

**Zeitschrift:** Bulletin de l'Association suisse des électriciens  
**Herausgeber:** Association suisse des électriciens  
**Band:** 18 (1927)  
**Heft:** 3

**Artikel:** Résultats d'une enquête relative à la protection contre les surtensions  
**Autor:** [s.n.]  
**DOI:** <https://doi.org/10.5169/seals-1058616>

#### **Nutzungsbedingungen**

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften auf E-Periodica. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen sowie auf Social Media-Kanälen oder Webseiten ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. [Mehr erfahren](#)

#### **Conditions d'utilisation**

L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. La reproduction d'images dans des publications imprimées ou en ligne ainsi que sur des canaux de médias sociaux ou des sites web n'est autorisée qu'avec l'accord préalable des détenteurs des droits. [En savoir plus](#)

#### **Terms of use**

The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. Publishing images in print and online publications, as well as on social media channels or websites, is only permitted with the prior consent of the rights holders. [Find out more](#)

**Download PDF:** 13.01.2026

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

## Elektrizitätswerksbetrieb. — Exploitation de centrales d'électricité.

### Résultats d'une enquête relative à la protection contre les surtensions.<sup>1)</sup>

Par le Secrétariat général de l'A.S.E. et de l'U.C.S.

621.319.8 (001)

L'enquête menée par le secrétariat général a été provoquée par les observations qu'a faites une centrale suburbaine dans une station transformatrice de construction récente, équipée sans appareils de protection contre les surtensions, et où quelques éclatements et percements se sont produits à des isolateurs et à des transformateurs de courant, pendant des orages. La sous-station en cause est située à l'extrémité d'une ligne à 45 kV, de 31 km de longueur, tandis qu'on n'a observé aucune perturbation dans une station identique, mais située au km 19. Ainsi se pose la question de savoir si l'on peut supprimer sans inconvénients tout appareil de protection contre les surtensions dans les stations en bout de lignes aériennes, ou, dans le cas contraire, de quelle nature doivent être les dispositifs à prévoir.

Plusieurs années s'étant écoulées depuis la publication du „Guide pour la protection des installations électriques à courant alternatif contre les surtensions“<sup>2)</sup> (désigné en abrégé par „Guide“ dans la suite de cet exposé), nous avons volontiers saisi cette occasion de demander aux centrales quelles expériences elles ont faites avec le „Guide“, dans la mesure où l'on y a eu recours à l'occasion d'installations nouvelles ou de transformations.

La circulaire et le questionnaire ont été adressés à 31 centrales importantes possédant un réseau aérien étendu; 26 y ont répondu. *A la fin de ce rapport nous avons rassemblé dans un tableau l'essentiel des réponses.* Nous donnons ci-après un commentaire de ces résultats:

#### I. Les installations en bout de ligne semblent plus menacées que les autres.

19 centrales ont répondu à la question: avez-vous observé que des installations situées au bout de lignes aériennes sont plus exposées aux surtensions que celles placées en plein parcours? 5, soit le 21 % environ, n'ont rien constaté de semblable, en revanche les 14 autres (79 %) répondent affirmativement à la question, 3 d'entre elles (No. 4, 19 et 20) sous certaines réserves. Nous relevons plus particulièrement les réponses suivantes:

La *centrale No. 1*<sup>3)</sup> possède des stations de transformation identiques, au bout et le long de la ligne. En temps d'orage les premières ont à souffrir d'éclatements et de percements d'isolation. On estime là que ce serait une faute d'abandonner les appareils de protection contre les surtensions dans les stations placées en tête de ligne.

*Centrale No. 2.* Dans un transformateur monté en étoile et dont le neutre était isolé, il s'est produit du côté haute tension un éclatement entre le neutre et la terre à une distance dans l'air de 1150 mm, alors que la distance phase-terre n'est que de 950 mm. On présume dans ce cas un phénomène de résonance dans le circuit du neutre, dont la naissance serait due à l'arrivée d'ondes mobiles dans le système oscillant formé par la capacité et l'inductivité réparties le long des éléments du transformateur<sup>4)</sup>.

