Zeitschrift: Bulletin de l'Association suisse des électriciens

Herausgeber: Association suisse des électriciens

Band: 13 (1922)

Heft: 3

Rubrik: Notices sur la Conférence internationale des grands réseaux de transport d'énergie électrique à très haute tension : tenue à Paris du 21 au 26 novembre 1921

Nutzungsbedingungen

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

Conditions d'utilisation

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

Terms of use

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

Download PDF: 22.08.2025

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

eine besondere, auf die Räder wirkende Wurfhebelbremse vorgesehen ist. Schliesslich ist noch ein Geschwindigkeitsmesser untergebracht. Zulässig sind, wie eingangs erwähnt, auf der ganzen Zahnstrecke 8 km/h, die Geschwindigkeitsbremse fällt indessen erst ein bei 10 km/h. Auf der Adhäsionsstrecke kann mit einer Höchstgeschwindigkeit von 12 km/h gefahren werden.

Die erste Maschine erfüllte bei Inbetriebsetzung alle an sie gestellten Anforderungen, so dass die Bestellerin sich veranlasst sah, eine zweite in der Konstruktion völlig mit der ersten übereinstimmende Lokomotive in Auftrag zu geben, welche bei ausnahmsweise stark einsetzendem Stossverkehr einzuspringen hat und ausserdem als Reserve dient.

Schlussbemerkung.

Wenn auch die Möglichkeit der Verwendung von Zahnradlokomotiven für Anschlussbahnen auf Grund der bisherigen Erfahrungen mit elektrischen Zahnradbahnen überhaupt als gegeben bezeichnet werden konnte, so hat es doch nicht an Stimmen gefehlt, die sich einer derartigen Lösung der Aufgabe gegenüber skeptisch verhielten. Um so mehr ist es zu begrüssen, dass die Metall- und Farbwerke Oker den stets zwischen einer Idee und der Ausführung liegenden Schritt gewagt und damit den Beweis erbracht haben, dass solche Anlagen technisch und wirtschaftlich mit bestem Erfolge durchgeführt werden können. Das Interesse, das diese Anlage seit ihrer Inbetriebsetzung erweckt hat, lässt darauf schliessen, dass sie nicht die einzige ihrer Art bleiben wird.

Notices sur la Conférence internationale des grands réseaux de Transport d'énergie électrique à très haute tension.

Tenue à Paris du 21 au 26 novembre 1921.

Du lundi 21 novembre au samedi 26 novembre 1921, au siège de l'Union des Syndicats de l'Electricité, rue de Madrid, 7, à Paris, ont eu lieu les travaux de la Conférence internationale des grands réseaux de transport d'énergie électrique à très haute tension.

Douze pays étaient représentés: Belgique, Danemark, Espagne, Etats-Unis, France, Grande-Bretagne, Italie, Japon, Norvège, Pays-Bas, Suède et Suisse. Le nombre total des délégués était de 56, dont 9 ont été malheureusement empêchés, au dernier moment, de venir à Paris.

La séance d'ouverture fut présidée par M. le Ministre des Travaux publics, qui, assisté de M. *Mahieu,* secrétaire général du ministère et de M. *Arbelot,* directeur des distributions d'énergie électrique, tint à honneur de souhaiter lui-même aux délégués étrangers la bienvenue sur le sol français.

La Conférence élut pendant cette séance les membres de son bureau qui se trouva ainsi composé: Présidents d'honneur: MM. *Blondel* et *Mailloux*; Président: M. *Legouez,* président de l'Union des Syndicats de l'Electricité (France); Vice-présidents: MM. *Bauer* (Suisse), *Del Buono* (Italie), *Kennelly* (Etats-Unis), *Woodhouse* (Angleterre); Rapporteur général: M. *Boucherot* (France); Secrétaire général: M. *Tribot Laspière,* secrétaire général de l'Union des Syndicats de l'Electricité (France).

D'autre part, la Conférence décida de diviser ses travaux en trois sections, chaque section ayant elle-même un président, deux ou trois vice-présidents et un secrétaire technique.

Voici la composition de ces trois sections:

1re section (production et transformation du courant). Président: M. *F. Cordier,* chef du département de l'électricité chez MM. Schneider & Cie (France); Vice-

présidents: MM. *Gevaert* (Belgique) et *Angelo* (Danemark); Secrétaire technique: M. *Payan,* ingénieur en chef à la Compagnie Thomson Houston.

2me section (construction des lignes de transport). Président: M. *Duval,* ingénieur en chef de la Société Générale d'Entreprises (France); Vice-présidents: MM. *Cuervo* (Espagne), *Bakker* (Hollande) et *Hansen* (Suède); Secrétaire technique: M. *Lavanchy,* ingénieur à la Société Générale d'Entreprises.

3me section (exploitation technique des réseaux). Président: M. *Pinson,* directeur à la Compagnie Générale d'Electricité (France); Vice-présidents: MM. *Shibusawa* (Japon) et *Traaholt* (Norvège; Secrétaire technique: M. *Bucherer,* ingénieur à la Compagnie Générale d'Electricité.

Aussitôt les sections constituées, les travaux commencèrent et se poursuivirent dans l'ordre des sections, ou à peu près, la première section ayant absorbé les deux premiers jours (21 et 22 novembre), la 2me section les deux jours suivants (23 et 24 novembre) et la 3me section les deux derniers jours (25 et 26 novembre).

Les séances avaient lieu chaque jour de 9 h. 30 à midi et de 14 h. 30 à 18 heures. Il n'y eut d'interruption que le jeudi après-midi, afin de permettre aux délégués étrangers d'assister à la cérémonie organisée à la Sorbonne en l'honneur d'Ampère, sous la présidence du Président de la République.

Ce furent les rapports établis pour la Conférence qui servirent de base à la discussion. Lorsqu'ils n'avaient pas pu être distribués à temps, les auteurs furent invités à résumer à la tribune le contenu de leur travail.

C'est après cette lecture qu'étaient discutées les conclusions du rapport et que se plaçait l'échange d'observations ou d'idées qui constituèrent le fonds même de la Conférence.

Ces travaux (rapports et discussions) vont être publiés in-extenso, et en deux éditions (l'une française, l'autre anglaise).

La Conférence a donné des résultats suffisamment utiles pour qu'elle ait décidé, au soir de sa clôture, de tenir désormais des assises périodiques, qui auront lieu tous les deux ans, et pour confier à son bureau et à son Secrétariat général le soin d'organiser une permanence.

Après le 15 mars 1922, le siège de ce Secrétariat général est installé, 25, boulevard Malesherbes, à Paris.

Résumé des questions saillantes discutées dans la IIme section, concernant la construction des lignes de transport.

Rapport de M. P. Perrochet, directeur de la Banque Suisse des chemins de fer; délégué de l'A. S. E. à la conférence.

