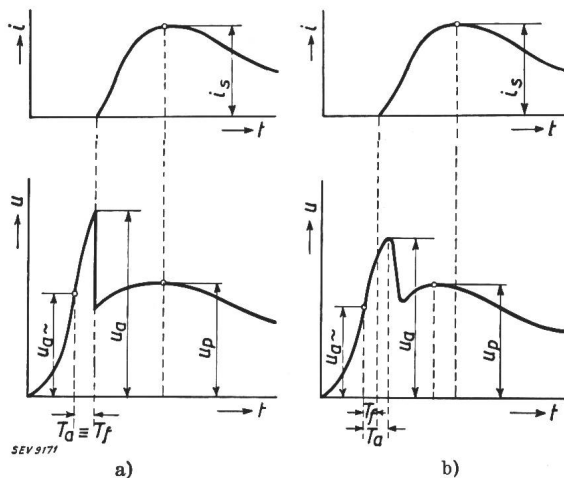


Fig. 3.

Exemples d'oscillogrammes de la tension aux bornes d'un parafoudre.

- a) Parafoudre avec pointe de tension à l'amorçage et résistance sans inertie.  
b) Parafoudre avec pointe de tension à l'amorçage et résistance présentant une certaine inertie.  
c) Parafoudre sans pointe de tension à l'amorçage.

$u_a \sim$  Tension d'amorçage sous tension alternative.  
 $u_s$  Tension d'amorçage sous tension de choc.  
 $u_p$  Tension résiduelle du parafoudre.  
 $T_a$  Retard au fonctionnement du parafoudre.  
 $T_i$  Retard au fonctionnement de l'éclateur du parafoudre.

<sup>2)</sup> Les parafoudres tubulaires et les éclateurs de protection sont mentionnés aux chapitres VIII et IX des présentes recommandations.



5° La tension d'amorçage sous tension continue ou alternative ( $u_{a-}$  ou  $u_{a+}$ ) est la tension continue ou alternative, à laquelle commence le passage du courant dans un parafoudre pour courant continu ou pour courant alternatif.

6° La tension d'amorçage au choc ( $u_a$ ) est la pointe de tension aux bornes du parafoudre, qui s'établit pendant un court instant quand un courant de choc traverse ce parafoudre, et qui dépend de l'éclateur et de la résistance du parafoudre. Cette tension dépend de la durée et de la raideur du front de la tension de choc et du courant de choc. Lorsque la matière de la résistance n'a pas d'inertie, cette tension est uniquement déterminée par l'éclateur du parafoudre; lorsque la matière de la résistance présente une certaine inertie, cette tension dépend en première ligne de la résistance du parafoudre, surtout lorsque l'onde du courant de choc est à front très raide.

7° La tension 50 % d'amorçage ( $u_{a50}$ ) est, par analogie avec la définition du chiffre III, 8°, la valeur de crête de la tension de choc normale, qui provoque dans environ la moitié des cas un passage du courant dans le parafoudre.

8° Le retard au fonctionnement ( $T_a$ ) est le temps qui s'écoule entre le moment où la tension de choc a atteint la valeur de la tension d'amorçage sous tension continue ou alternative ( $f = 15$  à  $60$  Hz) et le moment où la tension d'amorçage au choc est atteinte. Le retard au fonctionnement dépend de la raideur et de la valeur de mi-amplitude de la tension de choc et du courant de choc.

9° La tension résiduelle ( $u_p$ ) est l'amplitude de la tension aux bornes du parafoudre, due à la résistance qu'offre le parafoudre au passage d'un courant de choc. Elle dépend de la durée du front, de la raideur et de la durée de mi-amplitude du courant de choc (fig. 3).

*Commentaire:* La figure 3 représente trois cas typiques de l'allure de la tension aux bornes de différents parafoudres et pour différents courants de choc. L'oscillogramme c) montre que la tension aux bornes d'un parafoudre ne présente pas nécessairement une pointe initiale. Dans ce cas, on ne peut plus parler d'une tension d'amorçage de choc, mais seulement d'une tension résiduelle.

Les contournements d'isolateurs et de parafoudres peuvent être évités, lorsque la tension aux bornes du parafoudre reste constamment en dessous de la caractéristique de contournement des isolateurs, pendant toute la durée du courant de choc. La tension d'amorçage au choc n'est donc importante que si elle dépasse la caractéristique de contournement des isolateurs à protéger.

10° La caractéristique tension aux bornes-courant est la représentation graphique de l'allure de la tension aux bornes d'un parafoudre (en ordonnées) en fonction du courant de choc (en abscisses) pendant un essai de choc (fig. 4).

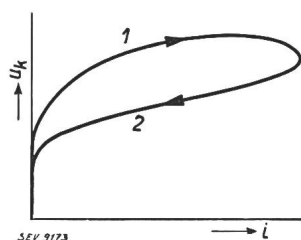


Fig. 4.  
Caractéristique tension aux bornes-courant.

1 Progression du choc.  
2 Régression du choc.

*Commentaire:* Cette caractéristique peut être soit directement relevée sur un oscillogramme, soit construite d'après deux oscillogrammes obtenus simultanément sur le même axe des temps pour la tension aux bornes du parafoudre et pour le courant de choc traversant le parafoudre.

11° La caractéristique tension résiduelle-courant est la représentation graphique de la valeur de la tension résiduelle

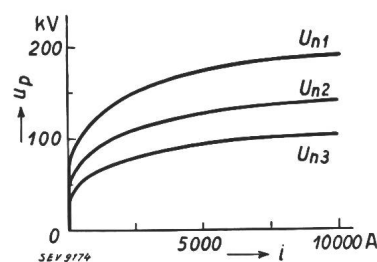


Fig. 5.  
Caractéristique tension résiduelle-courant.

$U_{n1} \dots U_{n3}$  Tension nominale du parafoudre.  
 $i$  Courant de choc.  
 $u_p$  Tension résiduelle.

(en ordonnées) pour différents courants de choc (en abscisses) de même durée du front et de même durée de mi-amplitude (fig. 5).

*Commentaire:* Cette caractéristique se construit d'après plusieurs oscillogrammes mentionnés sous chiffre IV, 1, 10°, obtenus simultanément sur le même axe des temps pour la tension aux bornes du parafoudre et pour le courant de choc traversant le parafoudre.

12° Le pouvoir d'écoulement d'un parafoudre est sa propriété d'écouler, pendant un court laps de temps, une forte charge. Il est défini mathématiquement par l'intégrale  $\int i dt$ , qui doit s'étendre sur toute la durée du courant de choc.

13° Le pouvoir d'écoulement nominal d'un parafoudre est le pouvoir d'écoulement pour lequel le parafoudre est construit et par lequel il est désigné. Le pouvoir d'écoulement nominal s'exprime par l'amplitude du courant de choc  $I_p$  d'une durée de mi-amplitude de 25 à 30  $\mu s$ , qui peut s'écouler par le parafoudre conformément aux dispositions d'essais mentionnées au chiffre IV, 7°, sans que les propriétés du parafoudre ne subissent pratiquement de modifications préjudiciables et sans que la tension résiduelle ne dépasse les valeurs indiquées au tableau I.

#### Limites de la tension résiduelle.

Tableau I.

Tension nominale du parafoudre $U_n$	Tension résiduelle maximum admissible $u_p$
jusqu'à 1 kV	$2 \cdot \sqrt{2} \text{ kV}$
> 1 à 45 kV	$(2,8 \cdot U_n + 10) \cdot \sqrt{2} \text{ kV}$
> 45 kV	$3 \cdot U_n \cdot \sqrt{2} \text{ kV}$

Les pouvoirs d'écoulement nominaux normaux sont: 1500 A, 2500 A, 4000 A et 10 000 A pour des courants de choc d'une durée de mi-amplitude de 25 à 30  $\mu s$ . La valeur de 1500 A n'est admissible que pour les tensions nominales jusqu'à 45 kV, y compris.