*Centrale No. 3.* Dans un réseau à 6 kV, de faible étendue, on n'a pas constaté que les stations en bout de ligne soient plus menacées que les autres.

1) Des tirages à part sont en vente au Secrétariat général de l'A.S.E. et de l'U.C.S. au prix de 50 cts. (30 cts. pour les membres de l'A.S.E.).

2) Voir Bulletin A.S.E. 1923. No 6.

3) La numérotation des centrales figure dans la colonne 1 du tableau annexé à ce rapport, lequel indique aussi de quel genre d'appareils de protection il s'agit.

4) Voir Gabor: Einige Untersuchungen mit dem Kathodenstrahloscillographen zur Aufklärung von Ueberspannungerscheinungen; Elektrizitätswirtschaft 1926, No 413, juillet, I.

*Centrale No. 4.* Avec l'emploi de condensateurs et de selfs de mise à terre, le danger ne paraît pas être plus grand pour les stations en bout de ligne. Par contre, lors de surtensions, des éclatements se sont produits à maintes reprises dans des installations à 50 et à 15 kV, dans les transformateurs placés au bout des barres collectrices.

*Centrale No. 5.* Dans le réseau à 16 kV, les phénomènes de surtension sont plus fréquents aux stations de transformation situées à l'extrême de longues lignes aériennes (éclatements entre cornes, détériorations) que dans les autres. Sur le réseau à 50 kV, on n'a rien observé de semblable.

*Centrale No. 6.* Les installations sont exploitées seulement depuis 1924 et 1925.

*Centrale No. 7.* Les éclatements sont plus fréquents dans les stations terminales, notamment aux bornes de transformateurs.

La *centrale No. 10* possède à tous les points terminus du réseau des cornes branchées en étoile et mises à la terre à travers une quatrième corne. En temps ordinaire, ces cornes sont déconnectées dans les stations placées le long des lignes, mais ces appareils sont réenclenchés dans les périodes orageuses, où les éclatements se produisent de façon répétée.

La *centrale No. 11* constate que les stations terminales sont plus exposées que les autres, surtout si elles sont équipées avec des transformateurs à air. En 1915/16 on a utilisé du fil de fer émaillé pour prolonger les lignes existantes, ce qui contribue probablement à protéger les stations de transformation.

*Centrale No. 13.* Au cours des dernières années, il ne s'est produit que 2 éclatements à des sectionneurs ouverts placés en *bout* de ligne, pendant des orages.

La *centrale No. 17* a constaté un danger plus accentué à divers endroits, mais surtout à des entrées de 45 kV dans une station de tête. Des cornes avec résistance liquide placées dans la ligne aboutissant à la station ont eu pour conséquence une amélioration frappante.

La *centrale No. 19* est d'avis qu'un danger plus grand existe, toutefois seulement dans les cas où la ligne aérienne n'est pas protégée par un fil de terre tendu au-dessus d'elle.

*Centrale No. 20.* Un danger plus grand n'a été constaté que lorsque les lignes passent en montagne.

La *centrale No. 21* parle de dommages à des interrupteurs à huile, à des isolateurs et à des dispositifs de mesure côté secondaire, provoqués par de très grosses surtensions. Une station de couplage et de mesure située en pleine ligne a été moins affectée par ces surtensions.

La *centrale No. 24* n'a pas fait d'observations pareilles, mais rend attentif à la résistance d'isolation élevée de son installation, due au fait que cette dernière n'est pas encore exploitée à la tension pour laquelle elle est prévue.