Législation.

La législation régissant l'établissement des lignes varie considérablement d'un pays à l'autre. Il a été particulièrement question de la réglementation française qui est une de celles exigeant les coefficients de sécurité les plus élevés au point de vue constructif. On demande en France pour les conducteurs un coefficient de sécurité de 5 pour les traversées de routes, de canaux et de fils à faibles courants, de 10 pour les traversées de chemin de fer. Pour les supports et fondations, ces coefficients de sécurité sont de 3 et 5; pour les fondations, on n'est pas autorisé à faire intervenir dans le calcul la résistance des terres. Ces exigences conduisent à des poids de fers considérables pour les pylônes et à des massifs de fondation extrêmement volumineux.

Il a paru résulter de la discussion que nous jouissons en Suisse des dispositions les plus libérales à cet égard.

La conférence a émis au sujet des prescriptions devant régir la construction des lignes les vœux suivants:

1° Que les divergences existant actuellement entre les règlements des divers pays en ce qui concerne les traversées des voies publiques (routes, chemins de fer, rivières, lignes télégraphiques, téléphoniques et signaux) soient atténuées dans la mesure du possible.

2° Que les traversées soient autant que possible établies suivant le tracé correspondant à la moindre fatigue mécanique de la ligne et de ses supports, et qu'à la fixation d'une valeur minimum de l'angle de croisement soit substituée celle de la longueur maximum admissible pour la traversée, cette longueur maximum pouvant d'ailleurs différer selon la nature de la voie traversée.

3° Que la protection contre l'éventualité d'une chute de la ligne aux traversées soit résolue, soit par doublement des isolateurs aux pylônes de la traversée, soit par tout autre dispositif équivalent, mais à l'exclusion de tout filet protecteur, cadre de garde ou dispositif analogue.

4° Que les coefficients de sécurité à appliquer dans les calculs des supports en bois, fer, béton armé et de leurs fondations soient unifiés en prenant pour base les plus petites valeurs reconnues comme propres à assurer la sécurité d'après l'expérience acquise dans les divers pays.

Tensions normales.

La question de l'unification des tensions normales n'a pas été mise en discussion; elle n'a été que mentionnée dans le rapport du président de la IIme section, M. C. Duval, qui s'est borné à reproduire la série proposée par la conférence électrotechnique internationale tenue à Bruxelles les 29 et 30 mars 1920; cette série est, comme l'on sait, la suivante pour les valeurs moyennes distribuées:

1500 – 3000 – 6000 – 10 000 – 15 000 – 20 000 – 30 000 – 45 000 – 60 000 – 80 000 – 100 000 – 120 000 volts.

Tracé des lignes.

Les questions relatives au tracé des lignes de transport d'énergie à haute tension ont été traitées dans un intéressant rapport de MM. L. Esbran et L. Lafontaine (France) qui ont relevé en premier lieu les inconvénients de la législation française régissant cette matière.

Néanmoins, ce rapport contient des considérations générales s'appliquant aux lignes à haute tension de tous les pays. Il pose en particulier comme principe que le tracé doit, autant que possible, être en ligne droite, les angles du tracé constituant des points faibles. Dans bien des cas on est conduit au doublement des isolateurs, ce qui, pour les isolateurs à chaîne, est une sujétion qu'il faut éviter autant que possible. Les grandes portées sont éminemment recommandables, non pas qu'il doive en résulter nécessairement un prix d'établissement moindre pour la ligne, mais on réduit le nombre d'isolateurs et d'attaches du fil; or, l'attache et l'isolateur sont les organes qui nécessitent le plus de surveillance et d'entretien.

Il est désirable également que les portées entre pylônes soient uniformes et les conditions de travail des supports et des fils semblables tout le long du tracé. Tout changement de coefficient de sécurité, qu'il intéresse les conducteurs seuls ou les supports, devrait être évité. On peut même se demander si le fait de rapprocher deux supports pour la traversée d'un chemin ou d'une voie ferrée et de faire travailler le fil avec un coefficient de sécurité plus élevé réalise la sécurité désirée.

La notion de coefficient de sécurité pour les massifs de fondation prête à diverses interprétations, il serait préférable d'y substituer la notion de stabilité.

Le coefficient de sécurité des supports est demandé très grand parce qu'on désire se prémunir contre la corrosion due aux agents atmosphériques et contre le travail moléculaire du métal pouvant amener une diminution de résistance spécifique avec le temps. Il n'en est pas de même pour les massifs de béton qui sont d'autant plus résistants qu'ils sont plus âgés.

Les auteurs du rapport concluent entre autres en disant qu'il serait souhaitable de laisser le choix au constructeur d'appliquer pour les massifs de fondation:

soit un coefficient de stabilité, y compris la résistance des terres, de 2 normalement, et de 3 aux traversées;

soit un coefficient de stabilité, non compris la résistance des terres, de 1 normalement, et de 1,5 aux traversées, la terre augmentant cette stabilité dans de très grandes proportions.

Indemnités pour autorisation de passage et d'implantation.

Les questions relatives aux difficultés rencontrées par les sociétés ou les administrations appelées à construire des lignes électriques, soit au moment du piquetage, soit pour l'obtention des autorisations de passage et d'implantation, soit quant aux indemnités réclamées par les propriétaires des terrains traversé ont été traitées dans un rapport de M. C. Duval (France).

Il émet le vœu que, pour éviter des contestations, des frais accessoires élevés et des retards considérables, un tarif des dommages ayant un caractère officiel soit fixé.

Il ne sera pas sans intérêt pour nos diverses entreprises de comparer les indemnités payées dans diverses régions de la France avec les conditions qu'elles seront parvenues à réaliser. A titre d'exemple, nous donnons les chiffres indiqués par M. Duval:

1° Dans le Midi de la France, prix une fois versé de:

par pylône d'alignement de ligne 150 kV . .	50 à 100 fr.
par pylône d'arrêt	80 à 150 fr.
Droit de surplomb, 0 fr. 10 par mètre de réseau,	
Indemnité pour suppression de culture sur terrains boisés, l'hectare environ	850 fr.

2° Dans l'Est de la France, pour ligne à 120 kV,

par pylône d'alignement	50 fr.
par pylône d'arrêt	100 fr.
Droit de surplomb, 0 fr. 10 par mètre de réseau,	
pour réseau à 45 000 volts,	
par pylône d'alignement	10 fr.
par pylône d'angle	20 fr.

3° Dans le Centre de la France, pour ligne 120 kV,

par pylône d'alignement ou d'arrêt	20 à 50 fr.
suivant position ou culture, pas de droit de surplomb, par cep de vigne détruit pour les massifs de fondation, de	2 à 6 fr.