14° Le pouvoir d'écoulement maximum d'un parafoudre est la plus forte charge que la résistance du parafoudre est capable d'écouler en un court laps de temps. Il s'exprime par l'amplitude du courant de choc ( $I_p$ ) présentant la brève durée de mi-amplitude (au minimum 5  $\mu s$ ) indiqué sur la plaque signalétique, qui peut être dirigé à travers la résistance du parafoudre conformément aux dispositions d'essais mentionnées au chiffre IV, 10°, sans que cette résistance ne subisse pratiquement de modifications préjudiciables.

En général, le pouvoir d'écoulement maximum (en A) est à peu près inversement proportionnel à la durée de mi-amplitude (en  $\mu s$ ) du courant de choc.

*Commentaire:* L'essai ayant lieu sans éclateur, le pouvoir d'écoulement maximum indique uniquement le comportement de la résistance et non pas celui d'un éclateur faisant éventuellement partie du parafoudre, lors de l'écoulement de brève durée d'une grande charge ou d'un courant de forte intensité. Aucune valeur-limite déterminée n'est prescrite quant à la tension résiduelle pour le pouvoir d'écoulement maximum.

#### 2° Indications à porter sur la plaque signalétique.

La plaque signalétique doit porter les indications suivantes:

- Le nom du fabricant.
- Le type, le numéro de fabrication et, au besoin, l'année de construction. Pour les parafoudres à basse tension, le numéro de fabrication et l'année de construction peuvent être remplacés par un signe caractérisant le genre de construction.
- La nature du courant et la fréquence: p. ex.: 3 ~ 50 (courant alternatif triphasé, 50 Hz).
- La tension nominale.
- Le pouvoir d'écoulement nominal ... A ...  $\mu s$ .
- Au besoin: Le pouvoir d'écoulement maximum ... A ...  $\mu s$ .
- Au besoin: L'altitude maximum admissible.

#### 3° Nature et modalité des essais.

Les essais suivants, auxquels sont soumis les parafoudres, sont des

##### essais de type.

En principe, les essais doivent être entrepris avec des parafoudres terminés et complètement équipés. Si des exceptions sont provisoirement admises, afin de mieux utiliser les installations d'essais, elles seront mentionnées expressément pour

les essais en question. Lorsqu'un essai n'est pas entrepris avec un parafoudre complet, il faut le spécifier pour cet essai.

Les essais ont pour but de constater:

- la tension d'amorçage sous tension continue ou alternative (chiffre IV, 4°).
- la tension d'essai sous tensions de choc et le retard au fonctionnement (chiffre IV, 5°).
- la tension résiduelle pour différents courants de choc (chiffre IV, 6°).
- le pouvoir d'écoulement nominal (chiffre IV, 7°).
- le pouvoir d'extinction (chiffre IV, 8°).
- la stabilité au cours des essais (chiffre IV, 9°).
- le pouvoir d'écoulement maximum de la résistance du parafoudre (chiffre IV, 10°).

Les essais sont normalement entrepris dans l'ordre ci-dessus.

#### 4° Tension d'amorçage sous tension continue ou alternative.

La tension d'amorçage est déterminée sous tension continue ou alternative à la fréquence de 50 Hz, conformément à la nature du courant indiqué sur la plaque signalétique. Si la fréquence de 50 Hz n'est pas disponible, les mesures pourront également se faire à d'autres fréquences comprises entre 15 et 60 Hz.

Cet essai est analogue à celui de la détermination de la tension de contournement d'un isolateur selon les «Règles pour l'essai des isolateurs en porcelaine pour lignes aériennes à haute tension» et les «Règles pour les essais de tension» de l'ASE.

La tension d'amorçage sous tension continue ou alternative doit dépasser le double de la tension nominale du parafoudre.

#### 5° Tension d'amorçage sous tension de choc et retard au fonctionnement.

On détermine, pour chaque polarité de la tension de choc:

- la tension 50 % d'amorçage,
- la tension d'amorçage sous une tension de choc de 5 fois l'amplitude de la tension nominale du parafoudre,
- la tension d'amorçage qui peut se produire éventuellement lors de la détermination de la tension résiduelle spécifiée au chiffre IV, 6°, si cette tension d'amorçage dépasse la tension résiduelle.

La mesure de la tension d'amorçage sous tension de choc et des valeurs correspondantes du retard au fonctionnement, selon A et B, se fait à l'aide de tensions de choc normales.

#### A. Détermination de la tension 50 % d'amorçage.

La tension 50 % d'amorçage peut se déterminer soit à l'oscillographe cathodique, soit à l'éclateur à sphères. La mesure à l'oscillographe cathodique est préférable, car elle est plus précise.

Pour la mesure à l'oscillographe cathodique, on fait varier la tension de choc, tout en observant l'oscillogramme, jusqu'à ce qu'un amorçage du parafoudre se produise dans le 50 % des cas. On détermine alors, pour cette tension de choc, sa valeur moyenne tirée d'au moins 5 oscillogrammes avec amorçage caractérisé du parafoudre et d'au moins 5 autres oscillogrammes sans amorçage du parafoudre. Cette valeur moyenne est la tension 50 % d'amorçage. Les valeurs individuelles relevées pour obtenir la valeur moyenne doivent figurer dans le procès-verbal de l'essai.

La détermination de la tension 50 % d'amorçage à l'aide de l'éclateur à sphères se fait en notant tout d'abord la tension de choc à laquelle, selon les «Règles pour les essais de tension» de l'ASE, le parafoudre ne s'amorce que dans le 10 % des cas, par exemple, puis la tension de choc à laquelle le parafoudre s'amorce dans le 90 % des cas. La moyenne tirée de ces deux tensions de choc est la tension 50 % d'amorçage.

La tension 50 % d'amorçage doit être inférieure aux limites de la tension résiduelle indiquées au chiffre IV, 13°, tableau I; elle doit, d'autre part, dépasser le double de l'amplitude de la tension nominale du parafoudre. Si cela n'est pas le cas, le parafoudre doit supporter sans dommage une plus grande fréquence d'amorçages ou le courant qui le traverse en permanence (pour les parafoudres sans éclateur).

#### B. Détermination de la tension d'amorçage sous une tension de choc de 5 fois l'amplitude de la tension nominale du parafoudre.

Cette tension d'amorçage se détermine à l'oscillographe cathodique. La tension d'amorçage est la moyenne tirée d'au moins 5 oscillogrammes. Les valeurs individuelles doivent être indiquées dans le procès-verbal de l'essai.

Pour limiter le courant qui traverse le parafoudre lors des essais A et B, une résistance ohmique de 500 ohms est normalement insérée entre le générateur de chocs et le parafoudre. Au lieu de cette résistance, on peut également utiliser un conducteur d'une ligne aérienne, ayant au moins 1 km de long et une impédance d'onde de 500 ohms environ.

*Commentaire:* Si la tension 50 % d'amorçage dépassait les limites de la tension résiduelle indiquées au chiffre IV, 13°, tableau I, le parafoudre n'exercerait plus son effet protecteur pour les valeurs d'isolement usuelles. La valeur inférieure de la tension 50 % d'amorçage d'un parafoudre tient compte du fait que les parafoudres ordinaires s'avariaient lorsque les amorçages sont trop fréquents, comme cela peut se produire en cas de surtensions provenant de mises à la terre accidentelles et de couplages. C'est pour éviter de telles avaries, que la tension 50 % d'amorçage doit être généralement supérieure au double de la tension nominale du parafoudre, à moins que ce dernier ne soit construit de façon à supporter sans dommage des amorçages plus fréquents ou le courant qui pourrait éventuellement le traverser en permanence.

