

**Zeitschrift:** Bulletin de l'Association suisse des électriciens  
**Herausgeber:** Association suisse des électriciens  
**Band:** 46 (1955)  
**Heft:** 8

**Rubrik:** Production et distribution d'énergie : les pages de l'UCS

### **Nutzungsbedingungen**

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. [Siehe Rechtliche Hinweise.](#)

### **Conditions d'utilisation**

L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. [Voir Informations légales.](#)

### **Terms of use**

The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. [See Legal notice.](#)

**Download PDF:** 25.12.2024

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

# Production et distribution d'énergie

Les pages de l'UCS

## Dérangement survenu à un interrupteur sur poteau

Par W. Jaggi, Olten

621.316.542.8-742.004.6

L'auteur décrit un dérangement survenu, dans un réseau à 16 kV, à un interrupteur sur poteau. Pour des raisons impossibles à déterminer avec certitude, deux cornes étaient, sans qu'on s'en aperçoive, restées accrochées l'une à l'autre lors de l'ouverture de l'interrupteur. Il ne se produisit heureusement aucun accident à la suite de ce dérangement.

Es wird eine Störung beschrieben, die sich kürzlich in einem 16-kV-Netz an einem Freileitungsschalter ereignete. Aus nicht einwandfrei abzuklärenden Gründen waren nach dem Öffnen des Schalters unbemerkt zwei Hörner ineinander hängen geblieben. Glücklicherweise führte der Fehler zu keinem Unfall.

Un dérangement, qui aurait facilement pu avoir de graves conséquences, est survenu récemment à un interrupteur à cornes sur poteau.

sous-station *U* par l'intermédiaire de l'interrupteur 13; celui-ci est cependant, pour des raisons d'ordre technique, normalement ouvert.

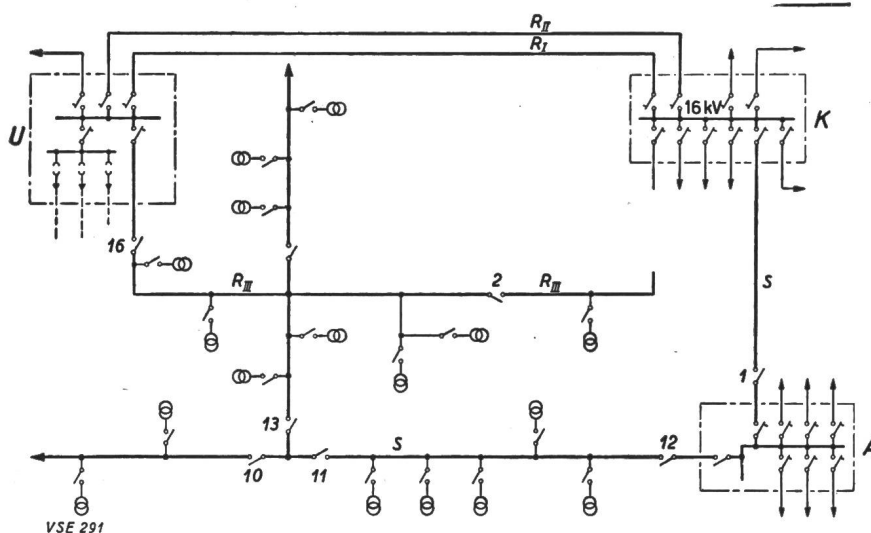


Fig. 1

Schéma du réseau à 16 kV où s'est produit le dérangement

- K: usine génératrice;
- U: sous-station;
- A: station de couplage;
- $R_I$ ,  $R_{II}$ ,  $R_{III}$ , S: lignes aériennes à 16 kV;
- 13, 16: interrupteurs sur poteau — le dérangement est survenu à l'interrupteur 13.

La fig. 1 donne le schéma du réseau où se trouve cet interrupteur. Une usine génératrice *K* alimente un certain nombre de lignes aériennes à 16 kV. Trois de ces lignes forment une boucle. Les deux lignes appelées  $R_I$  et  $R_{II}$  sont disposées en parallèle, mais sur des poteaux séparés; elles alimentent une sous-station *U*, de laquelle partent à leur tour quelques lignes à 16 kV distribuant l'énergie dans la région. La troisième ligne, dite  $R_{III}$ , est actuellement en construction; lorsqu'elle sera terminée, elle alimentera aussi, en parallèle avec les lignes  $R_I$  et  $R_{II}$ , la sous-station *U*. Cette ligne est encore actuellement interrompue dans le voisinage de l'usine génératrice; elle est cependant déjà alimentée depuis la sous-station par l'intermédiaire de l'interrupteur 16. La protection du réseau est assurée par des relais de distance, disposés dans l'usine génératrice d'une part, dans la sous-station d'autre part; ces relais permettent, en cas de défaut sur une ligne quelconque, la disjonction de cette ligne à l'exclusion des autres, et — au choix — son réenclenchement ultrarapide automatique ou son réenclenchement au bout d'un certain temps seulement. Une autre ligne, dite *S*, alimente un poste de couplage *A* et, de là, un certain nombre de postes de distribution à basse tension. La ligne *S* peut être reliée à la

Or, comme on devait procéder à certains travaux dans la sous-station, il fallut commuter la ligne  $R_{III}$  — et les postes de distribution qu'elle alimente — de la sous-station sur la ligne *S*. On ferma donc l'interrupteur 13 et ouvrit l'interrupteur 16. Les travaux une fois terminés, à 16 h environ — c'était un samedi après-midi et le temps était clair — on rétablit l'état normal, c'est-à-dire qu'on ferma l'interrupteur 16 et ouvrit l'interrupteur 13. Lorsque cette dernière manœuvre eut été effectuée, les deux employés responsables s'assurèrent ensemble et conformément aux prescriptions que l'interrupteur 13 était ouvert.

La veille du jour en question, un violent orage s'était abattu sur la région et plusieurs coups de foudre avaient fait fonctionner, à la centrale comme à la sous-station, les protections des lignes *S* et  $R_{III}$ , qui conduisent à l'interrupteur 13. A la suite de cet orage, on contrôla soigneusement les installations, dans le but de déterminer si ces coups de foudre avaient causé des dégâts; on ne constata aucun dommage notable. Par contre, le lundi, après avoir procédé à la même manœuvre que le samedi, l'employé chargé du contrôle constata un dérangement survenu à l'interrupteur à cornes 13, dérangement qui n'avait pas été remarqué le samedi

soir, lorsque cet interrupteur avait été rouvert après la fin des travaux. Comme le montre clairement la fig. 2, deux cornes étaient restées accrochées l'une à l'autre et le passage du courant avait lieu à interrupteur ouvert. Un tel dérangement n'est jamais intervenu au cours des cinquante dernières années, à notre connaissance.

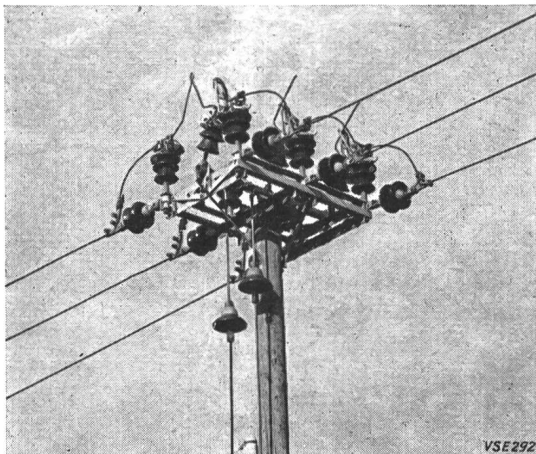


Fig. 2

Le dérangement à l'interrupteur à cornes  
Comme on le voit nettement, deux cornes étaient restées accrochées l'une à l'autre

Il est impossible de déterminer avec certitude les causes qui sont à l'origine de ce dérangement presque incroyable. Il faut admettre que les deux cornes s'étaient déjà accrochées l'une à l'autre à la fermeture de l'interrupteur, ou s'accrochèrent lorsqu'on l'ouvrit, par suite de l'arc apparu à cet instant. Quoi qu'il en soit, une chose est certaine: c'est que

le dérangement est survenu et que, bien qu'on ait contrôlé soigneusement si l'interrupteur était ouvert correctement et tous ses pôles à la fois, on n'a rien remarqué; les employés chargés du contrôle ont été probablement éblouis par le soleil.

Nous nous permettons de rappeler ici que dans un film de l'Electricité de France (EDF) destiné à la prévention des accidents — film que l'UCS a présenté au cours de l'hiver 1953/54 à quelques-uns de ses membres et que plusieurs entreprises ont projeté par la suite devant leur personnel chargé des installations intérieures et du montage des lignes — on trouve, outre d'autres exemples intéressants, un dérangement d'interrupteur analogue à celui que nous venons d'exposer; ce dérangement fut, quant à lui, cause d'un accident, des travaux ayant été entrepris sur la ligne qu'on croyait déconnectée.

On peut donc conclure une fois de plus que, après une manœuvre effectuée avec un interrupteur sur poteau, il est nécessaire de contrôler avec un soin extrême si l'interrupteur est correctement ouvert et a vraiment interrompu les trois phases du circuit; une inattention peut facilement se traduire par de graves accidents. Il est certainement utile — et même nécessaire — de rendre publics des incidents d'exploitation comme celui que nous venons de décrire: en les portant, en particulier, à la connaissance du personnel des stations et des lignes, on ne pourra que contribuer à la prévention des accidents survenant dans l'exploitation des réseaux.