Dans cette région, le total des indemnités, réparations, remise en état, acquisition de bois pour abattage, etc. conduit à une moyenne globale d'environ fr. 300.— par pylône.

Isolateurs.

Tout le monde s'accorde à fixer la limite d'emploi des isolateurs rigides à 70 000 — 75 000 volts.

La discussion sur la forme, les dimensions et les propriétés des divers modèles d'isolateurs à suspension, n'a pas eu l'ampleur que comportait l'importance d'un tel sujet. Par contre, la question de la répartition du potentiel sur les divers éléments constitutifs des chaînes d'isolateurs a fait l'objet de rapports très intéressants de MM. Vedovelli et Viel (France) et a été touchée dans celui de M. Austin (Amérique). Les rapporteurs français ont contrôlé par des mesures effectuées sur des chaînes de divers modèles d'isolateurs la répartition du potentiel, et sont arrivés à des résultats partiellement différents de ceux indiqués jusqu'ici dans la littérature technique et par les fabricants d'isolateurs. Ils s'accordent à dire que l'élément de la chaîne le plus rapproché du conducteur prend les 45 à 50% de la tension totale appliquée et que cette proportion varie fort peu d'un modèle d'isolateur à l'autre. L'allure de la courbe de répartition du potentiel en fonction du rang de chaque élément reste bien celle déjà connue d'une diminution du pourcentage de tension prise par chaque élément, d'autant plus qu'il est plus éloigné de la ligne, pour remonter quelque peu pour les deux derniers éléments les plus rapprochés de la console du pylône ou de la terre. Mais tandis que M. Vedovelli a mesuré sur le dernier élément une participation de 20 à 26%, M. Viel n'arrive qu'à 7 à 11%. M. Vedovelli a exécuté ses mesures au moyen du potentiomètre du professeur Ryan, M. Viel a employé cette méthode ainsi que celles de l'éclateur et de l'électromètre décrites dans la Revue générale de l'Electricité du 29 octobre 1921. M. Viel relève l'influence du milieu ambiant des parois et objets rapprochés, pour les mesures de la répartition du potentiel faites dans les laboratoires et insiste sur la nécessité de pratiquer des mesures sur des lignes reproduisant les conditions réelles d'exploitation. Dans ces circonstances, il a mesuré sur le premier élément voisin de la ligne de 60 à 62% de la tension totale appliquée à la chaîne.

Dans le rapport de M. Austin par contre, on retrouve les courbes de potentiel identiques à celles publiées jusqu'ici où le premier élément prend les 21% de la tension totale, les éléments du milieu 7 à 8%, et le dernier élément 9% environ pour une chaîne de 9 éléments Ohio Brass sous 130 kV appliqués.

La plupart des artifices proposés pour obtenir une meilleure répartition du potentiel ne diffèrent pas de ceux qui sont déjà connus. Une idée originale nouvelle a été émise dans ce domaine par M. Viel qui propose de tendre parallèlement au conducteur, un mince fil d'acier fixé aux armatures reliant le premier et le second élément des chaînes d'isolateurs comptés à partir de la ligne.

Au point de vue des dimensions des éléments et de leur nombre dans la constitution d'une chaîne, M. Austin (Amérique) donne la préférence aux éléments de petites dimensions et aux chaînes composées d'un nombre d'éléments supérieur à celui strictement nécessaire pour la tension de service, tandis que M. Vedovelli désirerait qu'on augmentât les qualités diélectriques de chaque élément en diminuant le nombre d'éléments par chaîne. Il indique des caractéristiques auxquelles devrait répondre le modèle d'isolateur qu'il préconise et dont il suffirait de mettre trois en série pour une tension de service de 120 000 Volts. (Même idée réalisée par l'isolateur de la Société Motor).

Une communication très intéressante a été faite par Mr. Drin signalant les propriétés du *basalte fondu* comme isolant électrique, tant pour l'isolation de l'appareillage que pour celle des lignes.

Conducteurs.

Un rapport très complet sur les conducteurs a été présenté par M. Dusaugey (France) le protagoniste de l'emploi de l'aluminium.

L'emploi des conducteurs de cuivre pour lignes à très haute tension ne paraît pas prêter à critique. Il a été relevé néanmoins que pour éviter ou atténuer les pertes par effet de couronne, l'emploi de conducteurs en aluminium-acier tend à se

généraliser, tandis que l'emploi de câbles en aluminium seul pour très hautes tensions ne paraît pas être recommandable.

Comme conducteur aluminium-acier, on préconise l'emploi de câbles à 37, voire même à 61 brins, dont 7 pour l'âme d'acier afin de diminuer la proportion d'acier par rapport à l'aluminium et partant de réduire le prix du câble.

L'expérience a prouvé que l'effet corosif au voisinage de la mer ou des usines n'est pas à craindre; il en est de même, d'une manière générale pour l'âme d'acier qui est suffisamment protégée par l'enveloppe d'aluminium, surtout si l'on choisit des câbles à 37 ou 61 brins.

Le glissement de l'aluminium sur l'acier ne serait pas à craindre, parce que les brins du premier métal se serrent fortement sur l'âme lorsque le câble est posé et en place.

L'action de l'âme d'acier sur la résistance effective et sur l'inductance propre du conducteur est négligeable en pratique.

Les procédés modernes de raccordement et d'amarrage des câbles mixtes donnent entière satisfaction.

Les projets récents de lignes à 220 000 Volts, en particulier la ligne californienne qui va être mise en exploitation, envisagent l'emploi de conducteurs en aluminium-acier.

Pylônes.

La discussion sur les pylones a été introduite par un rapport de M. Drouin (France).

Les poteaux en bois pour lignes à très hautes tensions ne paraissent avoir été employés qu'exceptionnellement. Les supports en ciment armé sont utilisées avec succès dans les pays scandinaves, mais la plupart des autres nations ont adopté les pylônes métalliques.

La forme des pylônés métalliques varie d'un pays à un autre; les Américains donnent la préférence aux pylônes à quatre pies écartés, les Européens par contre, sont conduits à adopter plutôt le pylône étroit par le fait du coût élevé des droits de passage ou des oppositions administratives ou privées à l'occupation d'une surface de terrain trop considérable.

Les Anglais paraissent donner la préférance à une forme de pylône comportant dans la partie supérieure un seul fût relativement mince se subdivisant relativement près de la base en quatre pieds, ce qui permet de réaliser une économie sensible sur le cube des fondations.

Le scellement direct du pylône dans le massif, celui-ci étant exécuté aussitôt le pylône levé, est encore très répandu. Il y a tendance à remplacer ce procédé par l'exécution à l'avance des massifs de fondation, soit en y réservant les trous de scellement pour les boulons d'ancrage, soit en scellant dans la fondation au moment de sa construction un chevallet métallique, ou simplement 4 cornières sur lesquelles ou auxquelles viennent se fixer les montants du pylône.