#### 6° Tension résiduelle pour différents courants de choc.

Si l'énergie de l'installation de chocs ne permet pas d'essayer le parafoudre complet, l'essai d'un élément du parafoudre est provisoirement admissible. Cet élément doit consister en une même partie, aussi grande que possible, de la résistance et de l'éclateur du parafoudre (c'est-à-dire que si 1/n de la résistance du parafoudre doit être soumis à l'essai, il faut également essayer en corrélation avec cette partie de la résistance 1/n de l'éclateur du parafoudre). Pour les parafoudres qui ne comportent qu'un seul éclateur, leur tension d'amorçage sous tension continue ou alternative doit être réduite à la  $n^{\text{me}}$  partie.

L'énergie de l'installation de chocs doit atteindre au moins 20 kW.

La tension résiduelle est enregistrée par l'oscillographe cathodique, en soumettant le parafoudre complet ou un élément du parafoudre à des courants de choc positifs ou négatifs d'une durée de mi-amplitude de 25 à 30  $\mu$ s, de la valeur prescrite au tableau II.

#### Courants d'essai des parafoudres.

Tableau II.

Pouvoir d'écoulement nominal A	Courants d'essai A
1 500	1 500, 750
2 500	2 500, 1 500, 750
4 000	4 000, 2 500, 1 500
10 000	10 000, 4 000, 1 500

Les parafoudres dont le pouvoir d'écoulement nominal atteint jusqu'à 2500 A doivent être essayés, si possible, avec des courants de choc d'une durée du front de 1  $\mu$ s. Pour les pouvoirs d'écoulement nominaux plus grands, la raideur de l'accroissement du courant doit encore atteindre au moins 2500 A/ $\mu$ s.

Le parafoudre doit supporter, pour chaque valeur de choc, une série de 10 chocs à une demi-minute d'intervalle entre chaque choc, sans subir pratiquement de modification préjudiciable, ni de court-circuit total ou partiel. On le constatera en observant les oscillogrammes du courant et de la tension relevés au cours de cet essai.

Les tensions d'amorçage dont la valeur dépasse celle de la tension résiduelle et qui peuvent être observées sur les oscillogrammes relevés au cours de ces essais, doivent être indiquées conformément au chiffre IV, 4°. L'essai suivant permettra d'en vérifier l'importance:

On branche en parallèle avec le parafoudre un éclateur à tiges, dont la tension 50 % de contournement au choc correspond à la valeur de la tension résiduelle. L'éclateur comporte deux tiges métalliques, d'un diamètre de 8 à 12 mm, coupées perpendiculairement à leur axe. En appliquant au parafoudre des courants d'une raideur allant jusqu'à 2500 A/ $\mu$ s, l'éclateur à tiges ne doit pas fonctionner.

Le procès-verbal doit mentionner, pour chaque courant d'essai, la valeur moyenne des tensions mesurées à ces 10 chocs, c'est-à-dire la tension résiduelle ou la tension d'amorçage.

#### 7° Pouvoir d'écoulement nominal.

Le contrôle du pouvoir d'écoulement nominal se fait en corrélation avec la mesure de la tension résiduelle mentionnée au chiffre IV, 6°. Pour le pouvoir d'écoulement nominal, la tension résiduelle ne doit pas dépasser les valeurs indiquées au chiffre IV, 1°.

#### 8° Pouvoir d'extinction.

Si l'énergie de l'installation de chocs, ainsi que la puissance ou la tension de l'installation d'essais à courant continu ou alternatif ne permettent pas d'essayer le parafoudre complet, cet essai peut provisoirement se faire avec des éléments de ce parafoudre (chiffre IV, 6°), dans le cas de parafoudres dont le pouvoir d'écoulement nominal dépasse 2500 A et dont les tensions nominales dépassent 45 kV. L'énergie de l'installation de chocs doit atteindre au moins 20 kWs. En principe, la puissance de l'installation d'essais à courant continu ou alternatif doit être aussi grande que possible, en tout cas d'une valeur telle que la tension appliquée ne s'abaisse pas en dessous du 90 % de la valeur nominale par suite du rétablissement du courant du réseau dans le parafoudre.

L'essai du pouvoir d'extinction a lieu sous les tensions d'essai d'extinction et avec les courants de choc indiqués au tableau III.

Tensions d'essai d'extinction et courants de choc pour l'essai du pouvoir d'extinction.

Tableau III.

Tensions d'essai d'extinction	Courants de choc pour parafoudres avec pouvoir d'écoulement nominal de	
	1500 A	2500 A et plus
Tension nominale du parafoudre	1500	2500
1,3 fois la tension nominale du parafoudre	1500	2500

Pour les parafoudres dont le pouvoir d'écoulement nominal dépasse 2500 A, on procédera en outre à un essai sur un élément de parafoudre (chiffre IV, 6°) avec un courant d'essai égal au pouvoir d'écoulement nominal du parafoudre. Un tel essai consiste en particulier à essayer un parafoudre de tension nominale moins élevée, constitué par les mêmes éléments.

Sous chacune des tensions d'essai d'extinction, le parafoudre ou l'élément de parafoudre doit fonctionner 10 fois de suite, à environ une demi-minute d'intervalle, avec les courants de choc entrant en ligne de compte. Le parafoudre ou l'élément de parafoudre ne doit subir pratiquement aucune modification préjudiciable, ce qui se constate en comparant les oscillogrammes de la tension aux bornes du parafoudre et du courant qui traverse celui-ci.

L'élément de parafoudre constitué par la  $n^{\text{me}}$  partie d'un parafoudre n'est essayé que sous la  $n^{\text{me}}$  partie des deux tensions d'essai d'extinction prescrites.

Le pouvoir d'extinction des parafoudres qui ne comportent qu'un seul éclateur se détermine par deux essais. Pour le premier essai d'extinction avec la  $n^{\text{me}}$  partie d'un parafoudre, l'éclateur n'est réglé que pour la  $n^{\text{me}}$  partie de la tension d'amorçage sous courant continu ou alternatif. On détermine, pour cet élément de parafoudre, la grandeur du courant de suite du réseau. L'éclateur est ensuite réglé à nouveau pour sa tension normale d'amorçage et on exécute un second essai d'extinction sous 1,3 fois la tension nominale du parafoudre, en utilisant des résistances appropriées qui limitent l'intensité du courant, l'amplitude du courant (d'allure sinusoïdale, par exemple) étant égale à celle du courant de suite du réseau, constatée lors du premier essai.

S'il n'est pas possible de maintenir, au cours de ces essais, une durée de mi-amplitude de 25 à 30  $\mu$ s et une durée du front de 1  $\mu$ s, l'essai sera exécuté de façon que le parafoudre soit sollicité par la même énergie de choc qui équivaut à un courant de choc de la valeur prescrite et d'une durée de mi-amplitude de 25 à 30  $\mu$ s. On peut en particulier admettre

des courants de choc dont la forme se rapproche d'une demi-onde sinusoïdale ou des courants légèrement plus ondulés.

#### 9° Stabilité au cours des essais.

Le parafoudre est soumis à 10 autres chocs de courant de la valeur du pouvoir d'écoulement nominal, dans les mêmes conditions que pour le contrôle du pouvoir d'écoulement nominal. En outre, on vérifie une nouvelle fois la tension d'amorçage sous tension continue ou alternative, spécifiée au chiffre IV, 4°. En comparant ces valeurs avec celles qui ont déjà été obtenues, on ne doit pas constater pratiquement de modifications préjudiciables du parafoudre.

#### 10° Pouvoir d'écoulement maximum.

Le pouvoir d'écoulement maximum est vérifié sur diverses résistances partielles prélevées du parafoudre dont les essais sont terminés ou sur des résistances de parafoudre livrées à cet effet par le commettant. Le procès-verbal doit mentionner dans lequel de ces deux cas, la vérification a eu lieu.