Adresse de l'auteur:

W. Jaggi, chef d'exploitation, Sonneggstrasse 28, Olten.

## Lignes aériennes: assemblée de la VDEW à Hambourg

Par E. Wernli, Aarau

621.315.1 : 061.3(43)

Une série de rapports très intéressants ont été présentés lors de l'Assemblée de discussion de la VDEW à Hambourg, qui s'est tenue en septembre 1954 et était consacrée aux lignes aériennes. Ces rapports ont tous paru dans l'Elektr. Wirtsch. t. 53(1954), n° 24; comme ils intéresseront sans doute aussi nos lecteurs, nous en avons résumé ici les principaux. En guise d'introduction, l'auteur fait part de quelques remarques générales concernant la construction et l'exploitation des lignes aériennes.

Une assemblée organisée par la Vereinigung Deutscher Elektrizitätswerke (VDEW) s'est tenue le 20 septembre 1954 à Hambourg. Il s'agissait de la troisième assemblée depuis la fin de la guerre concernant les lignes aériennes; 400 personnes, dont de nombreux étrangers, y participèrent.

Les problèmes traités lors de cette assemblée sont pour la plupart relatifs aux réseaux de transport et de distribution dont la tension ne dépasse pas 60 kV.

Comme on le sait, le développement qu'ont pris depuis la fin de la guerre la technique ainsi que l'économie considérée de façon tout à fait générale ont donné à l'électricité, en tant qu'agent de transport d'énergie, une importance de plus en plus considérable. L'extension énorme des besoins en énergie électrique notamment dans l'industrie, le commerce, l'artisanat et l'agriculture a nécessité le ren-

*Anlässlich der VDEW-Freileitungstagung 1954 in Hamburg wurden eine Reihe interessanter Vorträge gehalten, die in der Zeitschrift Elektr. Wirtsch. Bd. 53(1954), Nr. 24, veröffentlicht worden sind. Da diese Vorträge auch für unsere Leser von Interesse sein dürften, bringen wir von den wichtigsten nachstehend eine kurze Zusammenfassung. Als Einführung dienen einige allgemeine Bemerkungen über Bau und Betrieb von Freileitungen.*

forcement des canalisations existantes, la construction de nouvelles canalisations et le choix de tensions plus élevées pour les lignes de transport. Le développement des réseaux permet de transporter dans des conditions encore économiques de grandes quantités d'énergie vers les localités les plus reculées, et à une centrale donnée d'approvisionner des régions de plus en plus étendues.

Ceci explique pourquoi on ne construit plus, depuis la fin de la guerre, de petites centrales, mais qu'on cherche à réaliser de grands équipements, capables de produire de l'énergie en grosses quantités, énergie qui est ensuite transportée à longue distance vers les centres de consommation.

Au stade actuel de la technique des câbles, il est toujours encore plus économique d'employer, pour le transport de telles grandes quantités d'énergie,

des lignes aériennes plutôt que des canalisations souterraines. C'est là un état de fait indiscutable qui montre toute l'importance qui doit être accordée aux lignes aériennes. Au cours des années, les exigences sont devenues toujours plus sévères en ce qui concerne les lignes aériennes, leur construction et la continuité du service qu'elles assurent. Le consommateur d'énergie a bien le droit, en effet, d'exiger qu'on lui garantisse des livraisons régulières et ininterrompues. Lors de la construction de lignes aériennes, il s'agit donc de tenir compte des derniers progrès et de procéder avec un soin tout particulier, étant donné que l'on admet aujourd'hui des contraintes plus élevées qu'autrefois. C'est ainsi que le montage ne peut être effectué que par des monteurs possédant une bonne formation professionnelle et travaillant consciencieusement, surveillés et dirigés à leur tour par des techniciens et des conducteurs de travaux compétents, c'est-à-dire connaissant à fond, en théorie et en pratique, la construction des lignes aériennes.

Lorsqu'on est chargé du projet d'une ligne aérienne devant assurer le transport d'une quantité donnée d'énergie électrique, et dont la longueur n'est au départ connue qu'approximativement, il s'agit tout d'abord de procéder aux calculs et de fixer la tension et le système, de choisir le matériel et de déterminer la section des conducteurs.

Lors du calcul de la section des conducteurs, il est indispensable, dans les réseaux à basse tension, de tenir compte non seulement des chutes de tension et des pertes, mais aussi des mesures de protection envisagées (mise au neutre ou mise à la terre directe). Dans les réseaux de canalisations souterraines et de lignes aériennes où la puissance de court-circuit est importante, notamment là où la tension est peu élevée et, par suite, les courants de court-circuit élevés, il faut en principe calculer les différentes parties de l'installation d'après la puissance ou le courant de court-circuit.

Ces données une fois établies, les problèmes que pose la construction des lignes aériennes à haute et à basse tension sont surtout d'ordre mécanique. Si l'on fait abstraction des questions délicates posées par la production d'énergie elle-même, la continuité des livraisons dépend avant tout des facteurs suivants:

1. Le choix des conducteurs; lors des calculs mécaniques, il est indispensable de tenir compte des surcharges dues à l'effort du vent et aux dépôts de glace ou de neige.
2. La sécurité mécanique des supports: poteaux en bois et en béton armé, pylônes métalliques.
3. La sécurité mécanique du matériel de fixation des isolateurs sur les supports.
4. La sécurité mécanique et électrique des isolateurs eux-mêmes.
5. Le matériel de jonction des conducteurs.
6. Les massifs de fondation des supports.

Enfin la continuité des livraisons dépend encore du soin avec lequel les lignes sont exploitées et entretenues.

Souvent surviennent des défauts dont la cause ne peut pas être déterminée immédiatement malgré les contrôles constants, ou ne peut être que présumée. C'est le cas, par exemple, lorsqu'il s'agit de lignes tra-

versant des régions où les surcharges dues aux dépôts de givre et de neige peuvent atteindre des valeurs extrêmes; on peut ainsi être amené à considérer en détail les possibilités qu'ont les différents conducteurs d'entrer en contact avec les conducteurs voisins ou avec le conducteur neutre lors de la chute de l'enveloppe de givre. Ce sont donc les phénomènes de nature dynamique pouvant se dérouler lors de la décharge subite des conducteurs, qui doivent être étudiés; il s'agit notamment de déterminer l'amplitude du bond que peuvent faire les conducteurs dans de telles circonstances, afin de prévenir le retour de défauts de ce genre en changeant la disposition des conducteurs et, en même temps, obtenir les bases nécessaires au calcul des lignes, notamment en ce qui concerne le choix des distances entre les conducteurs. On peut d'ailleurs, là où l'accès des lignes est facile, faire tomber les dépôts de glace au moyen de perches isolantes. Certaines lignes peuvent de temps en temps être mises hors service durant un court moment; on peut alors faire fondre les dépôts de glace en chauffant les conducteurs de façon appropriée; il en est de même pour des lignes doubles durant les heures de faible charge.

Par suite des oscillations qu'effectuent les conducteurs sous l'influence du vent, ceux-ci peuvent se rapprocher ou même entrer en contact, d'où des amorçages d'arcs ou des courts-circuits francs. Un conducteur tendu normalement peut être considéré comme une corde vibrante qui peut entrer en vibration sous l'influence du vent, dont la vitesse est toujours variable. Chaque conducteur possède une fréquence propre, et lorsque la fréquence des coups de vents devient égale à cette fréquence propre, les oscillations du conducteur peuvent prendre de très grandes amplitudes. Ces oscillations, qui sont caractéristiques des lignes à grandes portées, représentent un risque de rupture pour les conducteurs, par suite de l'apparition de contraintes de flexion alternée qui se superposent aux contraintes statiques — tension du conducteur et pression des pinces de suspension — et qui, bien que leur amplitude ne soit pas grande, se traduisent finalement par une rupture due à la fatigue du métal.

Les ruptures de fatigue apparaissent en règle générale au voisinage des pinces de suspension; les contraintes diminuent, en effet, fortement quand on s'approche du milieu de la portée. La sollicitation du conducteur lors des oscillations est déterminée par le nombre de flexions alternées, par le rayon de courbure que prend le conducteur à l'endroit où il est suspendu et par l'amplitude de l'oscillation. On a remarqué que les risques étaient moins grands pour les conducteurs en cuivre ou en bronze que pour ceux en aluminium; les oscillations sont en effet plus rares dans le cas du cuivre et du bronze, et ces métaux ont, d'autre part, une résistance aux vibrations supérieure à celle de l'aluminium. Dans le cas de conducteurs en aluminium ou en aldreï, on observe, en plus des oscillations, des phénomènes de battement, et ceci surtout dans le cas de portées assez courtes; il en résulte souvent des ruptures au bout de peu de temps.