Il y a une tendance très marquée à chercher à remplacer les gros massifs de fondation pleins ou évidés, par l'emploi de semelles faisant intervenir le poids des terres, ces semelles étant constituées soit par des radiers en fers profilés dispensant du massif en maçonnerie, soit par des dalles en béton armé.

On recommande l'emploi de prises de terre en dehors des fondations, de façon à pouvoir les visiter à l'occasion.

L'utilité d'un ou de deux fils de terre en acier galvanisés serrés sur la tête des pylônes a été généralement reconnue, tant au point de vue de leur fonction protectrice, que pour assurer une bonne communication avec le sol de tous pylônes réunis par ces fils de terre.

Résumé succint des différents rapports présentés et des points principaux relevés au cours de la discussion, concernant la production et la transformation du courant ainsi que le service des réseaux.

Rapport de *M. Bauer, Berne,* directeur de la Société Suisse pour le transport et la distribution d'Electricité et délégué de l'A. S. E. à la conférence.

A. Construction des alternateurs.

Rapporteurs: MM. Hansson, Ranjard et Boucherot.

1⁰ Tension de service et isolation des alternateurs.

(Rapporteur: M. Hansson, ingénieur chez MM. Schneider & Cie, à Paris.)

Pour les alternateurs la tension donnant la sécurité maximum est celle qui permet l'établissement d'un bobinage à un ou deux conducteurs par encoche. Le rapporteur préconise comme tension normale des alternateurs 6000 volts. Isolation au mica, avec compoundage de la bobine dans la gaine isolante.

La plupart des pays faisant partie de la Commission électrotechnique Internationale fixent une tension d'épreuve égale à deux fois la tension normale de la machine plus 1000 volts, appliquée pendant une minute. Les exploitants français ont adopté pour les alternateurs accouplés aux turbines à vapeur une tension d'éssai de deux fois la tension normale plus 3000 volts, appliquée pendant une minute. La durée d'une demi-heure, préconisée par certains exploitants, n'apporte pas plus de sécurité au client; au contraire, la machine essayée peut être définitivement endommagée par un tel essai.

La discussion a démontré qu'on ne s'arrête généralement pas à la tension de 6000 volts, mais qu'on adopte couramment des voltages de plus en plus élevés, de 10000, 15000 en Amérique et même davantage en Suisse (16000 volts). En Italie même plusieurs stations marchent à 30000 volts, mais l'expérience n'a pas été bonne, le nombre de bobines brûlées ayant été excessif. Aussi cette tension exagérée sera-t-elle abandonnée à l'avenir.

2⁰ Chute de tension des alternateurs.

(Rapporteur: M. Ranjard, ingénieur à la Cie Electro-Mécanique, à Paris.)

Les génératrices modernes sont construites de façon à supporter pendant quelques instants le courant de court-circuit qui s'établit quand on court-circuite leurs bornes. Les effets du courant de court-circuit sont à la fois mécaniques et thermiques. Les effets mécaniques dépendent de l'amplitude maximum du courant c'est-à-dire de la valeur du courant de court-circuit instantanée (qui peut atteindre jusqu'à 20 fois la valeur efficace du courant de pleine charge), et les forces mises en jeu peuvent être de 4 à 80 fois celles qui sont mises en jeu par le courant permanent de court-circuit.

D'autre part les effets thermiques résultent du courant de court-circuit permanent; c'est de celui-ci qu'il faut tenir compte pour les interrupteurs qui déclanchent à temps. L'extension des réseaux de distribution et la valeur instantanée élevée des courants de court-circuit ayant amené un certain nombre d'accidents, les conditions d'une bonne protection sont devenues plus nécessaires que les conditions d'une bonne régulation, ce qui conduit à admettre pour les alternateurs des réactances de ufite plus élevées conduisant à de fortes chutes de tension.

La chute de tension des alternateurs de construction actuelle, pour un cos φ de 0,8 varie de 25 – 40 % pour des alternateurs de turbo et de 20 – 35 % pour les

alternateurs accouplés à des turbines hydrauliques. Il est intéressant de signaler que, du côté régulation l'emploi de régulateurs à action rapide a permis aux différents réseaux de distribution d'obtenir une bonne régulation de marche malgré une chute de tension élevée.

La discussion a confirmé les conclusions du rapporteur quant à la tendance générale d'augmenter la sécurité en admettant pour les grands alternateurs une forte chute de tension, et de compenser cette dernière dans les lignes de transport par des régulateurs de tension à action rapide.

3⁰ Oscillations des groupes électrogènes.

(Rapporteurs: MM. P. Boucherot et P. Noel.)

Reprenant dans son rapport de nombreuses études faites antérieurement par lui, M. Boucherot a exposé avec détails ses idées sur les oscillations des alternateurs mus par turbines à vapeur et hydrauliques et l'influence de leurs amortisseurs. Il a indiqué en passant le désir des électriciens de voir les constructeurs de turbines hydrauliques simplifier leur régulation en faisant porter particulièrement leurs recherches sur le problème du „retard de distribution".

B. Constructeurs des transformateurs.

Rapporteurs: MM. Léonard et Roth.

1⁰ Tension et isolement des transformateurs.

(Rapporteur: M. Léonard, ingénieur à la Cie Française Thomson-Houston, à Paris.)

La disposition qui paraît préférable pour les grandes puissances est celle consistant à utiliser trois transformateurs monophasés couplés en triangle du côté basse tension et en étoile du côté haute tension. La mise à la masse du point neutre permet de réduire sensiblement le prix de revient des transformateurs. L'isolement est, avec la température et la faculté de résister aux court-circuits, l'un des facteurs principaux qui influent sur la vie d'un transformateur.

Pour les transformateurs sans pôle à la terre, la tension d'essai à la masse est dictée par le C. E. F. et est de deux fois la tension de service plus 1000 volts appliquée pendant une minute.

Pour les transformateurs monophasés avec pôle à la terre, l'essai diélectrique prescrit par l'A. I. E. E. est de 2,73 fois la tension à la terre plus 1000 volts.

Dans l'essai entre spires on adopte habituellement deux fois la tension normale entre spires pendant une minute.

Pour obtenir cette tension on alimente le transformateur à une fréquence appropriée. On renforce habituellement l'isolement entre spires d'entrée sur 5 % environ du nombre de spires de chaque enroulement.

Quant aux *bornes haute tension* (porcelaine jusqu'à 50 000 volts, pièces de porcelaine remplies d'un composé d'huile et de résine jusqu'à 70 000 volts, bornes spéciales type condensateur ou à remplissage d'huile pour tension supérieure) elles sont essayées à la masse avant d'être montées sur le transformateur à $2\,^1/_4$ fois la tension normale plus 2000 volts pendant une minute. L'amorçage de l'arc sur la partie extérieure de la borne de sortie devrait se faire à sec dans les environs de trois fois la tension normale de service. La borne ne devrait pas être perforée à cette tension d'essai.