La *centrale No. 26* possède une sous-station sans appareils de protection, à l'extrême d'une première ligne à 60 kV. Les transformateurs ont été essayés selon les normes de l'A. S. E., quant à leur pouvoir isolant et à la sécurité vis-à-vis des ondes à front raide. Depuis une année, le service s'est fait sans aucune perturbation. On a protégé par des bobines de self un auto-transformateur relié par un raccord de 4 km de longueur au milieu de la ligne précitée, et alimentant une deuxième ligne de 50 km. Bien que ce transformateur soit placé dans le courant de la ligne, des percements se sont produits aux bornes et dans les enroulements. On ne peut toutefois en déduire que le danger de surtensions soit plus grand dans une station intermédiaire, étant donné que le transformateur envisagé est placé à l'extrême de la deuxième ligne et que les conditions ne sont pas les mêmes pour la première ligne, puisque la station de tête ne possède pas d'appareils de protection, tandis que la station intermédiaire est équipée avec des bobines de self qui peuvent donner lieu elles-mêmes à des perturbations (voir aussi la remarque concernant la centrale No. 26 sous b) Bobines de self, à la 5<sup>e</sup> page de ce rapport).

Nous nous croyons autorisés à conclure de ces nombreuses expériences d'exploitation que les stations terminales sont généralement plus exposées aux surtensions que les autres. Dans la littérature technique<sup>5)</sup>, on a rendu attentif depuis longtemps déjà à la réflexion des ondes, lorsqu'elles passent d'un circuit ou conducteur à d'autres, caractérisés par des constantes différentes (passage de la ligne aérienne à des résistances ohmiques ou inductives). Ces réflexions plus ou moins parfaites provoquent des élévations de tension, qui peuvent atteindre p. ex. le double de l'onde incidente à l'extrémité ouverte de la ligne (réflexion totale). L'amplitude de l'onde mobile étant souvent inférieure à la tension d'éclatement, rien d'anormal ne se passe sur la ligne; ce n'est qu'au moment où une réflexion se produit, avec élévation consécutive de la tension, qu'un éclatement s'amorce au point de réflexion, c. à. d. au bout de la ligne. En ces points sensibles se trouvent souvent des sectionneurs ouverts (voir remarque de la centrale No. 13). les extrémités de barres collectrices (No. 4), des bornes de transformateurs (No. 7) ou des transformateurs de tension. Dans un article récent<sup>6)</sup>, *M. Schwenkhagen* attire l'attention sur la nécessité d'éviter les réflexions et les surtensions qui en résultent, par une disposition appropriée des éléments de l'installation, pour combattre efficacement les perturbations dues aux orages. Il propose une ligne de protection (ligne aérienne ou câble) de quelques centaines de mètres de longueur, qui bifurque avant la station à protéger et subdivise les ondes mobiles, de sorte que leur amplitude est réduite à la moitié environ de celle de l'onde incidente. La plus grande valeur atteinte en cas de réflexion est réduite dans la même proportion. Le point de réflexion, dans la station, n'est porté que peu à peu à la tension totale de l'onde mobile et l'on évite ainsi le front raide de cette dernière. On peut obtenir encore une amélioration en ramenant la ligne de protection au point de bifurcation, au lieu de la faire cesser brusquement au dernier pylône d'amarrage. Il est indiqué aussi d'en diminuer la caractéristique (Wellenwiderstand) en munissant la ligne aérienne de fils de terre (3 ou plus), ou bien par l'emploi de câbles. Ont peut aussi améliorer les conditions en augmentant la résistance de la ligne de protection et sa perditance: petits diamètres, fil barbelé, en vue d'augmenter les pertes par effet de couronne (voir remarques de la centrale No. 11 à propos de l'extension du réseau au moyen de fil de fer). Le rapport de *Schwenkhagen* se termine par ces mots: „Le principe se trouve être déjà vérifié par les observations recueillies en cours d'exploitation, montrant qu'en temps d'orage les stations en tête de ligne sont plus menacées que les autres. C'est ainsi que l'auteur a connaissance d'un cas où une ligne, normalement non chargée, de 5 km de longueur, dérivée d'une sous-station, a si bien protégé celle-ci que des dommages provoqués par les orages se produisent extrêmement rarement, tandis que l'autre station, en tête de la même ligne, a été atteinte plus fréquemment.“