Pour réduire les risques de rupture des conducteurs par oscillations, il faut:

1. Diminuer la fraction statique de la charge.
2. Augmenter les rayons de courbure à l'endroit de la suspension tout en renforçant le conducteur à cet endroit par une couche de brins supplémentaires ou autres dispositifs.
3. Employer un dispositif de suspension très mobile, afin d'éviter des réflexions et permettre aux oscillations de se propager (pincés montés sur biellettes).
4. Employer des dispositifs appelés «amortisseurs» s'opposant à la formation des vibrations.
5. Empêcher la formation d'entailles aux endroits des pincés, employer des matières suffisamment résistantes entre le conducteur et la pince.

Les surtensions induites par la foudre n'ont d'importance, d'après les observations faites, que pour les lignes de moins de 20 kV. Les coups de foudre directs, par contre, se traduisent souvent par des dégâts importants dans les installations et par de longues interruptions de service. L'expérience a montré que, pour protéger les installations à haute et à basse tension contre les surtensions d'origine atmosphérique, il faut placer des parafoudres à certains endroits bien déterminés. Dans les réseaux à haute tension, on peut employer, à côté de ces parafoudres, une protection grossière par éclateurs (un éclateur par phase).

D'autre part, c'est avec un soin tout particulier que la mise à la terre des pylônes métalliques et des poteaux en béton armé doit être exécutée. La résistance de la prise de terre varie selon la saison et atteint sa valeur maximum pendant les mois secs d'été. Il faut s'efforcer cependant d'obtenir aussi en été les plus faibles valeurs de résistance possibles, car c'est la saison des orages.

Lors d'amorçage d'arc à la terre par suite de coup de foudre, de fortes surintensités peuvent apparaître. Un coup de foudre sur un poteau en béton armé peut, si la mise à la terre de l'armature est mauvaise, se traduire par l'évaporation subite de l'humidité contenue à l'intérieur du poteau, d'où éclatement et chute de morceaux de béton plus ou moins volumineux. Pour la même raison, les socles en béton armé de pylônes métalliques peuvent être détériorés si la mise à la terre est mauvaise.

Une autre catégorie de défauts sont causés par les oiseaux: il s'agit surtout d'amorçages d'arc entre conducteur et ferrures ou traverses, ainsi que — mais moins souvent — de défauts provenant de la danse des conducteurs lors de l'envol brusque d'une troupe d'oiseaux. Le premier de ces dangers diminue rapidement lorsque la tension de la ligne augmente; de même, les risques sont beaucoup plus grands lors de l'emploi d'isolateurs rigides que lors de l'emploi d'isolateurs de suspension. Pour diminuer ces risques, on peut augmenter la distance entre les conducteurs, employer dans le cas de poteaux en fer ou en béton des ferrures plus longues, disposer des pointes ou des peignes piquants, enrober le conducteur dans le voisinage de l'isolateur d'un manchon isolant suffisamment long.

Rappelons enfin que les lignes sont malheureusement aussi endommagées par malveillance (jet de pierres, tir d'armes à feu). C'est là une cause de défauts qu'on ne pourra jamais supprimer tout à fait,

à moins de fabriquer des isolateurs incassables. Il en est de même pour les amorçages d'arcs provenant de branches, de brins de paille ou de foin, de cerfs-volants, etc. . . , qui nécessitent une visite périodique des lignes.

Le thème «construction des lignes aériennes» a été traité en détail lors de l'assemblée de la VDEW. Si l'on considère que les valeurs investies dans ces lignes sont souvent plus élevées que celles qui sont investies dans les installations de production d'énergie elles-mêmes, les conférences et la discussion que nous résumons ci-dessous seront certainement aussi d'un grand intérêt pour les lecteurs de notre pays.

H. Beil ouvre l'assemblée par une allocution dans laquelle il salue, en particulier, la présence des spécialistes venus de l'étranger. Il souligne toute l'importance qu'ont les lignes aériennes dans l'industrie de l'électricité; il compare, en citant des chiffres, le coût des installations de production à celui des installations de distribution. Il rappelle toutes les difficultés que rencontre le constructeur de lignes aériennes, l'antipathie que lui montrent les propriétaires fonciers en ville comme à la campagne, antipathie qui se retrouve chez les propriétaires d'immeubles, les communes, les administrations chargées de la construction des routes et chez d'autres autorités encore. C'est ainsi qu'il faut en Allemagne protester avec énergie contre le fait qu'une autorisation ministérielle est nécessaire pour la construction de lignes à moyenne tension. Il faut que les ministères se rallient à la conception moderne, selon laquelle des lignes avec une tension allant de 20 à 60 kV doivent être considérées comme des lignes de distribution qui ne devraient pas, en économie libre, conformément à la législation existante, nécessiter d'autorisation.

«Réseaux locaux à basse tension», tel est le titre de la conférence de K. Schneider. Les réseaux de distribution à basse tension ont une importance toute particulière, vu les grands investissements qu'ils occasionnent.

Le réseau à basse tension d'une commune représente pour celle-ci une charge d'environ 100 DM par habitant. Si l'habitat est dispersé, on atteint même des chiffres multiples de celui-ci. Il s'y ajoute environ 20 DM par habitant pour les frais de la station de transformation et de la ligne à moyenne tension; au total, on peut dire qu'une dépense de 120 DM environ par habitant, et souvent bien plus, est nécessaire.

Si l'on compte que la charge des stations transformatrices est d'environ 200 à 250 W par habitant, on peut dire que les dépenses se montent à une somme allant de 480 DM à 600 DM par kW environ.

Ce sont le caractère de l'habitat et les considérations de nature économique qui déterminent le mode d'exécution du réseau à basse tension. L'orateur expose les avantages et les inconvénients respectifs des réseaux employant des poteaux et ceux n'employant que des potelets fixés sur les toits des maisons. Pour des raisons de sécurité, l'exécution du branchement par potelet doit être très soignée; en effet, ce branchement est souvent rendu respon-

sable d'incendies, bien qu'à tort la plupart du temps. Des exemples d'exécution moderne sont donnés.

Quand on projette un réseau, il faut décider si l'on veut employer la distribution en étoile, en boucle, ou utiliser un réseau maillé. Pour déterminer la section des conducteurs, on doit tenir compte du comportement en cas de court-circuit, de l'augmentation future de la charge, des pertes de tension et d'énergie en ligne.

L'orateur passe des projections montrant différentes exécutions de réseaux à basse tension: emploi de poteaux et de potelets sur les maisons, emploi de potelets seuls avec lignes très visibles dans un cas, presque invisibles dans l'autre. Il est clair que l'on doit aujourd'hui, lors de la construction d'un réseau à basse tension, s'efforcer de conserver la beauté des sites et de cacher le plus possible les lignes aériennes.

Où l'on emploie des poteaux, ceux-ci sont en bois, en béton armé ou en acier; en les plaçant le long des rues, on peut les employer comme supports pour l'éclairage public et économiser ainsi un deuxième circuit.

En ce qui concerne la charge des canalisations, on peut compter au centre des localités avec une puissance de 0,8 à 1,0 kW par abonné; pour des canalisations en étoile, on compte avec 1,8 ou 2 kW par abonné selon l'éloignement de la station transformatrice; pour le branchement d'un abonné isolé, enfin, avec 5 kW.

Les postes de transformation doivent être construits autant que possible à l'endroit où la charge est la plus dense; l'emplacement doit être, de plus, d'accès facile pour la ligne à haute tension. Dans les localités où la population est très dense, l'emploi de canalisations souterraines s'impose.

L'exécution des branchements extérieurs aériens est l'objet de normes DIN, tenant compte des caractéristiques de la pièce où aboutissent les conducteurs à l'intérieur de l'immeuble.

Au cours de la discussion, un participant déclare que, selon lui, l'emploi de poteaux situés le long des routes et chemins publics représente la solution la plus avantageuse, alors qu'un autre recommande la solution mixte, c'est-à-dire poteaux et potelets montés sur les toits.

W. Zwanziger parle du «Matériel de jonction et de dérivation pour les lignes aériennes à basse tension en aluminium». L'aluminium est de plus en plus employé à la place du cuivre dans la construction de lignes aériennes, par suite de son prix avantageux. L'emploi de conducteurs en aluminium se trouve cependant entravé par les difficultés qu'il y a à réaliser dans ce cas des jonctions absolument satisfaisantes; or les jonctions étaient déjà, de façon tout à fait générale dans les réseaux à moyenne tension, la cause de nombreux défauts. Les statistiques de la VDEW montrent que, au cours des dernières années, environ 1 % du nombre total de défauts ont été causés par le matériel de jonction et de dérivation. Dans le cas de conducteurs et de pinces de jonction en aluminium, la pression assurant le contact entre la pince et le conducteur diminue avec le

temps; or, il est presque toujours très difficile à l'exploitant d'interrompre les livraisons d'énergie pour procéder à un serrage des écrous des pinces.

Lorsqu'on peut employer la jonction par soudure, par exemple dans le cas de canalisations souterraines, le contact est mieux assuré. Le matériel de jonction et de dérivation qu'on trouve actuellement sur le marché n'est pas encore satisfaisant. L'orateur montre différentes pinces de fabrication allemande et étrangère. Les pinces courantes ne sont pas encore capables de compenser le retrait du métal qui se produit dans le cas de l'aluminium. Pour améliorer le contact assuré par les pinces, on pratique des stries sur la surface de contact, on augmente cette dernière, et emploie des dispositifs à ressort.