L'huile pour transformateurs doit être soigneusement protégée contre l'humidité et périodiquement desséchée.

Il résulte de la discussion que la question des tensions d'essai est soumise en ce moment à l'examen de la Commission Electrotechnique Internationale de Standardisation.

M. A. Roth (B. B. C.) estime qu'une tension d'épreuve de deux fois la tension normale de service est insuffisante; l'étude d'un très grand nombre de pertur-

bations arrivées en service démontre que la surtension peut être beaucoup plus grande. Ce n'est pas en renforçant les dimensions de l'isolant entre les bobines, mais au contraire par le choix d'un isolant doué de qualités électriques supérieures, qu'on améliorera efficacement l'isolation des bobines, ce dernier moyen augmente en effet la résistance vis-à-vis des ondes à front raidé, sans diminuer la capacité mutuelle des bobines. Un très grand nombre de transformateurs de toute puissance claquent en service; différents essais nous ont démontré que c'est surtout à l'intérieur des enroulements et non pas aux bobines d'entrée que se produisent ces claquages.

On a parlé aussi du péril de relier les alternateurs directement aux lignes aériennes. Dans cette ordre d'idées M. Laugagne a signalé l'emploi de transformateurs avec rapport de tensions $^1/_1$ pour accoupler les génératrices aux réseaux, moyen très efficace pour empêcher les perturbations du réseau de pénétrer jusqu'aux alternateurs.

2⁰ Notes sur la construction des transformateurs: chute de tension et courant de court-circuit, accouplement étoile-triangle, mise à la terre du point neutre.

(Rapporteur: M. Roth, ingénieur à la Société Alsacienne de Constructions Mécaniques.)

Afin d'éviter des efforts mécaniques exagérés en cas de court-circuits, il est avantageux d'augmenter la chute de tension inductive du transformateur, pour réduire le courant de court-circuit et l'effort électrodynamique qui en résulte. On pourrait craindre que la grande chute inductive ne nuise à la bonne régulation, mais la tendance moderne étant de plus en plus de compenser la puissance réactive par des moyens appropriés, les facteurs de puissance sont toujours assez voisins de l'unité pour que les chutes réelles restent faibles devant les chutes inductives. L'orateur préconise l'abandon des prises auxiliaires du côté haute tension dans les transformateurs à très grande puissance afin de pouvoir conserver la symétrie axiale et parce que ces prises sont, à son avis, une source de graves dangers. Les transformateurs à grandes puissances et à très haute tension secondaire sont presque toujours couplés en triangle pour la basse tension et en étoile pour la haute tension. Cet arrangement présente l'avantage de supprimer l'élévation de tension provenant du troisième harmonique. On peut supprimer, il est vrai, ce troisième harmonique dans les transformateurs couplés en étoile-étoile, en les munissant d'un troisième enroulement disposé en triangle, qui constitue un court-circuit pour les courants de fréquence triple, mais cet enroulement est toujours une complication.

Quant à la mise à la terre du point neutre elle est encore controversée; l'orateur de son côté „est certain que l'avenir est aux réseaux dont le point neutre est mis à la terre". En Amérique on a adopté peu à peu cette dernière solution, en établissant une terre franche, sans interposition de résistances. En Suisse et en Allemagne, par contre, la mise à la terre par l'intermédiaire de bobines de réactance est actuellement très en vogue et semble donner de bons résultats.

La discussion a montré qu'on n'était pas toujours d'accord avec le rapporteur, spécialement au sujet des „prises auxiliaires" dont l'exécution ne présente pas en général de grandes difficultés. En Suède spécialement on utilise beaucoup les prises multiples pour le réglage de la tension des transformateurs. Dans tous les cas la construction de prises à $\div 5\,\%$ est facilement réalisable et les plus grandes variations de la tension sont réglées aujourd'hui de plus en plus par des moteurs synchrones surexcités.

En Suède le neutre est mis à la terre par une résistance de fer ou par des bobines de réactance, mais le premier mode s'est révélé plus avantageux que le second.

En Angleterre de même on semble être très satisfait de la mise du neutre à la terre; les perturbations qui en résultent généralement pour les lignes téléphoniques seraient même moindres, au dire de M. Hunter, qu'avec un neutre isolé.

Par contre, la mise à la terre du neutre est normalement interdite en Norvège; mais dans les cas exceptionnels où elle a été tolérée, on n'a pas relevé de perturbations importantes sur les réseaux téléphoniques. En Italie les autorités font aussi quelques difficultés au sujet des mises à la terre du neutre, étant donné les perturbations causées dans les lignes télégraphiques et téléphoniques.

Le gouvernement japonais enfin tolère la mise à la terre d'un seul point du réseau, et de deux points s'il est constaté qu'il n'y a pas d'interférence avec les lignes téléphoniques par ces deux mises à la terre. Il insiste en outre sur l'emploi d'une résistance au point neutre.

Puisque nous en sommes au compte-rendu des différentes opinions relatives à la mise à la terre du point neutre, nous n'omettrons pas de citer le rapport très complet de M. Shibusawa, ingénieur en chef au bureau de l'Energie électrique, Ministère des Communications, à Tokio, sur les *Perturbations produites dans les lignes à faible courant par induction électromagnétique causée par une ligne de transport ayant son point neutre à la terre en cas de mise à la terre accidentelle.*

M. Vedovelli a également présenté un rapport sur *les questions de la mise du neutre à la terre.*

Un grand nombre d'assistants ont pris part à la discussion des rapports de MM. Shibusava et Vedovelli et les deux conclusions suivantes s'en sont dégagées assez nettement: Du point de vue des exploitants de réseaux d'énergie, la mise du neutre à la terre n'est guère recommandable pour de moyennes tensions. Par contre, la mise à la terre semble présenter plus d'avantages que de désavantages pour les très hautes tensions.

Au point de vue des exploitants de réseaux téléphoniques, au contraire (c'est le point de vue auquel s'est placé M. Shibusava), la mise du neutre à la terre provoque dans les lignes téléphoniques des perturbations qu'on n'est pas encore parvenu à supprimer d'une façon générale, bien que quelques dispositifs particuliers, cités par différents orateurs, aient eu dans des cas particuliers de réels succès.

C. Appareillage haute tension.

Rapporteurs: MM. Delay, Iliovici, Bancal, Capart et Legros.

1° Disjoncteurs à très haute tension.

(Rapporteur: M. Delay, ingénieur à la Compagnie Electro-Mécanique, Le-Hâvre.)