## II. Genre d'appareils de protection utilisés. Expériences faites.

Nous tirons de notre enquête les données suivantes relatives à l'emploi des appareils de protection contre les surtensions:

- <sup>5)</sup> *O. Heaviside*: Electromagnetic Theory, volume II (1895–1899).  
*K. W. Wagner*: Elektromagnetische Ausgleichsvorgänge in Freileitungen und Kabeln, Leipzig 1908, page 41 et suiv.  
*W. Kummer*: Auftreten und Bekämpfung von Ueberspannungen in elektrischen Anlagen, Schweiz. Bauzeitung, volume LXI, 1913.  
*J. Landry*: Régimes permanents et changements de régime dans les circuits électriques, Bulletin A. S. E. 1914, nos 2–5.  
*K. Kuhlmann*: Grundzüge des Ueberspannungsschutzes in Theorie und Praxis. Bulletin A. S. E. 1914, No. 4.  
*A. Fraenkel*: Theorie der Wechselströme, Berlin 1–21, page 306.  
*R. Rüdenberg*: Elektrische Schaltvorgänge, Berlin 1923, page 347.  
<sup>6)</sup> *Wanderwellenschutz von Hochvoltstationen durch offene Leitungsenden*, Elektrizitätswirtschaft 1926, No. 419, octobre, II.

	Genre de protection contre les surtensions	Nombre de centrales utilisant ce dispositif		en % de tous les dispositifs employés
		en valeur absolue	en %	
<i>a</i>	Déchargeurs à cornes . . . . .	10	40	15
<i>b</i>	Bobines de self en série . . . . .	13	52	20
<i>c</i>	Condensateurs . . . . .	7	28	10
<i>d</i>	Mise à terre par colonnes liquides (jets d'eau)	8	32	12
<i>e</i>	Selfs de mise à terre . . . . .	4	16	6
<i>f</i>	Bobines d'extinction . . . . .	4	16	6
<i>g</i>	Limiteurs d'oscillations . . . . .	3	12	5
<i>h</i>	Mise à terre directe du neutre . . . . .	1	4	2
<i>i</i>	Fil de terre . . . . .	1	4	2
<i>k</i>	Précautions spéciales . . . . .	7	28	10
<i>l</i>	Installations sans appareils de protection . . . . .	8	32	12
				100

Nous classons ci-après les réponses des centrales quant aux expériences faites avec les mesures de protection mentionnées dans le tableau précédent.

*a) Déchargeurs à cornes.*

La *centrale No. 3* contrôle les cornes 3 fois par jour depuis 2 ans et demi. Pendant ce laps de temps ces déchargeurs ont fonctionné environ 80 fois, mais les interrupteurs n'ont déclenché que dans le 10 % des cas environ.

La *centrale No. 10* a déconnecté les déchargeurs à cornes dans les stations traversées par les lignes, estimant qu'il faut les laisser seulement là où ils sont absolument nécessaires. Elle trouve à redire à la surveillance des résistances liquides et elle étudie actuellement la mise en service du dispositif de protection Bendmann.

Dans la *centrale No. 11*, les cornes, dont les résistances hydrauliques étaient difficiles à surveiller, ont provoqué ou renforcé des décharges. Depuis 2 ans on les a déconnectées, la sécurité d'exploitation a augmenté. On a gardé les bobines de self.

La *centrale No. 13* possède encore des cornes dans le réseau à 12 kV, mais ne se fait pas grande illusion sur leur efficacité.

La *centrale No. 14* a fait sans exception de bonnes expériences dans le réseau à 25 kV.

La *centrale No. 16* exploite des réseaux à 9, 15, 42 et 52 kV, qui possèdent des déchargeurs à cornes à côté d'autres appareils de protection. Parmi les dérangements survenus ces dernières années, on signale un éclatement à un interrupteur à huile, quelques détériorations de condensateurs et des fusibles de transformateurs de tension brûlés.