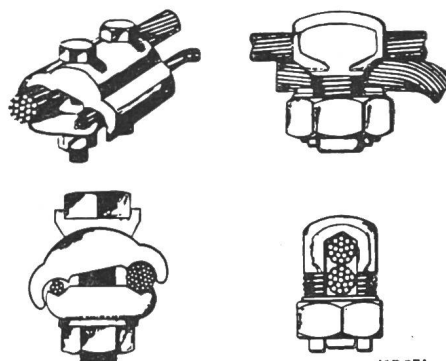


Fig. 1  
Matériel de jonction et de dérivation en aluminium pour lignes aériennes à basse tension  
A gauche: pince universelle allemande  
A droite: pince universelle dans d'autres pays

L'orateur expose les avantages et les inconvénients respectifs des pinces allemandes et étrangères. Les premières sont construites de telle façon que les conducteurs se trouvent placés l'un à côté de l'autre, d'où un retrait total plus faible. Les secondes sont telles que les conducteurs se trouvent placés l'un sur l'autre, et que le contact s'effectue directement entre les deux conducteurs. La grandeur du couple qu'il faut appliquer pour serrer les écrous joue un grand rôle. Pour compenser le retrait du métal, on emploie un ressort, qui doit être choisi en fonction de la force maximum de serrage. Une jonc-

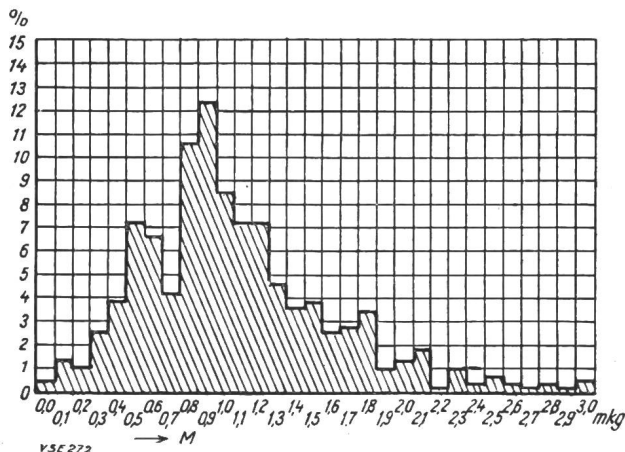


Fig. 2  
Répartition des valeurs du couple de serrage mesuré à un certain nombre de pinces en aluminium après 1 à 5 années de service  
M: couple de serrage

tion devrait conserver sa qualité durant plusieurs années de service, sans nécessiter de surveillance. Pour atteindre ce but, une collaboration toujours plus étroite entre l'exploitant et le fabricant est indispensable; les expériences faites par l'exploitant doivent être comparées avec celles des laboratoires d'essais. L'orateur montre des courbes donnant le retrait de conducteurs et de corps de pinces en aluminium en fonction du temps, ainsi qu'une autre donnant le retrait total pour différentes sortes de pinces; d'autres diagrammes concernent la variation des caractéristiques de divers ressorts en fonction de la pression. Un dernier enfin rassemble les valeurs du couple de serrage mesurées sur un grand nombre de pinces après une période de service allant de 1 à 5 ans.

Au cours de la *discussion*, un orateur souligne les bonnes expériences faites avec des pinces de jonction où les conducteurs sont écrasés l'un contre l'autre. Le représentant d'une fabrique de pinces de jonction souligne que les fabricants accordent toute leur attention au problème du matériel de jonction en aluminium, et que des recherches étendues sont encore nécessaires.

G. Weidler parle de la «Transformation des réseaux aériens lors du passage de 15 kV à 20 kV». Il montre l'avantage économique que présente l'élévation de la tension par rapport à une augmentation de la section des conducteurs. Dans le cas du passage de 15 kV à 20 kV notamment, les conditions sont en général favorables; pour les postes intérieurs, l'isolation est en effet la même à 15 kV et à 20 kV; les seules difficultés sont causées par les lignes aérien-

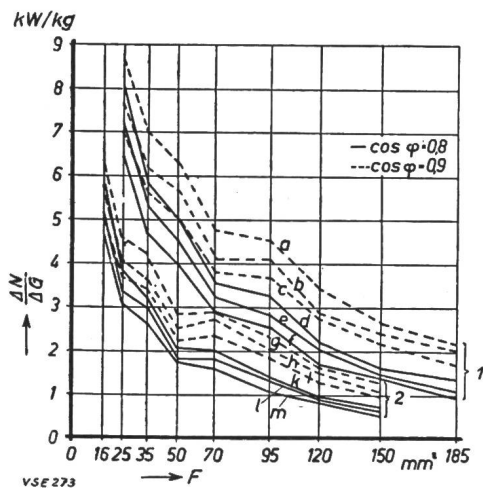


Fig. 3

Gain en puissance transmissible obtenu par kg de métal en augmentant la section des conducteurs, en fonction de la tension de la ligne et du  $\cos \varphi$

- F: section du conducteur;
- $\frac{\Delta N}{\Delta G}$ : gain en puissance transmissible par kg de métal;
- 1: conducteurs acier-aluminium;
- 2: conducteurs en cuivre;
- a, d, g et k: 15 et 30 kV;
- b, e, h et l: 10 et 20 kV;
- c, f, i et m: 6 kV.

Les distances de transport suivantes ont été admises: 2 km pour 6 kV, 5 km pour 10 kV, 10 km pour 15 kV, 20 km pour 20 kV, 40 km pour 30 kV.

Chute de tension: 5%.

nes à 15 kV employant des isolateurs rigides. Un diagramme montre le gain en puissance transmissible obtenu par kg de métal en augmentant la sec-

tion des conducteurs, et ceci pour des tensions allant de 6 kV à 20 kV; ce diagramme montre que la puissance transmissible sur une ligne à une tension donnée possède une valeur limite bien déterminée.

Un tableau indique quelles sont les distances limites de la transmission en fonction de la tension de la ligne, entre 6 kV et 30 kV; c'est ainsi que cette distance est de 40 km pour une tension de 30 kV, ce qui montre que dans ce cas les sous-stations peuvent être éloignées de 80 km au maximum.

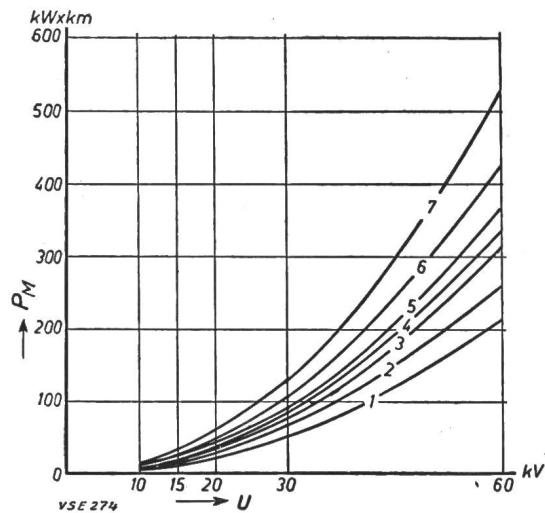


Fig. 4

kW x km d'une ligne en fonction de la tension d'exploitation pour différentes sections des conducteurs et différents  $\cos \varphi$

- U: tension d'exploitation
- $P_M$ : kW x km
- 1: 50 mm² Acier-Al  $\cos \varphi = 0,8$
- 2: 75 mm² Acier-Al  $\cos \varphi = 0,8$
- 3: 50 mm² Acier-Al  $\cos \varphi = 0,95$
- 4: 95 mm² Acier-Al  $\cos \varphi = 0,8$
- 5: 70 mm² Acier-Al  $\cos \varphi = 0,95$
- 6: 120 mm² Acier-Al  $\cos \varphi = 0,8$
- 7: 95 mm² Acier-Al  $\cos \varphi = 0,95$
- 7: 120 mm² Acier-Al  $\cos \varphi = 0,95$

Une chute de tension de 5% a été admise

Un diagramme donne les kW x km d'une ligne en fonction de la tension pour différentes sections des conducteurs et différents  $\cos \varphi$ . Des tableaux montrent quels sont les coûts des lignes, des trans-

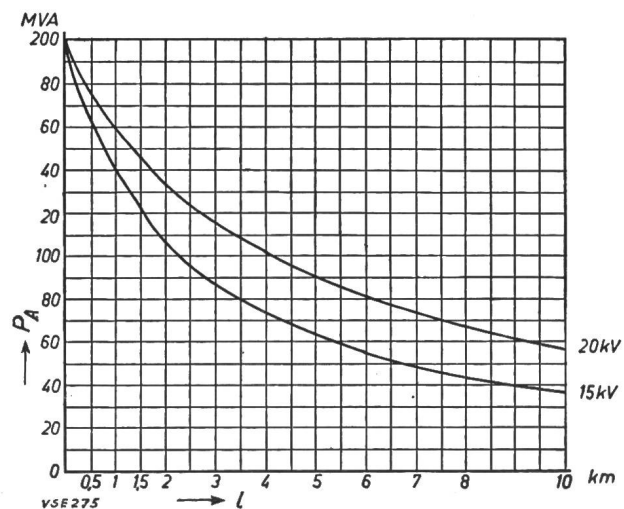


Fig. 5

Augmentation de la puissance de court-circuit lors du passage de 15 à 20 kV, pour une ligne à 3 conducteurs de 95 mm² en acier-aluminium

- l: éloignement de la sous-station de transformation
- $P_A$ : puissance de court-circuit

formateurs et des cellules d'interrupteurs en fonction de la tension.