Le pouvoir d'écoulement maximum est contrôlé en soumettant la résistance du parafoudre à 3 séries de 3 chocs de courant, selon les indications de la plaque signalétique. Entre chaque série, la résistance doit pouvoir se refroidir complètement. Les 3 chocs de courant de chaque série doivent avoir lieu en 1 minute.

Si l'installation d'essais de chocs ne permet pas de contrôler le pouvoir d'écoulement maximum conformément aux indications de la plaque signalétique (courant d'écoulement et durée de mi-amplitude), ce contrôle peut être remplacé par un essai avec du courant à ondes amorties. L'intensité du courant doit cependant atteindre la valeur du pouvoir d'écoulement maximum indiqué; en outre, la somme des charges ( $Q$ ) des différentes demi-périodes du courant doit correspondre au produit du pouvoir d'écoulement maximum ( $I_0$ ) par la durée correspondante de mi-amplitude ( $T_0$ ), indiqués

sur la plaque signalétique ( $Q = \int_0^\infty i dt = T_0 \cdot I_0$ ).

En comparant les oscillogrammes, on ne doit pas constater pratiquement de modifications préjudiciables de la résistance du parafoudre.

#### 11° Appareils enregistreurs.

Les appareils qui enregistrent ou comptent les fonctionnements des parafoudres ne doivent pas réduire notablement l'effet protecteur des parafoudres, ni subir de dommage du fait des courants qui s'écoulent par le parafoudre.

Les appareils qui ne sont pas incorporés à un parafoudre doivent porter l'indication du nom du fabricant de l'appareil, ainsi que celle du pouvoir d'écoulement nominal du parafoudre avec lequel l'appareil peut être utilisé.

L'essai des appareils enregistreurs a lieu:

- a) pour les appareils qui sont incorporés à un parafoudre, en liaison avec celui-ci;
- b) pour les appareils qui ne sont pas incorporés à un parafoudre, avec le pouvoir d'écoulement nominal indiqué sur l'appareil, ainsi qu'avec de faibles courants de choc, en vue de déterminer la sensibilité de l'enregistrement.

#### 12° Exemple d'un procès-verbal d'essais.

La maison X a fait examiner un parafoudre portant les indications suivantes:

- a) Nom du fabricant: X.
- b) Type: Af, N° 3338, 1940.
- c) Nature du courant et fréquence: 1 ~ 50.
- d) Tension nominale: 45 kV.
- e) Pouvoir d'écoulement: 2500 A, 30  $\mu$ s.
- f) Pouvoir d'écoulement maximum: 50 000 A, 5  $\mu$ s.

L'épreuve a eu lieu conformément aux «Recommandations pour la protection des installations électriques contre les surtensions d'origine atmosphérique» de l'ASE, selon le schéma de la figure ..., à la station d'essais de Gösigen du FKH. Les résultats sont groupés dans le tableau ci-dessous (tableau IV) et complétés par la reproduction de quelques oscillogrammes.

Tableau IV.

Tension nominale du parafoudre				45 kV (amplitude = 45 $\sqrt{2}$ = 63,6 kV)
<b>I. Tension d'amorçage à <math>f = 50</math> Hz</b>				
Valeurs mesurées: 156, 152, 150, 154, 158				154 kV
Valeur minimum exigée $2 U_n \sqrt{2}$ . . . . .				127 kV
<b>II. Tensions d'amorçage sous tensions de choc et retard au fonctionnement</b>				
<b>A. Tension 50 % d'amorçage</b>				
Valeurs mesurées:				
Mesure	Tension de choc pos.		Tension de choc nég.	
	Le parafoudre fonctionne			
	non	oui	non	oui
1	170	168	162	161
2	162	173	158	164
3	167	170	155	167
4	165	165	160	161
5	161	174	155	162
Moyenne	165	170	158	163
Tension 50 % d'amorçage sous tension de choc positive . . . . .				167,5 kV
Tension 50 % d'amorçage sous tension de choc négative . . . . .				160,5 kV
Valeur maximum admissible de la tension 50 % d'amorçage . . . . .				192,5 kV
<b>B. Tension d'amorçage et retard au fonctionnement sous tension de choc</b>				
$5 \cdot U_n \cdot \sqrt{2} = 225 \sqrt{2} = 301$ kV				
Valeurs mesurées:				
Mesure	Tension de choc pos.		Tension de choc nég.	
	Tension kV	Retard $\mu$ s	Tension kV	Retard $\mu$ s
1	182	0,10	177	0,08
2	177	0,08	171	0,06
3	181	0,10	174	0,07
4	181	0,10	175	0,07
5	179	0,09	178	0,09
Moyenne	180	ca. 0,09	175	ca. 0,07
Tension d'amorçage sous tension de choc positive . . . . .				180 kV
Retard au fonctionnement sous tension de choc positive . . . . .				env. 0,09 $\mu$ s
Tension d'amorçage sous tension de choc négative . . . . .				175 kV
Retard au fonctionnement sous tension de choc négative . . . . .				env. 0,07 $\mu$ s
<b>III. Tension résiduelle pour différents courants de choc; contrôle du pouvoir d'écoulement nominal</b>				
<b>A. Courant écoulé (correspondant au pouvoir d'écoulement nominal)</b>				
Durée de mi-amplitude . . . . .				2500 A
Durée du front . . . . .				28 $\mu$ s
Tension résiduelle . . . . .				1,4 $\mu$ s
Valeur maximum admissible de la tension résiduelle = $(2,8 \cdot U_n + 10)$				187 kV
$\sqrt{2}$ kV . . . . .				192,5 kV
Tension d'amorçage . . . . .				< 187 kV
(Cette tension d'amorçage n'a donc pas d'importance spéciale.)				

<b>B. Courant écoulé (correspondant au courant d'essai 2)</b>		1500 A
Durée de mi-amplitude		30 $\mu s$
Durée du front		1,5 $\mu s$
Tension résiduelle		179,5 kV
<b>C. Courant écoulé (correspondant au courant d'essai 3)</b>		750 A
Durée de mi-amplitude		29 $\mu s$
Durée du front		1,2 $\mu s$
Tension résiduelle		167 kV
<b>IV. Pouvoir d'extinction</b>		
<b>A. Tension d'essai d'extinction (correspondant à <math>U_n</math>)</b>		45 kV
Courant de choc		2500 A
Durée de mi-amplitude		26 $\mu s$
Durée du front		1,5 $\mu s$
Durée du courant: Nombre de demi-périodes		0 bis 1
<b>B. Tension d'essai d'extinction (correspondant à <math>1,3 U_n</math>)</b>		58,5 kV
Courant de choc		2500 A
Durée de mi-amplitude		26 $\mu s$
Durée du front		1,5 $\mu s$
Durée du courant: Nombre de demi-périodes		0 bis 1
<b>V. Stabilité au cours des essais</b>		
<b>A. Courant écoulé (correspondant au pouvoir d'écoulement nominal)</b>		2500 A
Durée de mi-amplitude		28 $\mu s$
Durée du front		1,4 $\mu s$
Tension résiduelle		184 kV
Tension d'amorçage		< 184 kV
<b>B. Tension 50 % d'amorçage</b>		
sous tension de choc positive (moyenne)		164 kV
sous tension de choc négative (moyenne)		158,5 kV
<b>VI. Pouvoir d'écoulement maximum</b>		
Le parafoudre comporte au total 25 blocs de résistances. Sur deux de ces blocs enlevés du parafoudre, à la fin des essais de celui-ci, les valeurs suivantes ont été mesurées pour chacun de ces blocs:		
Courant écoulé		50 500 A
Durée de mi-amplitude		5 ... 6 $\mu s$
Durée du front		2 ... 2,5 $\mu s$
Tension résiduelle, se rapportant à 25 blocs en série		225...235 kV
Ces valeurs se modifient de moins de 5 % pour chaque résistance, entre la première et la troisième série de 3 chocs chacune. Ces résistances sont encore utilisables.		
<b>VII. Remarques et modifications éventuelles:</b>		
Pas de contournement partiel notable.		
Pas de modification permanente.		
Ce parafoudre répond aux «Recommandations pour la protection des installations électriques contre les surtensions d'origine atmosphérique» de l'ASE de 1941.		