La *centrale No. 17* a supprimé partiellement les cornes et les condensateurs dans son réseau à 10 kV; il en est résulté plutôt une amélioration en ce qui concerne les dégâts par la foudre. Voir aussi la remarque de cette centrale quant au danger des stations terminales.

La *centrale No. 21* a mis pendant 5 ans les cornes d'une ligne à 55 kV hors service; il n'a résulté de cette suppression aucun dommage important.

La *centrale No. 22* a remplacé les cornes par le réglage aux surintensités, parce que les premières fonctionnaient si fort en cas d'orage ou de mise à terre que des éclatements s'amorçaient entre conducteur et bâtiment. Le service est plus calme depuis lors.

La majorité des centrales se prononcent contre l'emploi de déchargeurs à cornes; la remarque de la centrale No. 17 (page 2) concernant les stations en tête de ligne mérite toutefois d'être retenue.

A ce sujet le „Guide“ s'exprime dans les termes suivants: „Les déchargeurs à étincelles ne remplissent que rarement leur but parce que la résistance placée en série, indispensable pour éteindre sûrement l'arc et l'empêcher de devenir permanent, est en général beaucoup trop grande pour permettre l'écoulement de l'énergie contenue dans l'onde à front raide“. Les résistances solides ont le plus

souvent une valeur trop élevée; et l'on a déjà rendu attentif aux imperfections des résistances hydrauliques. Malgré cela, dans les stations terminales, où les surtensions consécutives à la réflexion d'ondes mobiles provoquent plus fréquemment des éclatements entre cornes, notamment quand il s'agit de tensions moyennes, l'emploi de limiteurs de courant de court-circuit, à faible résistance ohmique, mais largement dimensionnés, peut être justifié.

*b) Bobines de self en série:*

*Centrale No. 11:* voir communication relative aux cornes.

Pour la *centrale No. 13*, une bobine d'extinction et des bobines de self suffisent à protéger tout le réseau à 50 kV.

La *centrale No. 14* a fait sans exception de bonnes expériences avec des bobines de self de 1,2 m H.

La *centrale No. 15* ne possède pas d'autre appareil de protection que des bobines de self.

La *centrale No. 17* place actuellement encore des bobines de self dans ses installations nouvelles; elle leur attribue donc une certaine valeur.

La *centrale No. 19*, qui possède une station transformatrice protégée uniquement par des bobines de self (isolation pour 24 kV), dit qu'en cas d'orage il se produit des éclatements aux isolateurs d'interrupteurs et de transformateurs (isolation pour 11 kV) derrière ces bobines de self. Sans doute, l'isolation plus faible joue ici un rôle, mais on pourrait aussi être en présence du phénomène signalé par Gabor dans l'article déjà cité (voir note 3): si la bobine de self n'est pas shuntée, son inductivité et la capacité des premières spires du transformateur forment un circuit oscillant, mis en vibration par l'onde mobile, et qui peut donner naissance à des oscillations à haute fréquence d'amplitude double de celle de l'onde mobile, pouvant provoquer des éclatements derrière la bobine de self.

Il s'agit de cas analogues là où la *centrale No. 23* a observé que deux coups de foudre, tombés sur une ligne à 45 kV (1 à 2 km de la station) ont endommagé des transformateurs de courant, des isolateurs à support et des relais d'interrupteurs dans une station transformatrice protégée seulement par des bobines de self sans noyau.

La *centrale No. 25*, qui a installé des bobines de self de 0,45 et 40 m H.<sup>7)</sup>, ne signale que des cas isolés d'éclatement aux isolateurs.

Dans une station de transit de la *centrale No. 26*, les transformateurs sont endommagés malgré les bobines de self qui devraient les protéger, tandis que ceux d'une station en tête de ligne demeurent intacts. Il est possible que le dommage soit dû ici aux oscillations que signale la *centrale No. 20* et qui seraient localisées à l'entrée des transformateurs.