Lorsqu'on augmente la tension d'un réseau, la puissance de court-circuit augmente aussi. Un diagramme montre comment varie cette puissance de court-circuit en fonction de l'éloignement de la sous-station de transformation, ceci pour 15 et 20 kV. L'augmentation de la puissance transmissible obtenue en élevant la tension s'accompagne d'une augmentation des pertes. Le courant de défaut à la terre, enfin, croît en proportion de la tension de la ligne.

Lors d'un changement de tension dans un réseau aérien, on doit contrôler si la distance entre les conducteurs est assez grande et si les isolateurs sont suffisants; de même, les transformateurs de puissance et de mesure doivent être modifiés ou remplacés.

Le changement de tension a, de plus, une incidence sur les parafoudres, puisque leur tension d'amorçage est fixée en fonction de la tension de la ligne. Si le réseau comprend aussi des canalisations souterraines, l'expérience a montré qu'on peut augmenter la tension, c'est-à-dire le champ électrique dans les câbles, au-dessus de la valeur nominale. Les câbles de 15 kV ont une rigidité au choc suffisante pour être utilisés sans inconvénient dans un réseau à 20 kV.

Lors de la construction de nouveaux réseaux, il est conseillé de penser à l'éventualité d'un passage futur à une tension plus élevée, et de prendre toutes les dispositions capables de faciliter une telle transformation.

Au cours de la *discussion*, quelques participants font part des expériences faites lors du passage de 25 à 30 kV. Un orateur relève que, dans certains cas défavorables, il peut être plus avantageux de construire une sous-station supplémentaire que de passer de 15 kV à 20 kV.

La conférence de *L. Krüger* traite des «*Domaines d'emploi respectifs des isolateurs rigides et des isolateurs de suspension dans les réseaux à moyenne tension*». L'orateur rappelle l'évolution qu'ont suivi les isolateurs pour lignes aériennes depuis 1858. Au début, les isolateurs rigides suffirent aux besoins. Le premier isolateur en porcelaine à deux cloches apparut en 1858. Les isolateurs basse tension se sont ensuite peu à peu transformés en isolateurs haute tension; les isolateurs haute tension du type Delta commencèrent à apparaître en 1897 en Allemagne. Les isolateurs à haute tension apparus aux États-Unis en 1903...1905 possédaient des cloches de grand diamètre. Les isolateurs du type VHD furent normalisés en 1929. La tension de contournement n'augmente pas proportionnellement aux dimensions linéaires, et l'augmentation des exigences en ce qui concerne la rupture par contrainte mécanique par suite de l'allongement des portées a contribué à limiter le domaine d'emploi des isolateurs rigides. Ce sont ces considérations qui conduisirent aux États-Unis, au début du siècle déjà, à l'emploi d'isolateurs de suspension avec chaînes verticales sur les pylônes d'alignement et horizontales sur les pylônes d'ancrage. Ces isolateurs évitent les

inconvénients des isolateurs rigides, tels le poids important, les contraintes de flexion défavorables, le danger de cristallisation des fils conducteurs par suite de la fixation rigide, ceci sous l'influence des efforts continuels provoqués par le vent. L'orateur passe des projections montrant l'évolution des isolateurs de suspension à capot et tige en Allemagne entre 1907 et 1922. Il cite les isolateurs type Motor à fût massif; l'élément est de forme allongée, est à double capot et ne possède pas d'armature intérieure. L'apparition en 1936 de l'isolateur Motor de grande longueur, possédant une série de cloches, constitua un nouveau progrès dans la même direction.

L'emploi dans les réseaux à moyenne tension de portées toujours plus longues (180 m et plus), ainsi que l'utilisation de conducteurs en aluminium placèrent le constructeur de lignes aériennes devant de nouveaux problèmes. Une fixation rigide du conducteur sur des isolateurs rigides n'entraîne plus en ligne de compte à cause des oscillations des conducteurs. C'est pourquoi on se mit à employer des isolateurs de suspension à partir de 10 kV déjà.

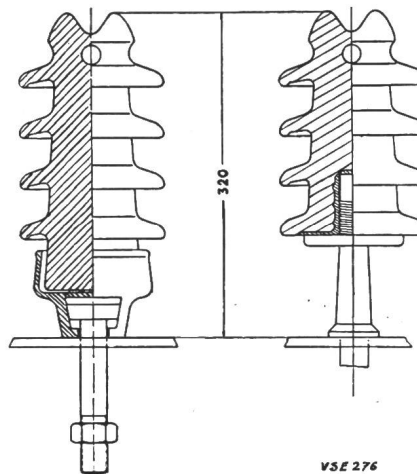


Fig. 6  
Les nouveaux types d'isolateurs rigides avec fixation dans la direction du conducteur

L'orateur compare en détail les différents types d'isolateurs du point de vue économique, et délimite leurs domaines d'emploi. La création, pour des tensions de 10 à 35 kV, d'un isolateur rigide à fût massif de grande longueur avec encoche et fixation dans la direction du conducteur représente un grand progrès; le fût de cet isolateur est légèrement conique et il possède une série de cloches; il est très avantageux du point de vue économique, et satisfait pleinement aux normes VDE. L'avantage du mode de fixation employé réside dans le fait que les portées peuvent être allongées autant que le permet la solidité des poteaux eux-mêmes. À la partie supérieure de l'isolateur se trouve une encoche, et directement en dessous de cette encoche un trou; encoche et trou sont parallèles et dirigés suivant un diamètre; le trou a été pratiqué à la même hauteur que la rainure entourant la tête de l'isolateur, afin qu'on puisse maintenir cette dernière aussi courte que possible. L'encoche est destinée à recevoir le câble conducteur tandis que par le trou passe le



câble de fixation ou câble auxiliaire. Le câble auxiliaire, qui est de même métal et de même section que le câble conducteur, est conduit parallèle-

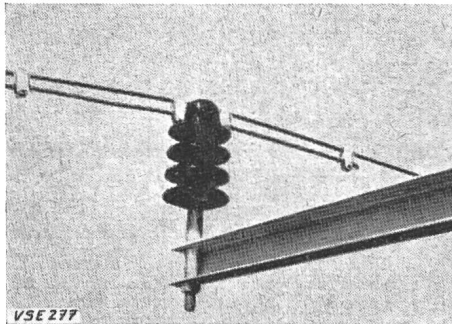


Fig. 7

Le nouvel isolateur rigide de la fig. 6 pour 20 kV  
La figure montre la fixation du câble conducteur par l'intermédiaire d'un câble auxiliaire

ment à ce dernier sur une certaine distance et fixé à lui à la sortie du trou — sans flexion ni déformation — par des pinces de fixations. Le trou est assez grand pour que le câble conducteur et le câble auxiliaire aient un certain jeu dans toutes les directions. Cela permet de donner au câble conducteur assez de liberté dans les directions longitudinales et transversales, et d'éviter les ruptures par suite d'oscillations. Le câble auxiliaire, qui possède une longueur de 40 cm environ de chaque côté de l'isolateur, sert en même temps à amortir les oscillations apparaissant sur la ligne.

Les avantages de ce type d'isolateur rigide par rapport au type VS sont les suivants: sécurité de perforation absolue, bon comportement au moment du lever du soleil et par temps de brouillard, auto-nettoyage facilité par les surfaces lisses et les cloches peu profondes, prix bien plus favorable que celui de l'isolateur VS.

Un diagramme donne enfin les poids des divers isolateurs rigides et de suspension en fonction de la tension nominale.

E. Dohrn a choisi un thème d'actualité: «Poteaux modernes en béton précontraint». Il relève que, dans le seul réseau de la «Schleswig Holsteinische Stromversorgung A.-G.», 10 000 poteaux de ce type sont actuellement en service, ce qui montre toute l'importance de la question. Ce nouveau type de poteau réunit les avantages du béton précontraint à une forme aussi élégante que celle du poteau en béton centrifugé, ceci pour un poids à peu près égal. Le poteau en béton précontraint est creux et conique, mais peut être aussi livré avec une section polygonale.

L'orateur expose les différences, du point de vue contraintes de traction et de compression, entre le poteau en béton armé ordinaire et celui en béton précontraint. Dans le cas d'un poteau en béton centrifugé, on a d'un côté un état de traction de l'autre un état de compression, le béton résistant aux efforts de compression, et l'acier aux efforts de traction. Le béton ne peut pas, par suite de sa structure propre, s'allonger autant que l'acier; il se fissure donc transversalement. Dans le cas du poteau

en béton précontraint, on a le même état de charge que ci-dessus, mais il se superpose à l'état de charge préalable; seules des tensions de compression apparaissent finalement, ce qui empêche la formation de fissures. Lors de la fabrication, le mélange de béton de haute qualité est introduit dans la forme tout en étant vibré à une cadence de 5600 vibrations à la minute. Au bout de 24 à 48 heures, pendant lesquelles le béton a durci, la tension des aciers est enlevée et, grâce au frottement entre les aciers et le béton, ce dernier se trouve fortement comprimé. Le béton employé possède une résistance à la compression de 600 kg/cm<sup>2</sup>. La section des aciers est assez faible, de façon à ce que ceux-ci soient suffisamment entourés de béton. Ont été fabriqués des poteaux en béton précontraint qui possèdent une longueur de 15 m et une charge de rupture en pointe atteignant jusqu'à 7 t. L'orateur décrit des essais de torsion, qui ont donné de bons résultats; le béton précontraint est moins sensible aux tensions de cisaillement et de torsion que le béton armé ordinaire, car les tensions principales de traction sont fortement diminuées par la contrainte préalable.