## V. Montage des parafoudres.

### 1° Isolement de l'installation à protéger.

Pour que les parafoudres puissent éviter, dans les installations électriques, des contournements provoqués par des surtensions d'origine atmosphérique, l'installation à protéger doit présenter elle-même une certaine résistance minimum aux chocs. L'installation, et également sa partie la plus faible, doivent pouvoir au moins supporter la contrainte exercée par



une tension de choc atteignant la valeur de la tension 50 % d'amorçage et de la tension résiduelle des parafoudres à installer, sans subir aucun dommage, ni aucun contournement. La valeur minimum de la tension d'essai au choc pour l'isolement de l'installation, indiquée au tableau V (voir aussi fig. 6) est déterminée par la relation mentionnée aux chiffres IV, 1, 13°, et IV, 5, A, qui existe entre la tension résiduelle et la tension 50 % d'amorçage d'une part et la tension nominale du parafoudre d'autre part.

#### Résistance aux chocs des installations électriques.

Tableau V.

Tension nominale $U_n$ du parafoudre	Tension d'essai au choc exigée pour l'installation à protéger
jusqu'à 1 kV	$> 2 \cdot \sqrt{2} \text{ kV}$
$> 1 \dots 45 \text{ kV}$	$> (2,8 \cdot U_n + 10) \cdot \sqrt{2} \text{ kV}$
$> 45 \text{ kV}$	$> 3 \cdot U_n \cdot \sqrt{2} \text{ kV}$

Les installations ayant une tension d'essai au choc moins élevée que celle indiquée au tableau V ne peuvent pas être protégées par des parafoudres, ou du moins seulement par des parafoudres dont la tension 50 % d'amorçage et la tension résiduelle sont en conséquence plus faibles. Ces parafoudres doivent toutefois être capables de supporter des fonctionnements plus nombreux, sans que leur pouvoir d'extinction ne soit diminué.

Un parafoudre qui répond aux dispositions du chapitre IV ne peut donc pas nécessairement protéger une installation dont la résistance aux chocs est réduite.

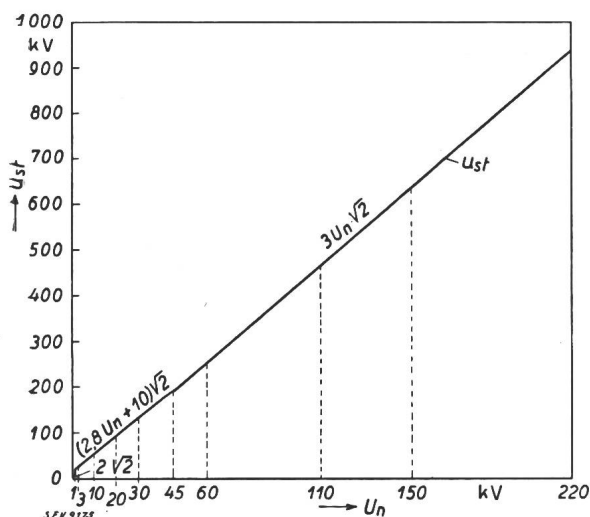


Fig. 6.

#### Résistance aux chocs des installations électriques.

$U_n$  Tension nominale de l'installation à protéger (valeur efficace).

$U_{st}$  Tension d'essai au choc minimum exigée de l'installation à protéger (amplitude).

Dans le cas d'anciennes installations, dont certaines parties présentent une résistance aux chocs moindre que celle indiquée au tableau V, il est parfois préférable et plus économique, pour réaliser une protection efficace, d'utiliser des parafoudres normaux et d'améliorer par contre l'isolement de ces parties faibles, plutôt que de prévoir des parafoudres à tension résiduelle et à tension d'amorçage réduites.

#### 2° Indications à fournir à la commande de parafoudres.

A la commande de parafoudres, il est nécessaire de fournir les indications suivantes :

##### a) Nature du courant.

En principe, il faut faire une distinction entre les parafoudres pour tension continue et les parafoudres pour tension alternative. Les parafoudres pour tension alternative ne peuvent en général pas être utilisés dans les installations à courant continu de même tension de service.

##### b) Fréquence.

Les parafoudres peuvent être généralement utilisés dans les installations où la fréquence diffère jusqu'à  $\pm 20\%$  de

la fréquence nominale indiquée sur la plaque signalétique du parafoudre.

##### c) Tension nominale.

En règle générale, la tension nominale des parafoudres doit être égale à la tension nominale de l'installation à protéger. Font exception, les installations triphasées avec points neutres mis efficacement à la terre. Une mise à la terre du neutre est dite efficace, lorsque la tension de service entre les conducteurs actifs et la terre ne peut jamais atteindre des valeurs qui dépassent le 80 % de la tension de service moyenne (composée) du réseau. C'est le cas pour les couplages

en  $\Delta/\Delta$  ou  $\Delta/\Delta$  des transformateurs et lorsque la

mise à la terre du neutre présente une résistance suffisamment faible. Dans les installations triphasées avec mise à la terre efficace du neutre, la tension nominale du parafoudre peut être choisie au 80 % de la tension nominale de l'installation à protéger.

*Commentaire :* Selon les « Règles de l'ASE pour les valeurs normales des tensions, fréquences et courants pour installations électriques », la tension nominale d'une installation se rapporte aux points de raccordement des récepteurs. Pour les installations de ligne de contact des chemins de fer électriques, elle se rapporte aux points de raccordement des générateurs.

La tension mesurée en un point donné (tension de service) peut varier dans le temps.

La tension moyenne de service en un point donné est la valeur moyenne arithmétique de la tension qui existe en ce point.

La tension moyenne de service de l'ensemble d'un réseau est la valeur arithmétique moyenne de la tension en tous les points de ce réseau.

D'après ces mêmes Règles, le matériel utilisé dans une installation à haute tension ne doit être sollicité au maximum que par une tension de service ne dépassant pas de 15 % la tension nominale du matériel (20 % pour les installations de traction).

##### d) Pouvoir d'écoulement nominal.

En principe il faut choisir des parafoudres dont le pouvoir d'écoulement est aussi grand que possible, surtout pour les installations qui sont raccordées directement à des lignes aériennes sur poteaux en bois sans protection par des éclateurs de protection, des parafoudres tubulaires ou par quelques pylônes en fer à proximité de l'installation. Avec des parafoudres dont le pouvoir d'écoulement est trop faible, il peut arriver que la tension résiduelle soit trop élevée (danger de contournements dans l'installation) ou que le parafoudre soit détruit par suite de forts courants de choc engendrés par des coups de foudre directs sur la ligne à proximité de l'installation.

##### e) Résistance aux chocs de l'installation à protéger.

Il faut indiquer la tension 50 % de contournement au choc des parties les plus faibles de l'installation à protéger, si possible la valeur réellement mesurée. Au cas où une mesure n'est pas possible, on fournira des renseignements qui permettent de déterminer la tension 50 % de contournement au choc de l'endroit le plus faible de l'installation (par exemple l'indication des distances de contournement les plus faibles, le type et le nom du fabricant des isolateurs, traversées, sectionneurs, interrupteurs, transformateurs de puissance, transformateurs de tension transformateurs d'intensité, etc., qui sont installés).

##### f) Altitude de l'installation, à laquelle les parafoudres doivent être utilisés.

Si l'altitude de l'installation à protéger dépasse 1000 m, elle doit également être indiquée à la commande, car un parafoudre n'est en général utilisable que jusqu'à une altitude de 1000 m, si sa plaque signalétique ne porte pas d'indication spéciale à ce sujet.