Pour les tensions de l'ordre de 100 000 volts on emploie actuellement la borne dite à condensateurs et la borne remplie d'huile ou de matière plastique. On donne en général aux prises de courant, à l'extrémité des bornes et aux contacts dans l'huile, une forme sphérique afin d'éviter les effluves et de répartir uniformément la tension. Les contacts sont généralement construits au moins pour 400 ampères et doivent être prévus pour supporter quelques secondes un courant momentané de 15 à 20 000 ampères et au moment de la rupture 5000 à 6000 ampères. Le travail de rupture d'un disjoncteur dépend du produit de la puissance de rupture par la durée de l'arc. On adopte, suivant les cas, la rupture double ou la rupture multiple, la vitesse relative d'écartement atteignant 20 et même 30 m par sec. Pour résister à la force d'expansion des gaz au moment de l'ouverture des contacts, les parois de la cuve et les assemblages doivent être très résistants; le couvercle est renforcé, souvent en acier coulé. Les résistances de protection, déstinées à réduire les surtensions et les surintensités transitoires ont donné de bons résultats en Suisse. Par contre on ne les emploie pas en Amérique.

La discussion n'a pas abouti à des conclusions positives. Des opinions nettement différentes ont été exprimées au sujet de la valeur des ruptures multiples et des résistances de choc dans les interrupteurs à huile.

En général les Américains comptent sur la bonne qualité des matières premières et un dimensionnement suffisamment large de leurs machines, de leurs appa-

reils et de leurs installations plutôt que sur des artifices spéciaux, pour éliminer les effets dûs aux surtensions et aux surintensités. Il est vrai qu'on n'a pas pu savoir très clairement sur quelles bases les maisons américaines appuient leurs garanties précises quant à la puissance de rupture de leurs interrupteurs.

2⁰ Protection contre les effets nuisibles des surintensités. Relais.

(Rapporteur: M. Iliovici, Ingénieur à la Cie. pour la fabrication des Compteurs, à Paris.)

Dans son rapport M. Iliovici a traité d'une façon très complète la question des surintensités et les moyens d'y parer, en donnant le principe et l'énumération des différents types de relai et des dispositifs différenciels destinés à localiser le défaut sur un tronçon déterminé de la ligne ou du réseau.

Dans la discussion qui a suivi, au lieu du relai sélectif préconisé par le rapporteur M. Vedovelli a cité un nouveau principe de sélection qui fonctionne instantanément pour une intensité du courant plus grande que l'intensité de court-circuit. Il s'agit simplement d'un transformateur d'intensité dans lequel on crée entre le primaire et le secondaire une fuite magnétique règlable qui provoque en chaque endroit le jeu du relai pour l'intensité du court-circuit correspondant.

La discussion n'a pas éclairci nettement la question des relais; toutefois presque chacun a reconnu l'importance de la sélection aussi parfaite que possible des relais dans les réseaux interconnectés.

En Amérique les relais semblent fonctionner de manière tout à fait satisfaisante, avec un intervalle de temps de 0,4 ou 0,5 sec. jusqu'à 3 sec. maximum pour les points les plus rapprochés des centrales. L'expérience a montré que cette limite de 3 sec. est encore suffisamment faible pour n'entrainer aucun danger de décrochage des machines synchrones.

3⁰ Les surtensions.

(Rapporteur: M. Bancal, ingénieur à la Cie. Electrique de la Loire et du Centre.)

Après avoir brièvement résumé l'origine des surtensions, le rapporteur a passé en revue les différents appareils de protection employés actuellement. Il s'agit:

1⁰ des parafoudres à cornes, très répandus parce que simples et d'un entretien facile; par contre ils sont encombrants et d'un règlage grossier;

2⁰ des bobines de choc avec ou sans noyau de fer, appareils robustes mais d'éfficacité contestable;

3⁰ des parafoudres à rouleaux, de plus en plus abandonnés parce que moins actifs que les parafoudres à cornes et dangereux au point de vue de la production d'harmoniques supérieurs;

4⁰ des limiteurs hydrauliques, très efficaces, qui provoquent malheureusement une perte de puissance importante et une installation hydraulique souvent dispendieuse et encombrante;

5⁰ des condensateurs, qui paraissent être les moyens de protection les plus efficaces contre les ondes à haute fréquence; malheureusement leur construction est assez délicate ce qui en rend le prix d'achat très élevé. Les condensateurs en mica, de construction très récente, semblent être plus robustes et plus sûrs que les condensateurs en verre;

6⁰ des parafoudres électrolytiques, peu répandus en France, qui exigent un entretien coûteux pour fonctionner irréprochablement;

7⁰ des parafoudres avec byode de plomb, qui exigent un moindre entretien mais sont en revanche plus chers.

Un moyen de protection peu coûteux et très efficace contre les surtensions atmosphériques est constitué par le fil de terre fixé le long et au-dessus des lignus aériennes, mais il est très important d'exécuter les prises de terre avec beaucoup

de soin, pour permettre un écoulement facile du courant tout en évitant le danger d'une chute de tension trop grande entre deux points voisins du sol.

4⁰ Protection des réseaux aériens à haute tension.

(Rapporteur: M. G. Capart, ingénieur-conseil.)

Dans son rapport M. Capart a noté brièvement aussi les avantages et les inconvénients des divers types d'appareils de protection, en appuyant sur la supériorité d'une combinaison judicieuse de bobines de self et de condensateurs robustes (à mica) vis-à-vis des dispositifs à distance explosive, ceux-ci étant insensibles aux ondes à front raide, si leur amplitude est inférieure à la tension de service.

L'échange de vues très animé, qui a suivi les deux rapports précités a montré que l'efficacité des différents modes de protection contre les surtensions est actuellement très discutée.

D'une façon générale, la tendance s'est manifestée assez nettement en faveur de la suppression ou du moins de la réduction des appareils de protection sur les réseaux à très haute tension: on préfère consacrer les sommes ainsi épargnées au renforcement de l'isolation des machines et des installations. L'utilité du fil de terre comme protection contre les surtensions d'origine atmosphérique a été reconnue par la presque unanimité des orateurs.

5⁰ Mesure de l'énergie à très haute tension.

(Rapporteur: M. L. Legros, ingénieur principal à la Cie. Générale d'Electricité.)

L'installation du poste de mesure sur la basse tension des transformateurs présente les avantages suivants: Economie d'installation, vérification relativement facile de l'ensemble du poste de mesure, suppression d'un certain nombre d'appareils à très haute tension, donc de risques de perturbation de ce côté, tant au point de vue de l'exactitude des mesures que des accidents possibles. Elle présente par contre l'inconvénient de nécessiter la correction des lectures. Dans les cas où l'on ne pourra éviter la mesure directe de l'énergie à haute tension, il importera, au double point de vue de l'économie et de la sécurité, de ne pas multiplier inutilement les appareils de mesure. Dans le cas d'un double poste de comptage on peut se poser la question. Peut-on se contenter d'un double jeu d'instruments de mesure sur transformateur commun, ou bien les transformateurs de tension et d'intensité doivent-ils être doublés également?