En résumé, on peut dire qu'il ressort des indications fournies par les centrales que les bobines de self constituent souvent une protection efficace, mais que des cas peuvent toutefois se présenter où ces appareils font courir un danger à l'installation dont elles protègent l'entrée, grâce à l'amorçage de circuits oscillants locaux<sup>8)</sup>.

D'après le „Guide“, les bobines de self destinées à protéger les transformateurs devraient avoir une inductivité de 3 à 5 m H. au moins pour être efficaces. Ce sont des appareils simples et robustes, qui sont eux-mêmes rarement endommagés. Il ne faudrait toutefois pas conclure à une efficacité avérée du seul fait qu'ils ne donnent lieu à aucune plainte.

*c) Condensateurs.*

La *centrale No. 4* possède une station de couplage avec condensateurs (à côté de bobines de mise à terre et de selfs d'entrée); elle écrit à ce propos: „Les

<sup>7)</sup> Cette bobine de self sert principalement de protection contre les surintensités, c'est pourquoi son inductivité est si élevée.

<sup>8)</sup> Voir *Kuhlmann*: Bulletin A.S.E. 1914, No. 4, thèse 11.

orages violents n'ont pas laissé de traces dans la station, autrement dit les charges statiques se sont bien écoulées au sol. Les condensateurs évacuent les surtensions à haute fréquence, alors que les éclatements décrits laissent supposer un phénomène de résonance, c'est-à-dire la présence d'ondes de fréquence moyenne, non évacuées par les appareils de protection installés".

Dans une station de la *centrale No. 16*, la seule perturbation enregistrée consista en quelques défauts aux condensateurs qu'on avait installés avec d'autres appareils pour protéger l'installation.

La *centrale No. 17* n'a pas remplacé les condensateurs détériorés dans l'usine génératrice et dans les sous-stations, à cause des frais élevés; mais elle n'a pas constaté pour cela une augmentation des perturbations.

Depuis longtemps, la *centrale No. 18* n'a plus aucun dommage à déplorer avec l'emploi de condensateurs, de bobines de mise à terre et de limiteurs d'oscillations.

La *centrale No. 25* a observé qu'une batterie de condensateurs donnait souvent lieu à des perturbations. On l'a déconnectée il y a 2 ans et depuis lors il ne s'est plus produit que des déclenchements d'interrupteurs.

Les remarques des centrales relatives aux condensateurs relèvent pour la plupart leur faible sécurité d'exploitation; le "Guide" lui-même exige précisément que ces appareils soient essayés au moins sous la même tension et pendant la même durée que les autres parties d'installations, ce qui, heureusement, est observé par ci par là.

*d) Mise à terre par colonnes liquides (jets d'eau).*

Les centrales ne se prononcent pas à ce sujet, les expériences faites ne semblent donc pas être mauvaises.

*e) Bobines de mise à terre.*

*Centrale No. 4*, voir remarque sous c) Condensateurs.

La *centrale No. 17* installe des bobines de mise à terre dans toutes ses usines et stations, bien qu'elle se prononce sans cela pour une réduction des appareils de protection.

*Centrale No. 18*, voir remarque sous c) Condensateurs.

Les centrales parlent peu des bobines de mise à terre, il semble qu'on ait fait de bonnes expériences avec ces appareils.

*f) Bobines d'extinction.*

Pour la *centrale No. 4* le faible courant de court-circuit ne justifie pas l'emploi d'une bobine d'extinction.

La *centrale No. 5* n'en emploie pas non-plus, parce qu'elle modifie souvent le schéma de sa distribution.

La *centrale No. 11* possède des bobines d'extinction qui permettent de maintenir le service lors de courts-circuits.

Dans les réseaux à 50 et à 12 kV de la *centrale No. 13*, les bobines d'extinction empêchent nombre de perturbations de service et permettent fréquemment de continuer l'exploitation en cas de court-circuit, jusqu'à ce qu'on en ait découvert la cause.

Les centrales qui possèdent des bobines d'extinction en disent beaucoup de bien. Le "Guide" en recommande l'emploi dès que le courant de court-circuit dépasse 1,5 A, pour une fréquence de 50 périodes par seconde.