Les coûts de fabrication sont aujourd'hui à peu près équivalents pour les poteaux en béton précontraint d'une part, ceux en béton centrifugé d'autre part. Les lignes avec poteaux en béton sont d'environ 30 à 40 % plus chères que celles employant des poteaux en bois; les frais d'entretien sont par contre presque nuls pour les premières, ce qui semble être une compensation suffisante.

«Les poteaux en bois», tel était le sujet de la conférence de F. Tonnemacher. Les règles de la VDEW relatives aux poteaux en bois se basèrent à l'origine sur le diamètre au sommet et sur une conicité de 0,7 cm par m. On s'est ensuite demandé, comme les poteaux étaient souvent livrés avec un diamètre à la base insuffisant, s'il ne valait pas mieux normaliser cette dernière dimension. Une combinaison des deux systèmes s'est révélée finalement la meilleure aux points de vue économique et technique. Les normes étrangères sont d'ailleurs analogues aux nouvelles normes allemandes.

En ce qui concerne les procédés d'imprégnation des bois, l'orateur souligne qu'il est difficile de juger rapidement d'un nouveau procédé. Comme il n'existe pas de statistique générale, il est très difficile de comparer, par exemple, les avantages et les inconvénients de la kyanisation et du créosotage. En ce qui concerne les procédés de traitement ultérieur, par contre, on obtient plus rapidement des résultats valables. Des essais en plein air concernant ces traitements ultérieurs sont actuellement en cours sous la direction d'instituts scientifiques. Les différents produits pour le traitement ultérieur sont appliqués sur des poteaux d'âges divers et imprégnés de plusieurs façons; on espère ainsi pouvoir déterminer l'influence de la première imprégnation sur l'efficacité du traitement ultérieur.

L'«Imprégnation en vase clos de poteaux en bois de pin» est le sujet de la conférence de H. Bellmann. Ce sont les bois de pin qui sont les plus avantageux pour l'imprégnation en vase clos; les bois de sapin sont plus difficiles à imprégner selon ce

procédé. La durée de vie de tels poteaux serait de 18 à 33 ans.

G. Irresberger parle des «Mesures de précaution lors de la pose sous tension de poteaux en bois». La

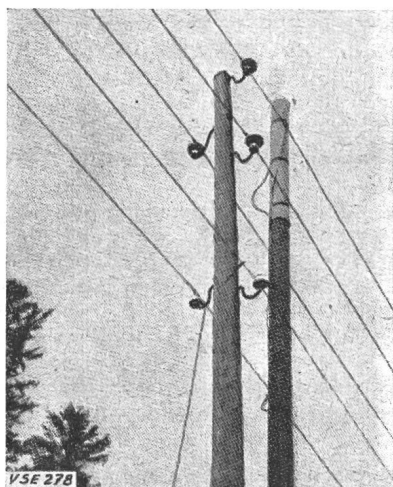


Fig. 8

Les nouvelles mesures de précaution lors de la pose sous tension de poteaux en bois

Il s'agit d'une ligne à 25 kV; la partie supérieure du poteau qui va être posé est isolée grâce à un manchon isolant maintenu par une fixation en caoutchouc

pose sous tension de poteaux en bois est la plupart du temps sans danger quand le bois est sec; si le bois est humide, par contre, il y a danger de mort: différents accidents, dont plusieurs mortels, le prouvent.

S'il est absolument nécessaire de procéder à la pose sous tension de poteaux en bois, il faut prendre toutes les mesures de précaution nécessaires. Le sommet du poteau doit être enveloppé d'un manchon isolant afin d'empêcher le contact direct avec la ligne sous tension. Le poteau une fois posé, les colliers en caoutchouc maintenant le manchon isolant en place peuvent être ouverts depuis le sol au moyen d'une perche; l'isolation tombe alors à terre.

La dernière conférence, celle de H. Mors traite des «Massifs de fondation des supports du point de vue économique». Le coût des fondations représente une part importante du coût total des lignes; il est donc nécessaire d'accorder une attention toute spé-

ciale à l'exécution des fondations. Lorsqu'il s'agit de massifs de grandes dimensions, ils doivent être calculés soigneusement, si l'on veut obtenir une solution offrant toute garantie de sécurité tout en étant

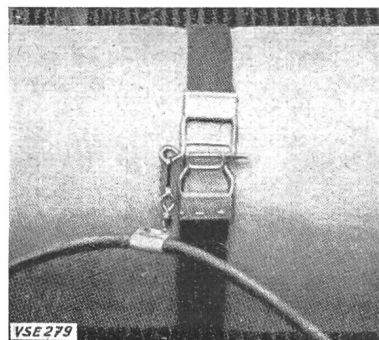


Fig. 9

Système de fixation par courroies en caoutchouc pour le manchon isolant de la fig. 8

la plus économique. Des essais concernant la constitution du sol du point de vue physique sont nécessaires; ils permettent de déterminer, en partant d'échantillons du sol, la composition de celui-ci, la granulation, la porosité, l'humidité, la densité, la structure, la consistance et la perméabilité, données qui servent ensuite de base aux calculs. Le coût des fondations peut se monter, pour les lignes à moyenne tension et en cas de sol normal, jusqu'à 10 % du coût total; si les conditions sont mauvaises, ce chiffre est dépassé. L'orateur conseille l'emploi de machines pour creuser les trous de fondation; elles diminuent le coût des fondations. Il propose de creuser des trous d'essai, qui permettent de calculer les massifs de fondation au plus juste.

L'orateur compare les divers types de fondation (un seul bloc ou plusieurs blocs). Les fondations dites flottantes sur traverses de bois permettent d'économiser le béton mais peuvent être dangereuses (pourriture du bois).

Au cours de la *discussion*, un participant rappelle l'existence des vieilles formules de Fröhlich pour le calcul des massifs de fondation et expose la nouvelle méthode de Sulzberger (Suisse).

Adresse de l'auteur:

E. Wernli, adjoint du chef d'exploitation, Aargauisches Elektrizitätswerk, Aarau.

## Le droit de rachat d'installations de distribution d'énergie électrique Jugement du tribunal fédéral

347.247.3 : 621.316.1

Le district de Schwyz possède, en vertu d'une concession de forces hydrauliques datant de 1896, le droit de racheter — à l'échéance de la concession — la centrale de Wernisberg sur la Muota. Cette centrale est actuellement propriété de l'«Elektrizitätswerk Schwyz»; par contre, les installations de distribution, qui desservent les districts de Schwyz et de Gersau et quelques communes du canton de Lucerne, sont devenues il y a quelques années propriété des «Centralschweizerische Kraftwerke». C'est parce qu'il était d'avis que ces installations n'étaient pas comprises dans le droit de rachat de la centrale de Wernisberg et ne pouvaient donc pas être rachetées par le district que l'«Elek-

trizitätswerk Schwyz» les vendit. Le district de Schwyz, qui au début mettait lui-même en doute ses droits sur les installations de distribution, fit par la suite valoir son droit de rachat, et décida que c'était aux tribunaux de juger jusqu'où celui-ci s'étendait.

Le tribunal cantonal, en première instance, conclut sur les points principaux en faveur du district, et jugea que celui-ci avait le droit de racheter non seulement la centrale de Wernisberg mais aussi la sous-station d'Ibach et les installations de distribution situées sur le territoire du district de Schwyz comme en dehors de celui-ci.

Après avoir délibéré deux fois et avec le plus

grand soin, le tribunal fédéral a cassé ce jugement; il a motivé cette décision sur le fait que le texte de la concession ne fait aucunement mention d'un droit de rachat des installations de distribution. C'est donc seulement la centrale de Wernisberg et la ligne de transport qui relie cette centrale à la sous-station d'Ibach que le district peut racheter. Les installations de distribution ne font pas forcé-

ment partie d'une usine génératrice, et ne sont donc comprises dans le droit de rachat que si le texte de la concession en dispose expressément.

Ce jugement est d'une importance fondamentale pour les entreprises suisses d'électricité. Nous y reviendrons dès que nous aurons reçu du tribunal fédéral l'exposé des motifs.