La discussion qui suivit n'a pas été très vive, entre autres on demanda leur opinion aux ingénieurs américains sur les agrégats récemment mis en usage dans leur pays, et consistant en une cuve étanche contenant à la fois les transformateurs de tension et d'intensité, plongés dans une masse d'huile commune. Une réponse complète n'a pas pu être donnée, mais il semble qu'on n'ait pas fait, jusqu'ici, de mauvaises expériences à ce sujet.

6. Sous-stations en plein-air.

(Rapporteur: M. Payan, ingénieur à la Compagnie Française Thomson-Houston, Paris.)

M. Payan a exposé les caractéristiques des sous-stations en plein-air, installations qui ont pris naissance aux Etats-Unis, vers 1912—13.

En les comparant aux postes type intérieur, le rapporteur a noté les avantages et les inconvénients des stations en plein-air:

„Le coût total est plus réduit dans des proportions variables suivant les cas. L'économie est plus grande pour les postes isolés dans les régions peu habitées, d'accès difficile, où la main-d'œuvre et les matériaux de construction sont rares et chers, et où il est commode d'effectuer le montage de charpantes en éléments transportés sous faibles volumes et poids, et assemblés sur place. La charpente représente souvent un quart à peine du prix d'un bâtiment pour type intérieur; la

plus-value pour le matériel et l'appareillage du type extérieur est faible et ne dépasse pas en général, au total 5 % du prix du même matériel pour type intérieur. On est arrivé, dans certains cas, à un gain total de 15 % sur le coût total de l'ensemble, bâtiment et matériel électrique, par rapport au poste type intérieur.

La clarté est très grande, les dégagements sont faciles; les possibilités d'incendie général sont supprimées; la disposition donne de grandes facilités pour combattre les incendies partiels (le personnel n'est pas gêné par la chaleur et la fumée).

Enfin, les extensions sont extrêmement faciles à réaliser.

En revanche l'encombrement en plan est plus considérable que celui des postes type intérieur en étages; cet inconvénient est peu important pour les postes établis dans les régions peu habitées; en montagne, la difficulté de trouver de vastes étendues planes peut être tournée par la possibilité d'installer les diverses tranches de la sous-station en gradins.

L'exploitation peut être pénible par le mauvais temps, bourrasques, neige; ces difficultés sont atténuées par la commande mécanique, au niveau du sol, des sectionneurs.

La discussion qui a suivi l'intéressant exposé de M. Payan a porté sur l'économie de construction et les difficultés d'exploitation. Elle a permis de conclure à une économie réelle à partir d'une tension de l'ordre de 100 000 volts, qui exige impérieusement de très grands intervalles entre conducteurs. Les exploitants de réseaux de 50—70 000 volts au maximum semblent préférer les sous-stations fermées au point de vue de l'exploitation. Les exploitants des réseaux à partir de 100 000 volts semblent au contraire recommander les sous-stations en plein-air, à ce même point de vue de la facilité d'exploitation.

Citons enfin la solution mixte intéressante signalée par M. Norsa, qui construit actuellement en Italie une sous-station susceptible de réunir les avantages des deux systèmes (bon marché et protection des manœuvres) par l'addition d'une toiture et de quelques parois à la construction en plein-air.

7. Surveillance des lignes de transport à très haute tension.

(Rapporteur: M. F. Grente, ingénieur principal à la Energia Electrica de Cataluña.)

Le rapporteur c'est occupé exclusivement des lignes équipées avec chaînes d'isolateurs en porcelaine. La surveillance courante est confiée à des „garde-lignes" qui ne font qu'observer et signaler les anomalies relevées sur les parcours des lignes. L'orateur cite à titre d'exemple le cas d'une compagnie dont chaque ligne à haute tension est visitée une fois tous les 7 jours. En dehors du service ci-dessus, qui constitue leur travail normal, les garde-lignes sont envoyés lors des avaries sur les tronçons hors service pour déterminer quels sont les pylônes dont les isolateurs sont détériorés. En outre les grandes compagnies soumettent les isolateurs à des essais périodiques destinés à relever les défauts inapparents. Pour celà on procède à la mesure de l'isolement par l'ohmmètre ou la méthode de l'étincelle; la première a l'inconvénient de ne pas être applicable à une ligne sous tension. Dans la méthode de l'étincelle on distingue l'essai par simple contact, qui se fait toujours en premier lieu, et l'essai par court-circuit: le premier donne une indication sur l'état général de la chaîne, le second révèle l'état de chaque isolateur séparément. On peut affirmer que les principales avaries des lignes de transmission sont causées par les isolateurs. En cas de mise à la terre, on isole la ligne défectueuse à ses deux extrémités et, pour localiser le défaut, la ligne est alimentée à tension lentement croissante par une machine séparée de l'une des usines; en sectionnant successivement la ligne dans les postes intermédiaires, on arrive à localiser l'avarie entre les sectionnements. Pour révèler le défaut d'un isolateur il peut arriver quelquefois qu'on doive tenir sur la ligne un débit suffisant pour faire chauffer la porcelaine jusqu'à éclatement.

La discussion n'a pas apporté de méthodes nouvelles quant à la surveillance des lignes à haute tension et l'on s'est rallié généralement aux conclusions du rapporteur.

8. Communications téléphoniques entre centrales.

(Rapporteur: M. M. Latour, ingénieur-conseil.)

Dans son rapport, M. Latour a donné le principe de la transmission et de la réception par ondes à haute fréquence. On se sert dans la pratique soit des lignes téléphoniques déjà posées, en améliorant la réception par l'emploi de l'amplificateur avec tubes à trois électrodes, ou bien on se sert de la ligne de transmission elle-même pour diriger les courants à haute fréquence produits dans des tubes générateurs à trois électrodes, la valeur de l'antenne tendue parallèlement à la ligne de transmission peut être discutée, car elle a l'inconvénient de capter les ondes parasites.

On peut aussi réaliser le couplage du poste téléphonique avec la ligne de transmission au moyen de bobines ou de condensateurs.

La discussion a permis de conclure que les installations de téléphonie sans fil existantes, en France, en Norvège et en Suisse, fonctionnent à la satisfaction de l'exploitant, aussi bien celles munies d'antennes que celles à couplage par bobines ou condensateurs.

Enfin, bien que sa vraie place soit ici, nous ne reviendrons pas sur le rapport de M. Shibusawa sur les phénomènes d'interférence dans les lignes téléphoniques, par suite de la mise à la terre du neutre.