*g) Limiteurs d'oscillations.*

*Centrale No. 18*, voir remarque sous c) Condensateurs. A part cela nous n'avons reçu aucune autre communication.

*h) Mise à terre directe du neutre. i) Fil de terre.*

Aucune remarque.

*k) Mesures de précaution spéciales.*

La *centrale No. 9* utilise des appareils et des isolateurs prévus pour une tension  $2\frac{1}{2}$  fois plus forte que la tension de service (tension d'exploitation 9,5 kV, tension d'essai 50 kV).

Les transformateurs de la *centrale No. 14* (50 kV) sont essayés sous 95 et 104 kV et possèdent des isolateurs de traversée pour 130 kV.

La *centrale No. 17* se propose de ménager désormais de plus grandes distances dans ses installations nouvelles, et d'essayer les appareils sous une tension égale au double de la tension d'exploitation, plus 1000 V.

La *centrale No. 19* utilise pour ses installations à 10 kV des isolateurs et appareils dont la tension nominale est de 24 kV, sauf pour les parties associées aux transformateurs; ces dernières sont dimensionnées pour 11 kV, mais vont être équipées à l'avenir aussi pour 24 kV. Les tensions d'essai sont de 58 et 32 kV.

La *centrale No. 22* essaie les appareils au double de la tension nominale.

La *centrale No. 24* utilise des appareils prévus pour 1,3 fois la tension nominale. Elle possède des installations à 135 kV pour des tensions d'exploitation de 50, 80 et 115 kV.

La *centrale No. 25* choisit de grandes distances entre phases (45 kV = 700  $\div$  900 mm; 10 kV = 250  $\div$  350 mm) et essaie les transformateurs avec le double de la tension nominale, les interrupteurs à huile et les isolateurs sous 110 et 50 kV pour des tensions nominale de 45 et 10 kV.

*l) Installations avec un minimum d'appareils de protection ou sans appareils du tout.*

La *centrale No. 1* croit qu'on ne pourrait pas abandonner sans inconvénient les dispositifs de protection contre les surtensions dans les stations terminales.

La *centrale No. 10* renonce pour le moment à supprimer tout appareil de protection et préfère les laisser aux endroits où se produisent des éclatements.

La *centrale No. 12* est d'avis que des éclatements aux isolateurs se produiront toujours, que la station soit protégée ou non (ses installations sont munies d'appareils de protection divers). Il est certain que les éclatements le long des isolateurs lisses, même s'ils sont largement dimensionnés, sont plus fréquents que sur les isolateurs en accordéon. La centrale préconise une amélioration des isolateurs à support, aujourd'hui normalisés.

La *centrale No. 13* ne laisse nulle part systématiquement de côté tous les appareils de protection, mais elle les réduit partout à un minimum.

La *centrale No. 19* a, de vieille date, et bien avant la publication du „Guide de l'A.S.E. pour la protection des installations contre les surtensions“, installé le moins possible d'appareils de protection, et fait ainsi de bonnes expériences.

La *centrale No. 21* estime que la suppression complète des appareils de protection contre les surtensions est une expérience risquée, bien qu'elle n'ait pas eu à enregistrer de perturbations graves pendant 5 ans d'exploitation sans protection spéciale.

La majorité des centrales qui ont exprimé leur opinion sur cette question se prononcent en faveur d'une réduction des appareils de protection contre les surtensions, mais non pour leur suppression totale.

Il ressort de cette enquête que, dans la pratique, le „Guide“ a fait ses preuves auprès de toutes les centrales qui l'on consulté jusqu'à ce jour; beaucoup de centrales n'en ont pas encore fait usage, leurs installations, ayant été construites avant sa publication et n'ayant pas été transformées depuis lors.

Enquête relative à des dommages dûs à des surtensions. — Résumé des réponses.