#### 3° Emplacement des parafoudres.

a) Lorsqu'il s'agit de protéger une installation contre les surtensions d'origine atmosphérique, il faut généralement prévoir un parafoudre pour chaque ligne aérienne introduite dans cette installation et pour chacun des pôles, aussi près que possible de l'introduction de la ligne dans l'installation.

*Commentaire :* Le montage des parafoudres côté « ligne » de l'interrupteur et du sectionneur offre l'avantage que le parafoudre protège encore l'extrémité de la ligne contre un contournement, quand l'interrupteur et le sectionneur sont ouverts. Le montage des parafoudres côté « installation » de l'interrupteur offre par contre l'avantage de réduire la distance qui sépare les parafoudres des objets à protéger (pos-



sibilité de protéger des installations plus étendues en évitant de monter des parafoudres supplémentaires — cf b) et c).

b) En général, une installation et les appareils électriques qu'elle renferme peuvent être considérés comme étant suffisamment protégés par les parafoudres montés à l'endroit d'introduction des lignes, lorsque la distance (mesurée le long de la ligne) entre l'un quelconque des parafoudres et l'un quelconque des objets à protéger (par exemple interrupteur, transformateur de puissance, transformateur d'intensité, régulateur d'induction, traversée, extrémité d'une barre omnibus) de l'installation ne dépasse pas 25 m pour les installations jusqu'à une tension nominale de 45 kV, ou 75 m pour les installations dont la tension nominale dépasse 45 kV.

c) Si la distance entre l'un quelconque des parafoudres et l'un quelconque des objets à protéger de l'installation dépasse les valeurs indiquées sous b) et si ces objets constituent des parties faibles de l'isolement de l'installation, il y a lieu de monter d'autres parafoudres sur ces objets ou à leur proximité (distance maximum indiquée sous b), afin d'éviter des contournements à ces objets plus éloignés du parafoudre.

d) Lorsque l'on peut être sûr que toutes les lignes aériennes introduites dans une installation sont toujours branchées en service normal sur la même barre omnibus, il suffit de raccorder à la barre omnibus un seul jeu de parafoudres, en maintenant bien entendu les distances maxima indiquées sous b).

e) Les postes de transformation équipés de transformateurs triphasés à 220/380 V d'une puissance d'au moins 100 kVA ne nécessitent pas de parafoudres du côté basse tension, lorsque le point neutre de l'enroulement basse tension du transformateur est directement mis à la terre (art. 26 de l'Ordonnance sur l'établissement, l'exploitation et l'entretien des installations électriques à fort courant de 1933), car les surtensions provenant du réseau à basse tension peuvent suffisamment s'écouler par l'enroulement du transformateur.

*Commentaire:* La longueur et l'impédance de l'enroulement à basse tension sont si faibles dans ces transformateurs, qu'il ne se produit pratiquement aucune accumulation lors de l'arrivée de surtensions d'origine atmosphérique; ces surtensions peuvent en effet s'écouler sans entrave à la terre par l'enroulement.

#### 4° Lignes de terre.

Les bornes de terre des parafoudres doivent être reliées, par des lignes de terre aussi courtes que possible, à la terre de protection ou de service la plus rapprochée (cf. art. 15, 16, 19 et 20 de l'Ordonnance sur l'établissement, l'exploitation et l'entretien des installations électriques à fort courant de 1933).

#### 5° Dispositifs de sectionnement des parafoudres.

Selon l'art. 63 de l'Ordonnance sur l'établissement, l'exploitation et l'entretien des installations électriques à fort courant de 1933, les parafoudres doivent pouvoir être sectionnés des autres parties sous tension de l'installation, à l'aide d'interrupteurs, sectionneurs ou coupe-circuit, pour permettre leur contrôle ou leur revision.

Les coupe-circuit doivent être capables de supporter le pouvoir d'écoulement nominal du parafoudre et d'interrompre rapidement le courant de mise à la terre accidentelle ou de court-circuit qui pourrait s'établir en cas d'avarie du parafoudre. On peut renoncer au montage de dispositifs de sectionnement en avant des parafoudres dans les postes de faible importance, lorsque ceux-ci peuvent être mis entièrement hors tension par un interrupteur de ligne aérienne prévu à proximité du poste. Des points de sectionnement peuvent être également supprimés là où les parafoudres sont montés près d'interrupteurs de lignes aériennes ou d'autres objets semblables de peu d'importance. Dans ce cas, il faut demander chaque fois une autorisation à l'Inspectorat des installations à fort courant.

#### 6° Protection des installations intérieures.

La protection des installations intérieures à l'aide de parafoudres fait l'objet de directives spéciales<sup>3)</sup>.

### VI. Dispositions concernant les capacités de protection.

#### 1° Définitions.

1° Une **capacité de protection** (câbles et condensateurs) est un dispositif de protection dont la capacité électrique

<sup>3)</sup> Actuellement en préparation.

permet d'absorber une charge d'origine atmosphérique et de réduire ainsi la dangereuse tension de choc que cette charge engendre entre les conducteurs et la terre à des valeurs non dangereuses. Contrairement à un parafoudre, ce dispositif réduit non seulement la valeur, mais aussi la raideur du front de l'onde de la tension de choc.

*Commentaire:* Du fait que les capacités de protection ne possèdent pas d'éclateur, contrairement aux parafoudres, l'effet protecteur agit déjà à l'arrivée de tensions de choc de faible valeur.

2° La **tension nominale** est la tension par laquelle la capacité de protection est désignée et pour laquelle son isolation est prévue.

*Commentaire:* Comme pour tout le matériel, la tension nominale détermine la valeur de la tension d'essai appliquée lors des essais de rigidité diélectrique de brève durée (essai de choc, essais d'une minute, etc.).

3° La **tension nominale polaire**<sup>4)</sup> (tension permanente) est la tension en régime permanent pour laquelle chaque pôle du diélectrique d'une capacité de protection (pôle d'un câble, pôle d'un condensateur) branchée entre pôle et terre est dimensionnée.

*Commentaire:* La tension nominale polaire détermine la valeur de la tension d'essai appliquée lors des essais de rigidité diélectrique de longue durée (cycles d'échauffement et de pertes, essais de stabilité, etc.).

4° La **tension de service polaire**<sup>4)</sup> est la tension de service entre pôle et terre.

*Commentaire:* Dans un réseau triphasé symétrique, la tension de service polaire (en régime normal par exemple)

est égale à  $\frac{1}{\sqrt{3}}$  fois la tension de service composée. Dans

un réseau triphasé avec pôle mis à la terre ou durant une mise à la terre accidentelle dans un réseau triphasé qui n'est pas mis normalement à la terre, cette tension est égale à la tension de service composée.

5° La **capacité d'un condensateur ou d'un câble** dont le diélectrique est soumis à une sollicitation radiale (câble à un seul conducteur, câble protégé contre les effluves) est la capacité en  $\mu F$  par pôle. Dans les câbles dont le diélectrique n'est pas uniquement soumis à une sollicitation radiale (câbles à ceinture), la capacité par pôle qui réagit aux surtensions d'origine atmosphérique est

a) pour les surtensions affectant un seul pôle: une valeur intermédiaire entre la capacité d'un pôle par rapport à la terre, ainsi qu'au deux autres pôles isolés de la terre, et la capacité d'un pôle par rapport à la terre, ainsi qu'aux deux autres pôles mis à la terre;

b) pour les surtensions affectant les trois pôles: la valeur de la capacité des trois pôles en parallèle par rapport à la terre, divisée par 3.

6° La **tension résiduelle** est l'amplitude de la tension aux bornes de la capacité de protection quand celle-ci dissipe une charge d'origine atmosphérique. Elle dépend de la grandeur de la capacité et de celle de la charge dissipée. De son côté, la charge dépend de la valeur et de la durée de mi-amplitude du courant de choc absorbé par la capacité de protection.

*Commentaire:* Pour une capacité donnée, la tension résiduelle augmente proportionnellement à la charge dissipée.