Nous renvoyons au chapitre des transformateurs, où cette question a déjà été exposée.[1])

Texte des vœux émis à la séance de clôture (26 nov. 1921) par la Conférence Internationale des grands réseaux de transport d'énergie électrique à très haute tension.

Le 26 novembre 1921, jour de clôture de ses travaux, la Conférence Internationale des grands réseaux de transport d'énergie électrique à très haute tension a émis les vœux suivants:

Ier Vœu.

(Continuation de l'œuvre entreprise.)

La Conférence Internationale des grands réseaux de transport d'énergie électrique à très haute tension:

Considérant que ses travaux ont fourni une documentation très importante et très complète sur toutes les questions qui se rattachent aux réseaux électriques de transmission à très haute tension.

Considérant que le succès évident de cette Conférence a déjà donné lieu à l'expression du désir général que les travaux commencés soient continués.

Et exprimant ses vifs remerciements au bureau d'organisation et à son Secrétaire général, M. Tribot Laspière.

Emet le vœu que ces Messieurs veuillent bien se charger de la continuation de la belle œuvre entreprise, afin d'assurer la liaison entre cette Conférence et celles qu'il y aurait lieu de convoquer à l'avenir.

2me Vœu.

(Communication à la C. E. I.)

La Conférence Internationale des grands réseaux de transport d'énergie électrique à très haute tension.

Considérant que ses travaux sont de nature à fournir des indications très intéressantes et utiles à la Commission Electrotechnique Internationale pour son œuvre de normalisation, et à faciliter cette œuvre.

Invite M. le Secrétaire général de cette Conférence à transmettre aux Comités nationaux de la C. E. I. le résultat de ses travaux.

---

[1]) Le rapport de M. J. Landry, professeur à l'Université de Lausanne et délégué de l'A. S. E. à la conférence paraîtra ultérieurement. *Réd.*

3me Vœu.

(Concernant la législation.)

La Conférence Internationale des grands réseaux de transport d'énergie électrique à très haute tension, sur la proposition de la délégation belge, émet le vœu:

1° Que les divergences existant actuellement entre les règlements des divers pays en ce qui concerne les traversées des voies publiques (routes, chemins de fer, rivières, lignes télégraphiques, téléphoniques et de signaux, etc.) soient atténuées dans la mesure du possible.

2° Que les traversées soient, autant que possible, établies suivant le tracé correspondant à la moindre fatigue mécanique de la ligne et de ses supports, et qu'à la fixation d'une valeur minimum de l'angle de croisement soit substituée celle de la longueur maximum admissible pour la traversée, cette longueur maximum pouvant d'ailleurs différer selon la nature de la voie traversée.

3° Que la protection contre l'éventualité d'une chute de la ligne aux traversées soit résolue, soit par doublement des isolateurs aux pylônes de la traversée, soit par tout autre dispositif équivalent, mais à l'exclusion de tout filet protecteur, cadre de garde ou dispositif analogue.

4° Que les coefficients de sécurité à appliquer dans les calculs des supports en bois, fer, béton armé et de leurs fondations, soient unifiés en prenant pour base les plus petites valeurs reconnues comme propres à assurer la sécurité, d'après l'expérience acquise dans les divers pays.

Miscellanea.

Totenliste des S.E.V. In tragischer Weise sind am 1. März abends infolge eines Automobilunfalles bei der Station Turgi S.B.B. zwei unserer Mitglieder aus diesem Leben abgerufen und damit plötzlich ihren Angehörigen und ihrer Berufstätigkeit entrissen worden, *Jakob Treichler,* Fabrikant von und in Wädenswil und *Walter Meyer,* von Herisau, Ingenieur der A.-G. Brown, Boveri & Cie. in Baden. Auch das Bulletin möchte mit dem Ausdruck herzlichen Bedauerns dem Andenken der Verunglückten einige Worte widmen, wobei es sich zum Teil auf Mitteilungen, die ihm von befreundeter Seite zugekommen sind, stützt.

Jakob Treichler, geb. 1864, Mitglied des S.E.V. seit 1893, hat zusammen mit seinem ihm im Tode vorausgegangenen Bruder das Elektrizitätswerk an der Sihl gegründet, dessen Inbetriebsetzung in das Jahr 1895 fällt und das gewissermassen als Vorläufer für die heutigen Elektrizitätswerke des Kantons Zürich, in denen es später aufgegangen ist, betrachtet werden kann. Technischer Berater der Gebrüder Treichler, in der Folge Bauleiter und dann Direktor des Sihlwerkes bis zur Gründung der E.K.Z. war unser Ehrenmitglied, Prof. Dr. Wyssling. Obschon die engere berufliche Tätigkeit von Jakob Treichler auf dem Gebiete der Textilbranche lag, so hat er doch unausgesetzt grosses Interesse für die Entwicklung der Elektrotechnik bekundet und frühzeitig ihre hohe Bedeutung für die schweizerische Industrie und die Volkswirtschaft unseres Landes im allgemeinen erkannt. So wurde er dann in den Verwaltungsrat der E.K.Z. und auch in denjenigen der Nordostschweizerischen Kraftwerke berufen und hat bis zu seinem Hinschiede beiden Unternehmungen als kaufmännischer Sachverständiger, der sich gründlich in deren finanz- und verwaltungstechnischen Angelegenheiten hineinarbeitete, die wertvollsten Dienste geleistet. Eine eingehendere Würdigung des vielseitigen Wirkens und der Persönlichkeit dieses vortrefflichen Mannes, als wie es der hier zur Verfügung stehende Raum gestattet, finden unsere Leser im zweiten Abendblatt der Neuen Zürcher Zeitung vom 7. März 1922.

Walter Meyer, geb. 1882, Mitglied des S.E.V. seit 1917, hat, mit der Maturität der Kantonsschule St. Gallen ausgerüstet, seine Studien an der Technischen Hochschule Darmstadt absolviert und sich das Diplom als Elektroingenieur erworben. Nach kürzerer Tätigkeit in Schiffsbauwerkstätten in Bremen trat er im Herbst 1909 bei der A.-G. Brown, Boveri & Cie. in Baden ein und hatte da die elektrischen Einzelantriebe in Textilanlagen, besonders die Ringspinnmaschinenantriebe mit Kommutatormotoren zu besorgen. Als die Firma Brown, Boveri & Cie. vor ca. 10 Jahren eine besondere Abteilung für Konstruktion und Einführung von Spezialantrieben bildete, wurde ihm deren Leitung als Vorstand übertragen. Die A.-G. Brown, Boveri & Cie. verliert in dem auch im Verkehr mit der Kundschaft gewandten, allzeit sehr eifrigen und auf seinem Gebiete tüchtigen Ingenieur Walter Meyer einen guten treuen Mitarbeiter.

F. L.