## L'aménagement des forces hydrauliques suisses; perspectives d'avenir

*Deux conférences intéressantes ont été présentées lors de l'Assemblée générale de l'Union suisse des consommateurs d'énergie, qui a eu lieu le 23 mars à Zurich et fut consacrée aux perspectives d'avenir de l'aménagement des forces hydrauliques suisses; nous donnons ici un court résumé de ces deux conférences.*

L'exposé de M. Osterhaus, directeur de l'Office fédéral des eaux, était intitulé: «La poursuite de l'aménagement des forces hydrauliques, vue sous l'aspect de divers problèmes d'avenir». L'orateur donna, grâce à des courbes et des tableaux très détaillés, un aperçu saisissant de l'activité qui est déployée actuellement dans le domaine des projets d'équipements hydro-électriques. On sait que le but visé est d'aménager complètement les forces hydrauliques suisses. Il s'est confirmé — et ne peut être que répété — que pour faire face à l'extraordinaire développement pris par la consommation d'énergie électrique, des mesures extraordinaires elles aussi doivent être prises dans le secteur de la production. La production annuelle moyenne possible de l'ensemble des usines hydrauliques a augmenté depuis 1947 d'environ 500 GWh par an; or cette augmentation n'était que d'un peu moins de 300 GWh durant la guerre, de même qu'elle ne dépassait pas 200 GWh avant celle-ci. En face de cette extension énorme de la production cependant, on put constater un accroissement encore plus important de la consommation, si bien que, au cours des dernières années, les besoins ne purent être couverts que grâce à une *hydraulicité supérieure à la moyenne*.

Si l'on désire continuer de pouvoir, à l'avenir également, couvrir les besoins, il s'agit d'aménager toutes les *forces hydrauliques dignes d'être aménagées*, sans tenir compte du fait que tous les projets ne sont pas aussi avantageux l'un que l'autre du point de vue économique. Il est important, avant tout, de prendre soin d'aménager les eaux d'une façon conforme aux intérêts de la communauté; c'est là, en partie, la tâche de l'Office fédéral des eaux; mais c'est surtout grâce à la saine concurrence entre les diverses entreprises qu'on atteindra ce but. L'orateur est d'avis que l'on pourra, au cours des six prochaines années, arriver à un stade où toute pénurie d'énergie électrique sera rendue impossible.

L'Office fédéral des eaux estime, à l'heure actuelle, que la *production moyenne possible d'énergie électrique* de toutes les centrales suisses se montera — lorsque l'ensemble des équipements actuellement en construction ou en projet seront entrés en service — à *30 000 GWh environ*; ceci représente une augmentation de 2000 GWh par rapport aux esti-

620.91 : 621.311.21(494)  
*Anlässlich der Generalversammlung des Schweizerischen Energie-Konsumenten-Verbandes, die am 23. März in Zürich stattfand und den Zukunftsfragen der schweizerischen Wasserkraftnutzung gewidmet war, wurden zwei interessante Vorträge gehalten, über welche wir hier kurz berichten möchten.*

mations précédentes. Depuis la dernière publication à ce sujet, les projets suivants ont été ajoutés à la liste:

- Agrandissements et nouveaux équipements sur le cours de l'Aar; production moyenne possible: 500 GWh environ
- Élargissement de 290 à 440 GWh du projet de concession pour les forces motrices du Bergell
- Dranse d'Entremont; 130 GWh
- Centrale de Führen des Forces Motrices de l'Oberhasli S. A.: 80 GWh environ
- Aménagement *Mattervispe* de la Lonza S. A.; 310 GWh
- Aménagement *Verzasca*; 340 GWh
- Aménagement du *Rhin antérieur*; 720 GWh

C'est, d'après les données actuelles, *aux alentours de l'année 1980* que les forces hydrauliques suisses seront entièrement aménagées, ce qui correspondra à une production annuelle de 30 000 GWh environ; cependant, ce stade pourra aussi, selon l'évolution de la situation économique de notre pays, être atteint en 1970 au plus tôt, en 1990 au plus tard. Lorsque les forces hydrauliques seront complètement aménagées, le capital de premier établissement des seules installations de production d'énergie aura passé de 2,83 milliards de francs environ — montant actuel — à 9,24 milliards de francs. Même lorsque ce stade aura été atteint, *seul 1/5 à 1/4 de toutes les forces hydrauliques brutes existant théoriquement en Suisse* auront pu être aménagées; il est donc faux de prétendre que notre pays sera finalement, par suite de la construction d'installations productrices d'énergie électrique, privé de la parure que représentent pour lui ses cours d'eau.

La deuxième conférence, celle de P. Jaberg, Zollikon, avait pour thème: «*L'industrie suisse de l'électricité du point de vue de sa situation financière et de l'évolution de la conjoncture*». Comme on le sait, l'Office fédéral de l'économie électrique publie chaque année le bilan général de l'ensemble des entreprises électriques livrant de l'énergie à des tiers. L'orateur estime que ce bilan présente actuellement un aspect réjouissant. Les immobilisations sont pour la plupart financées à long terme; de plus, le rapport entre moyens propres et fonds étrangers peut être considéré comme étant très avantageux. Les installations en service étaient, en 1953, amorties à 36 %, alors que ce chiffre se montait à 42 % en 1940. Il ressort d'autre part du compte global de profits et pertes de l'ensemble des entre-

prises électriques livrant de l'énergie à des tiers que les dépenses se répartissent aujourd'hui — en pour-cent des dépenses totales — comme suit :

Administration, exploitation, entretien . . .	35,9 %
Impôts, droits d'eau et versements aux caisses publiques . . . . .	22,6 %
Intérêts . . . . .	9,3 %
Dividendes . . . . .	3,7 %
Amortissements et dotation des fonds . . .	28,5 %

A cette occasion, P. Jaberg consacre quelques remarques à la *politique poursuivie par les entreprises d'électricité en fait d'amortissements*, politique qui est d'une grande importance pour le prix de revient de l'énergie électrique. Le taux d'amortissement s'est monté, au cours de ces dernières années, à 4 % environ. L'orateur est d'avis que ce taux pourrait être provisoirement diminué sans danger, même en dessous du niveau de 3 %. On pourrait par exemple fixer des taux différents pour les installations de production d'une part et les installations de transport et de distribution d'autre part. Le taux est actuellement aux Chemins de Fer Fédéraux, par exemple, de 1,5 % pour les installations hydrauliques et autres constructions de génie civil seules, alors qu'il est de 2,25 % pour les installations de production et de transport considérées comme un tout. Or, on constate qu'aujourd'hui, pour les équipements en construction, une partie importante des capitaux est investie dans les barrages, si bien qu'il semblerait indiqué de *changer la pratique actuelle des entreprises d'électricité en ce qui concerne les amortissements*.

Selon les estimations actuelles, le volume des constructions se montera, au cours des prochaines années, à 500 millions de francs environ par an, ce qui correspond à un total de 3 milliards de francs en six ans. Il est probable qu'à la fin de cette période de six ans le rapport des moyens propres aux

fonds étrangers sera de 38 % à 62 % (il est aujourd'hui de 42 % à 58 %), ce qu'on ne peut qualifier de défavorable. Pour autant qu'aucune crise économique n'intervienne d'ici là, il devrait être possible d'atteindre en 1959 un taux d'amortissement de 2,4 % au minimum.

En ce qui concerne la *politique tarifaire*, l'orateur est d'avis qu'il est de grande importance pour notre économie toute entière que les prix de l'énergie soient convenables et échelonnés de façon rationnelle. On devrait cependant permettre aux entreprises d'électricité d'obtenir des prix suffisants pour que leurs finances restent saines et leur crédit solide. C'est seulement ainsi qu'on pourra aménager complètement nos forces hydrauliques. Bien que les prix de l'énergie électrique soient, en gros, restés stables depuis 1940, les entreprises d'électricité se sont bien développées et consolidées financièrement; cela a été rendu possible par une utilisation plus rationnelle des installations et par l'obtention de capitaux à de faibles taux d'intérêt. Si, à l'avenir, des corrections de tarifs ne peuvent être évitées, il faudra se rappeler que c'est par une collaboration pleine de compréhension mutuelle entre les milieux des consommateurs et ceux des producteurs d'énergie électrique, que de telles corrections pourront s'effectuer le plus favorablement.

Enfin, P. Jaberg se prononce contre des constructions à une cadence trop rapide. Cela n'a pas de sens d'accentuer la haute conjoncture actuelle en forçant des travaux qui pourront même peut-être être réalisés plus tard dans des conditions plus avantageuses; il vaut mieux garder une certaine réserve de travail pour l'avenir. Cette question ne peut d'ailleurs être résolue qu'en pensant sans cesse au bien supérieur du pays tout entier. Sa.

## Communications de nature économique

### Explosion d'une turbine à vapeur à l'usine génératrice de Ridgeland appartenant à la « Commonwealth Edison Company »

621.165-174.2.0047

[Selon Electr. Eng. t. 74(1955), n° 2, p. 171...172]

La turbine à basse pression d'un groupe turbo-alternateur de la centrale de Ridgeland, appartenant à la « Commonwealth Edison Company », a explosé le dimanche 19 décembre 1954, à 11 h 19 du matin. Les causes exactes de la catastrophe n'étaient pas encore connues au moment où le présent rapport fut publié; on suppose cependant qu'il s'agit d'un défaut de l'arbre de la turbine.

La centrale de Ridgeland comprend 4 groupes turbo-alternateurs de 160 MW, possédant chacun une turbine à basse pression et une turbine à haute pression. Lors de l'explosion, des débris furent violemment projetés dans toutes les directions; ils endommagèrent les trois autres groupes, si bien que la centrale entière fut mise hors service. Ces trois groupes furent cependant réparés dans un délai de 50 heures.