7° La **raideur résiduelle** est la raideur du front de la tension aux bornes de la capacité de protection, lors de la dissipation d'une charge d'origine atmosphérique. Elle dépend de la grandeur de la capacité et de celle du courant de choc absorbé.

*Commentaire:* Pour les câbles, il faut tenir compte de la répartition de la capacité de protection sur toute la longueur du câble. La raideur du front est la moyenne de la courbe en escalier.

#### 2° Relations entre la tension résiduelle, la capacité et la charge.

La charge d'une capacité de protection est donnée par le produit de la capacité par la tension résiduelle. Pour que la tension résiduelle ne dépasse pas une valeur admissible, la capacité doit atteindre une certaine valeur minimum pour une charge donnée.

Une capacité de protection doit être capable d'absorber une charge qui corresponde au moins à un courant de choc normal d'une amplitude de 1500 A et d'une durée de mi-amplitude de 25 à 30  $\mu s$ . La tension résiduelle doit dans ce

<sup>4)</sup> Ces notions seront probablement modifiées.

cas rester inférieure à la tension de contournement au choc de l'installation à protéger. Cette tension de service variant souvent beaucoup d'une installation à l'autre, les valeurs nécessaires de la capacité se calculent d'après la valeur de l'isolement de l'installation (installations faiblement isolées et installations bien isolées). Dans ces deux cas la tension résiduelle ne doit pas dépasser les valeurs indiquées au tableau VI.

Valeurs maxima de la tension résiduelle.

Tableau VI.

Tension nominale $U_n$ de la capacité de protection kV	Tension résiduelle maximum admissible kV
jusqu'à 1	$2\sqrt{2}$
$> 1 \dots 45$	$\begin{cases} (2,8 U_n + 10) \cdot \sqrt{2}^1) \\ \text{ou} \\ (2 U_n + 50) \cdot \sqrt{2}^2) \end{cases}$
$> 45$	$3 U_n \cdot \sqrt{2}$

<sup>1)</sup> Pour installations faiblement isolées.

<sup>2)</sup> Pour installations bien isolées.

Au courant de choc de 1500 A correspond une tension d'arrivée d'une amplitude de 400 kV environ. Pour dissiper des surtensions plus élevées il faudrait des capacités encore plus grandes qui seraient toutefois peu économiques. Il en va de même pour les courants de choc dont la valeur augmente par oscillations et qui peuvent être engendrés à proximité par des coups de foudre sur la ligne.

### 3° Indications à porter sur la plaque signalétique.

La plaque signalétique doit porter les indications suivantes:

- Le nom du fabricant.
- La nature du courant et la fréquence: p. ex. 3 ~ 50 (courant alternatif triphasé, 50 Hz).
- La tension nominale.
- La tension nominale polaire <sup>4)</sup>.
- La capacité en  $\mu\text{F}$  par pôle.
- La tension résiduelle admissible.

### 4° Nature et modalité des essais.

#### A. Essais des câbles servant de capacité de protection.

Les câbles servant de capacité de protection doivent supporter les essais suivants:

- Les essais indiqués dans les «Recommandations pour câbles à haute tension» de l'ASE.
- Un essai de rigidité diélectrique de brève durée sous une tension égale à la tension résiduelle (chiffre VI, 5°).

#### B. Essais des condensateurs servant de capacité de protection.

Les condensateurs servant de capacités de protection doivent supporter les essais suivants:

- Les essais indiqués dans les «Recommandations pour l'épreuve de condensateurs statiques destinés à l'amélioration du facteur de puissance des réseaux à courant alternatif jusqu'à 100 p.p.s».
- Un essai de rigidité diélectrique de brève durée sous une tension égale à la tension résiduelle (chiffre VI, 5°).

### 5° Essai de rigidité diélectrique de brève durée sous une tension égale à la tension résiduelle.

Une tension continue de valeur égale à celle de la tension résiduelle (tableau VI) est appliquée pendant 1 minute au câble ou au condensateur complètement équipés en ordre de marche; l'isolement ne doit subir de ce fait ni avarie, ni contournement.

## VII. Montage des capacités de protection.

### 1° Isolement des installations à protéger et des lignes aériennes qui leur sont raccordées.

Pour que les capacités de protection (câbles et condensateurs) puissent éviter, dans les installations électriques, des contournements, provoqués par des surtensions d'origine atmosphérique, l'installation à protéger doit présenter elle-même une certaine résistance minimum aux chocs. L'installation, et également sa partie la plus faible, doivent pouvoir au moins supporter la contrainte exercée par une tension de choc atteignant la valeur de la tension résiduelle des capa-

cités de protection à installer, sans subir aucun dommage, ni aucun contournement. En tenant compte de la relation (mentionnée au chiffre VI, 2°) qui existe entre la tension résiduelle de la capacité de protection et sa tension nominale, la valeur minimum de la tension d'essai au choc pour l'isolement de l'installation est indiquée au tableau VII (voir aussi figure 7).

### Résistance aux chocs des installations électriques.

Tableau VII.

Tension nominale $U_n$ de la capacité de protection kV	Tension d'essai au choc exigée pour l'installation à protéger kV
jusqu'à 1	$> 2\sqrt{2}$
$> 1 \dots 45$	$\begin{cases} > (2,8 U_n + 10) \cdot \sqrt{2}^1) \\ \text{ou} \\ > (2 U_n + 50) \cdot \sqrt{2}^2) \end{cases}$
$> 45$	$> 3 U_n \cdot \sqrt{2}$

<sup>1)</sup> Pour installations faiblement isolées.

<sup>2)</sup> Pour installations bien isolées.

La grandeur de la charge absorbée par les capacités de protection ayant été limitée, pour des raisons d'ordre économique, à un courant de choc d'une amplitude de 1500 A et d'une durée de mi-amplitude de 25 à 30  $\mu\text{s}$  (chiffre VI, 2°), il faut faire en sorte que les surtensions atteignant la capacité de protection soient limitées à 400 kV. On peut réaliser cette condition en installant des éclateurs de protection sur la ligne aérienne (voir chiffre IX).

### 2° Indications à fournir à la commande de capacités de protection.

A la commande de capacités de protection, il est nécessaire de fournir les indications suivantes:

#### a) Nature du courant.

En principe, il faut faire une distinction entre les capacités de protection pour tension continue et les capacités de protection pour tension alternative. Les capacités de protection pour tension continue ne peuvent en général pas être utilisées dans les installations à courant alternatif de même tension de service.

#### b) Fréquence.

Les capacités de protection peuvent être généralement utilisées dans les installations où la fréquence diffère jusqu'à  $\pm 20\%$  de la fréquence nominale indiquée sur la plaque signalétique de la capacité de protection.

#### c) Tension nominale.

En règle générale, la tension nominale de la capacité de protection doit être égale à la tension de service moyenne de l'installation à protéger.

#### d) Tension nominale polaire.

Pour les câbles dont le diélectrique n'est pas uniquement soumis à des sollicitations radiales (câbles à ceinture), la tension nominale polaire est égale à la tension nominale du câble.

Pour les câbles dont le diélectrique est soumis à des sollicitations radiales (câbles à un seul conducteur, câbles protégés contre les effluves), la tension nominale polaire dans les réseaux triphasés doit être choisie égale à la tension nominale divisée par  $\sqrt{3}$  (réseaux à mise à la terre efficace du point neutre ou réseaux sans mise à la terre normale, mais qui présentent une mise à la terre accidentelle d'une durée de 2 h au maximum) ou égale à la tension nominale du câble (réseau sans mise à la terre normale, mais qui présente une mise à la terre accidentelle de durée quelconque ou réseau avec pôle à la terre). En ce qui concerne la mise à la terre efficace du point neutre, voir au chiffre V, 2 c).