Centrale No.	Tension de service kV	Tension d'essai de l'installation		Tension d'éclatement des isolateurs en kV		Appareils de protection <sup>1)</sup>	Précautions spéciales	Danger plus grand des installations en bout de ligne
		kV	en % de la tens. de service	à sec	sous pluie			
1	45	—	—	—	—	aucun	aucune	oui
2	135	220 <sup>2)</sup>	163	380	—	aucun	aucune	—
3	45	—	—	—	—	a1	—	—
6	—	—	—	—	—	a1 ou c	—	non
4	50	—	—	—	—	c + e	aucune	oui
15	—	—	—	—	—	—	—	—
50	—	—	—	—	—	—	—	—
5	16	—	—	—	—	b + a1 ou c + d ou e	—	oui
8	—	—	—	—	—	—	—	—
6	60	120	200	190-220	160-170	aucun	aucune	non
15	50	333	—	—	—	—	—	—
50	—	—	—	—	—	c + e ou g	aucune	oui, notamment aux bornes de transformateurs
7	8	—	—	—	—	aucun	—	—
80	—	—	—	—	—	—	—	—
8	50/10	—	—	suffisante	—	a2	aucune	—
9	9,5	50	525	80	50	a1 + b + d	App. et isolation pour le double de la tension de service	oui
10	48	95	200	143	130	i, al dans les stations terminales, e <sup>3)</sup>	aucune	oui
11	52	—	—	—	—	autrefois al + b maintenant b + f	aucune	oui, dans réseau à 6 kV
60	—	—	—	—	—	aucun	oui	—
12	50	—	—	—	—	h à travers les transformateurs de tension	aucune	oui
13	50	env. 100	200	124	—	b + f ou b + e ou b + c ou b + e + g ou b	aucune	oui
12	—	—	—	—	—	a1 + f	—	—
14	50	95 <sup>4)</sup>	190	116	85	b	App. essayé sous tension élevée	non
25	130 <sup>5)</sup>	260	—	—	—	a1 + b + d	—	—
15	32	—	—	—	—	b	aucune	non
42	—	—	—	—	—	a1 + b + d	—	—
60+42	—	—	—	—	—	e + h	—	—
env. 52	—	—	—	—	—	a + b + e + h	—	—
16	15	—	—	—	—	a + b + c + d	—	—
9	—	—	—	—	—	a + b	—	—
9	—	—	—	—	—	b + 30 m câble	—	—
17	45	91	200	115	103	b + e	grandes distances	oui
10	25	200	—	—	—	b + e	—	—
18	—	—	—	—	—	c + e + g	—	—
19	10	32	320	70	50	b	Isol. et app. dimensionnés pour 11 et 24 kV	seulement en l'absence d'un fil de terre
58	58	580	—	—	—	—	—	—
20	4	12 <sup>6)</sup>	300	—	—	a + b + c	aucune	seulement en montagne
21	55	—	—	—	—	aucun	—	oui
22	135	270	200	—	—	aucun	disposition prudente	oui
50	100	200	165	90-100	—	—	—	—
23	45	—	—	—	—	b	—	—
50 <sup>7)</sup>	—	350	au moins	au moins	—	aucun	Résistance d'isolation élevée	non
80 <sup>7)</sup>	175	220	moins	moins	—	—	—	—
115 <sup>7)</sup>	150	3×V	3×V	2×V	—	—	—	—
25	45	110	—	180	—	a1 + b	grandes distances entre phases, tension d'essai élevée	—
10	50	500	78	—	—	—	—	—
26	60	—	—	—	—	b + f	—	—

1) Les abréviations signifient:

- a1 Déchargeurs à cornes avec résistances hydrauliques
- a2 " " " " " métalliques
- b Bobines de self " " " " "
- c Condensateurs
- d Mise à terre par colonnes liquides
- e Bobines de self de mise à terre
- f Bobines d'extinction
- g Limiteurs d'oscillations

h Mise à terre du neutre

i Fil de terre

2) Tension contre la terre

3) Dans une station

4) Transformateurs

5) Isolateurs de traversée

6) Câbles