La centrale de Ridgeland est la plus moderne de la « Commonwealth Edison Company ». Elle se trouve au bord d'un canal navigable, à 3 km environ en dehors des limites de la ville de Chicago. Sa construction commença en 1948; la puissance installée totale des quatre groupes est de 640 MW. Le quatrième groupe, celui qui vient d'exploser, a été construit par les ateliers « Allis Chalmers », et se trouvait en service depuis août 1954 seulement; il avait auparavant subi tous les essais de réception habituels avec un plein succès.

Avant l'accident, le groupe était resté deux jours hors service pour nettoyage des chaudières. On sait qu'en général,

avant de remettre en service une turbine, on essaye les dispositifs de sécurité; dans le cas particulier, l'essai eut lieu séparément pour la turbine à haute pression et la turbine à basse pression.

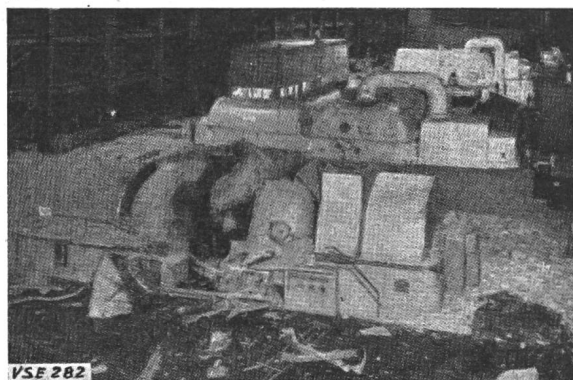


Fig. 1

Salle des machines de la centrale de Ridgeland après l'explosion du groupe turbo-alternateur n° 4 (au premier plan)

La turbine à basse pression, dont la vitesse de régime est de 1800 tours, venait de subir cet essai, et la fermeture s'était produite pour une vitesse supérieure de 10 % à la vitesse de régime. On allait procéder au même essai pour la turbine à haute pression lorsque l'explosion se produisit.

A cet instant, 6 personnes se trouvaient dans la salle des machines, dont 5 employés de la «Edison Company» et un représentant du constructeur de la turbine. Deux personnes furent tuées par les pièces de métal projetées au loin par l'explosion, et les quatre autres subirent diverses fractures et contusions, ainsi qu'un choc. Trois autres personnes éprouvèrent également un choc et durent être hospitalisées.

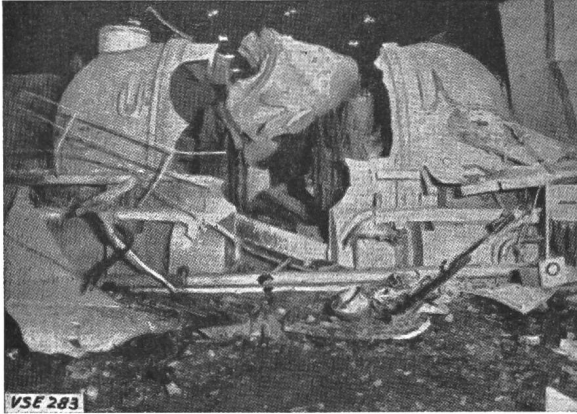


Fig. 2

La turbine à basse pression du groupe turbo-alternateur n° 4 après l'explosion

La partie médiane de l'arbre se brisa en plusieurs morceaux, qui furent projetés au loin avec des parties de l'enveloppe de la turbine. Un morceau pesant plusieurs tonnes traversa le toit du bâtiment des machines et atterit sur un tas de charbon. Un autre déchira une partie de la tuyauterie reliant la turbine au condenseur du premier groupe turbo-alternateur. D'autres encore endommagèrent les tuyauteries reliant les turbines à moyenne et à basse pression du deuxième et du troisième groupe, un dernier enfin déchira l'enveloppe de la turbine à basse pression du troisième groupe. La salle des machines entière fut fortement endommagée par les

pièces de métal projetées de tous côtés par la force de l'explosion; les dommages furent particulièrement importants pour le toit du bâtiment. Au moment de l'explosion, les trois autres groupes supportaient une charge de 460 MW, alors que la charge totale du réseau était de 1850 MW. Comme la charge était, à cet instant, en train de diminuer rapidement, elle put être transférée facilement sur d'autres centrales sans que la fréquence diminue ou qu'interviennent des dérangements quelconques.

Il fut possible d'emprunter immédiatement aux réseaux voisins, par l'intermédiaire de lignes de transport qui ne sont normalement pas en service à cette heure-là de la journée, une puissance de 190 MW. Cette puissance put être produite, au bout de quelques minutes déjà, par les autres centrales de Chicago. Le problème le plus difficile fut celui de couvrir les besoins le lundi matin et le lundi soir en l'absence des 640 MW de Ridgeland. Plus de 600 gros abonnés furent priés de réduire leur consommation de 25%. D'autre part, on demanda aux particuliers de réduire également autant que possible leur consommation. Enfin, on put acheter aux entreprises d'électricité voisines une puissance de 200 MW, par l'intermédiaire des lignes reliant ces réseaux avec celui de Chicago. Ces mesures permirent finalement de passer la pointe le lundi.

Des exploits peu ordinaires furent accomplis lors des travaux de réparation. Une nouvelle tuyauterie d'échappement de 3,6 m de long, 1,5 m de diamètre, possédant des parois de 12 mm d'épaisseur, fut fabriquée sur place et montée, ce qui permit la remise en service du premier groupe turbo-alternateur. On put, d'autre part, réparer par soudures les tuyauteries de la vapeur, qui avaient été endommagées en plusieurs endroits.

Des recherches approfondies ont été entreprises dans le but de déterminer les causes de cette explosion. L'arbre de la turbine était d'une exécution tout à fait normale; la pièce venant de forge avait été soumise à tous les essais de fabrication habituels, y compris un essai aux ultrasons.

Une grande partie du dommage causé est couvert par la garantie du constructeur et par l'assurance de l'entreprise d'électricité.

F. Schär (Sa.)

## Documentation

### L'industrie de l'électricité en Europe

338.45 : 621.312(4)

[Document publié par l'Organisation Européenne de Coopération Economique (OECE). Paris, OECE, 1955; 8°, 130 p., 13 fig., tab. - Prix: fr. f. 500.—]

L'OECE a entrepris la publication d'une série de rapports sur «l'évolution de la conjoncture dans les différents secteurs de l'économie européenne». Ces rapports, établis par les Comités techniques compétents, contiennent notamment des données sur l'évolution des prix, le niveau des stocks et sa variation, les capacités de production inemployées, la demande, l'état des carnets de commande, les délais de livraison, l'évolution de la productivité, des prévisions sur l'évolution du marché et sur l'accroissement de la capacité de production, et des indications sur les mesures à prendre pour parer à toute évolution défavorable. Le rapport concernant l'industrie de l'électricité vient d'être publié par le Comité de l'électricité.

C'est la première fois, avec ce rapport, que le Comité de l'électricité, regroupant toutes les données fournies par les différents pays, entreprend pour l'ensemble des pays de l'OECE, une étude de synthèse sur l'industrie de l'électricité; le rapport insiste surtout sur les perspectives à moyen terme du marché de l'électricité, la situation passée n'étant analysée que dans la mesure où elle permet de dégager

certains traits caractéristiques de l'évolution de la conjoncture.

Après avoir examiné rapidement, dans une première partie, la situation de l'industrie de l'électricité en 1953, comparée à celle des années précédentes, on aborde dans une seconde partie l'examen des tendances à moyen terme (de 1954 à 1958) du marché vues sous les principaux aspects suivants: évolution de la production, investissements et difficultés rencontrées pour leur financement, problème des échanges d'énergie électrique entre pays voisins, évolution de la consommation par secteur. Enfin, dans une troisième partie, est exposée avec plus de détail la situation propre à chaque pays membre, de manière à dégager certains traits spécifiques de l'industrie de l'électricité dans chacun d'eux. Des tableaux et des graphiques groupent les informations statistiques et les prévisions établies par les pays, qui sont à la base du rapport. Les tableaux et graphiques portent sur: la puissance installée, la puissance maximum disponible, la production et la consommation dans chacun des principaux secteurs.

Par les données techniques et économiques qu'il fournit, ce rapport intéressera vivement les entreprises productrices et distributrices d'électricité. Nous ne pouvons qu'en recommander la lecture aux membres de notre Union.

Sa.

## Congrès et Sessions

### Assemblée générale du Comité national suisse des grands barrages

L'assemblée générale du Comité national suisse des grands barrages se tiendra le 6 mai 1955, 15 h, à l'Hôtel Bären, à Berne. Au cours de cette assemblée, M. W. Eggenberger, de l'«Electro-Watt, Entreprises électriques et indus-

trielles S. A.», à Zurich, donnera une conférence sur le projet d'aménagement des forces hydrauliques de Göschenen, conférence qui sera consacrée surtout au barrage de Göschenentalp.

Rédaction des «Pages de l'UCS»: Secrétariat de l'Union des Centrales Suisses d'Electricité, Seefeldstrasse 301, Zürich 8, téléphone (051) 34 12 12; compte de chèques postaux VIII 4355; adresse télégraphique: Electrunion Zürich.

Rédacteur: Ch. Morel, ingénieur.

Des tirés à part de ces pages sont en vente au secrétariat de l'UCS, au numéro ou à l'abonnement.