#### e) Résistance aux chocs de l'installation à protéger.

Il faut indiquer la tension 50 % de contournement au choc des parties les plus faibles de l'installation à protéger, si possible la valeur réellement mesurée. Au cas où une mesure n'est pas possible, on fournira les renseignements qui permettent de déterminer la tension 50 % de contournement au choc de l'endroit le plus faible de l'installation (par exemple l'indication des distances de contournement les plus

faibles, le type et le nom du fabricant des isolateurs, traversées, sectionneurs, interrupteurs, transformateurs de puissance, transformateurs d'intensité, transformateurs de tension, etc., qui sont installés).

f) *Capacité.*

En admettant un courant de choc d'une amplitude de 1500 A et d'une durée de mi-amplitude de 30  $\mu$ s, ainsi qu'une tension résiduelle admissible selon le tableau VI, les capacités nécessaires s'obtiennent à l'aide des formules indiquées au tableau VIII. On admet en outre que le choc se produit au moment de la phase la plus défavorable de la tension de service (choc se produisant à l'amplitude de même nom de la tension de service).

Formules pour le calcul des capacités minima exigées.

Tableau VIII

Tension nominale de l'installation à protéger $U_n$ kV	Capacité minimum exigée ( $U_n$ en kV) $\mu$ F
jusqu'à 1	$\frac{30 \cdot 1500}{2 \cdot 1000 \sqrt{2}} = \text{env. } 16$
> 1 ... 45	$\frac{30 \cdot 1500}{(2,8 U_n - U_n + 10) \cdot 1000 \sqrt{2}} = \frac{45^1}{(1,8 U_n + 10) \sqrt{2}}$ ou $\frac{30 \cdot 1500}{(2 U_n - U_n + 50) \cdot 1000 \sqrt{2}} = \frac{45^2}{(U_n + 50) \sqrt{2}}$
> 45	$\frac{30 \cdot 1500}{(3 U_n - U_n) \cdot 1000 \sqrt{2}} = \frac{45}{2 U_n \sqrt{2}}$

<sup>1)</sup> Pour installations faiblement isolées.  
<sup>2)</sup> Pour installations bien isolées.

Contrairement aux parafoudres, pour lesquels la valeur de la tension résiduelle ne dépend que dans une faible mesure de la valeur du courant de choc, il est possible de réduire la tension résiduelle dans le cas de capacités de protection en réduisant la surtension qui s'en approche. Dans certains cas, il est même possible d'obtenir une protection encore efficace avec de plus petites capacités, lorsque le montage sur la ligne d'éclateurs de protection limite à moins de 400 kV la surtension qui s'approche des capacités de protection et si une bonne mise à la terre de ces éclateurs empêche en outre que le courant ne dépasse 1500 A par oscillations successives.

Commentaire: Le tableau IX et la fig. 7 indiquent les valeurs minima de la résistance aux chocs des installations à protéger, en partant de différentes tensions nominales, ainsi que les capacités minima exigées, calculées à l'aide des formules du tableau VIII.

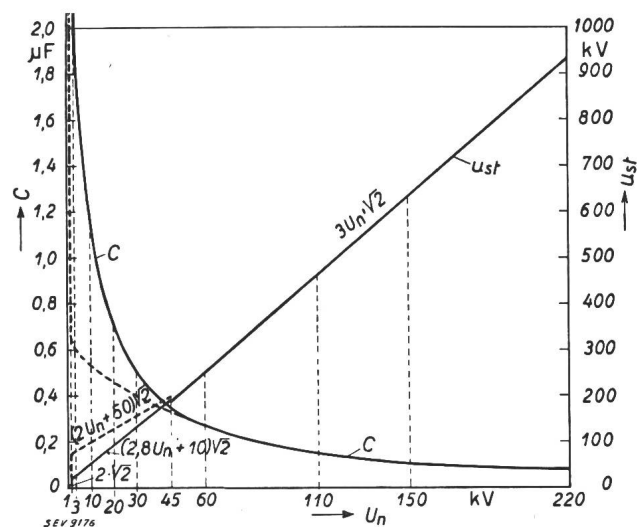


Fig. 7.

Résistances aux chocs de l'installation à protéger et capacités minima exigées.

$U_n$  Tension nominale de l'installation à protéger (valeur efficace).

$U_{st}$  Tension d'essai au choc exigée au minimum pour l'installation à protéger (amplitude).

$C$  Capacités minima exigées.

Résistance au chocs des installation à protéger et capacités minima exigées.

Tableau IX.

Tension nominale de l'installation à protéger kV	Tension d'essai au choc exigée pour l'installation à protéger kV	Capacités minima exigées $\mu$ F
jusqu'à 1	> 2,8	16
3	> 26 ou > 79	2,07 ou 0,60
(6)	> 38 > 88	1,53 0,57
10	> 54 > 99	1,14 0,53
(15)	> 74 > 113	0,86 0,49
20	> 94 > 127	0,70 0,46
30	> 133 > 156	0,50 0,40
45	> 192 > 198	0,35 0,34
60	> 255	0,27
(80)	> 340	0,20
110	> 467	0,145
150	> 635	0,106
220	> 935	0,073

Lorsque 2 chiffres sont indiqués, celui de la première colonne s'entend pour une installation faiblement isolée et celui de la deuxième colonne pour une installation bien isolée (voir tableau VIII).

3° Disposition des capacités de protection.

a) Lorsqu'une installation doit être protégée contre les surtensions d'origine atmosphérique, chaque système complet de barres omnibus de cette installation exige au moins une capacité de protection de la grandeur prescrite au chiffre VII, 2°.

b) Lorsque certaines lignes doivent être séparées des barres omnibus au cours du service et que des contournements doivent être évités aux extrémités libres de ces lignes, ces extrémités doivent également être équipées d'une capacité de protection de la grandeur prescrite au chiffre VII, 2°.

c) Dans les installations alimentées par un nombre  $n$  de lignes aériennes, reliées à la même barre omnibus, la capacité de protection mentionnée sous a) peut être répartie entre les différents points d'introduction.

d) En ce qui concerne les distances maxima admissibles entre la capacité et les objets à protéger, les considérations sont les mêmes que dans le cas de parafoudres (voir chiffre V, 3°).

4° Lignes de terre.

Les bornes de terre des capacités de protection doivent être reliées par des lignes de terre aussi courtes que possible à la terre de protection ou de service la plus rapprochée (cf. art. 15, 16, 19 et 20 de l'Ordonnance sur l'établissement, l'exploitation et l'entretien des installations électriques à fort courant de 1933, qui s'appliquent également aux capacités de protection).

Les câbles servant de capacités de protection doivent être posés dans un sol aussi bon conducteur que possible, sinon il faudra les relier à une bonne terre, non seulement dans l'installation elle-même, mais aussi au point de transition entre ligne aérienne et câble, faute de quoi, l'effet protecteur serait diminué.

5° Dispositifs de sectionnement des capacités de protection.

Selon l'art. 63 de l'Ordonnance sur l'établissement, l'exploitation et l'entretien des installations électriques à fort courant de 1933, les capacités de protection doivent pouvoir être sectionnées des autres parties sous tension de l'installation, pour permettre leur contrôle ou leur révision. En raison de la grande puissance réactive des condensateurs et des câbles, ce sectionnement doit généralement se faire à l'aide d'interrupteurs.

On peut renoncer au montage de dispositifs de sectionnement en avant des capacités de protection dans les postes de transformateurs de faible importance, lorsque ceux-ci peuvent être mis entièrement hors tension par un interrupteur de ligne aérienne prévu à proximité du poste et d'une puissance suffisante. Dans ce cas, il faut demander une autorisation à l'Inspectorat des installations à fort courant.

VIII. Parafoudres tubulaires <sup>5)</sup>. IX. Eclateurs de protection <sup>5)</sup>. X. Câbles de terre pour la protection d'une zone rapprochée <sup>5)</sup>.

<sup>5)</sup> Actuellement en préparation.