

Zeitschrift: Bulletin des Schweizerischen Elektrotechnischen Vereins
Herausgeber: Schweizerischer Elektrotechnischer Verein ; Verband Schweizerischer Elektrizitätswerke
Band: 27 (1936)
Heft: 23

Artikel: Le réglage des conducteurs et le montage des chaînes d'isolateurs des lignes aériennes en profil très accidenté
Autor: Jobin, Bernard
DOI: <https://doi.org/10.5169/seals-1061527>

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: 03.04.2025

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

wird diese durch Regulierung am Leitungsanfang in den vorgeschriebenen Grenzen gehalten. Um neue Abnehmer beliefern zu können, müsste eine zweite Leitung verlegt werden. Hier setzt unsere Untersuchung ein, die zeigt, dass durch Anschluss von Kondensatoren, d. h. örtliche Blindleistungslieferung, ein u. U. ganz erheblicher Betrag von Mehrleistung übertragbar wird ohne Vergrößerung des Spannungsabfalles, so dass sich der Bau einer zweiten Leitung hinauschieben lässt.

Auf konkrete Fälle angewandt zeigt sich, dass bei den heute üblichen Preisen für statische Kondensatoren deren Verwendung im untersuchten Sinne vielfach sehr rentabel ist. Für eine Leitung von 95 mm² Querschnitt und 35 cm Abstand der Drähte und einem $\cos \varphi_1$ der Belastung von 85 % gewinnt man z. B. 0,78 kW pro kVar Kondensatorleistung. 1 kW Nutzleistung kostet damit also heute etwa 30 bis 40 Fr., je nach Spannung. Daneben ergeben sich noch alle die Ersparnisse zufolge Ein-

sparung an Kupferverlusten in Leitungen und Transformatoren usw., die hier ganz ausser acht gelassen wurden und die in der Praxis der Phasenverbesserung zur Genüge bekannt sind.

Gegenüber andern Mitteln, mit denen sich der Spannungsabfall bekämpfen lässt, wie etwa Induktionsreglern auf der Strecke, hat die Verwendung von Kondensatoren noch den folgenden betriebstechnisch wichtigen Vorteil: Wenn die Richtung des Energieflusses aus irgendeinem Grunde, z. B. zufolge Abtrennung einer fehlerhaften Strecke und Speisung vom andern Ende, umkehrt, wird der Induktionsregler falsch wirken, es sei denn, dass spezielle Relais und Schalter vorgesehen sind, welche Massnahme jedoch den Kostenpunkt noch mehr zugunsten der Kondensatoren verschieben würde. Im Gegensatz dazu wirken die Kondensatoren unabhängig vom Schaltzustand immer im richtigen Sinne, sofern sie dem Blindleistungsbedarf entsprechend im Netze verteilt sind.

Le réglage des conducteurs et le montage des chaînes d'isolateurs des lignes aériennes en profil très accidenté.

Par Bernard Jobin, Bâle.

621.315.17

Dans un article fortement documenté, paru dans le Bull. ASE, 1936, Nos. 2 et 3, M. E. Maurer a rappelé d'une manière très heureuse toutes les notions fondamentales nécessaires pour le calcul mécanique des lignes aériennes. Dans un chapitre spécial (voir cet article, annexe I, chapitre 5), il examine les conditions particulières des lignes montées sur chaînes d'isolateurs de suspension en admettant que dans les portées successives d'un même tronçon de ligne, les conducteurs décrivent des chaînettes ayant même paramètre. Cette hypothèse est admissible dans la très grande majorité des cas, mais il est des conditions particulières, celles des lignes en montagne en particulier, où cette hypothèse peut conduire à des divergences appréciables entre le calcul et la réalité. C'est ce problème qui fait l'objet de l'article qu'on va lire¹⁾.

In einem im Bull. SEV 1936, Nrn. 2 und 3, erschienenen Aufsatz hat E. Maurer in sehr glücklicher Art die Grundbegriffe der mechanischen Berechnung der Freileitungen zusammengestellt. In einem besonderen Abschnitt (siehe Anhang I, Kapitel 5) behandelt er die Frage des Zustandes der Freileitungen mit Hängeketten und setzt für seine Uebersetzungen voraus, dass die Parameter der durch die Leiter beschriebenen Kettenlinien sämtlicher Spannweiten einer Leitungsstrecke gleich gross sind. Diese Hypothese trifft für den allergrössten Teil der Fälle zu, kann aber unter gewissen Verhältnissen, z. B. bei steilen Bergstrecken, zu grösseren Differenzen zwischen Berechnung und Wirklichkeit führen. Diese Frage wird in dem folgenden Aufsatz behandelt¹⁾.

1^o Introduction.

Pour les calculs mécaniques des conducteurs des lignes à haute tension, et en particulier pour la préparation des tableaux de réglage des flèches, on admet généralement que les paramètres des chaînettes des diverses portées d'un même canton de pose sont égaux²⁾. Or, si cette hypothèse est légitime dans la très grande majorité des cas, il existe cependant des conditions particulières, où elle est nettement inapplicable, où elle conduit même à des divergences inadmissibles entre le calcul et la réalité. Les conditions spéciales sont celles des tronçons de lignes à profil très accidenté qui sont assez fréquents dans nos régions de montagnes. Là, au moment du déroulage et du réglage des conducteurs sur poulies,

on peut constater, sous l'effet du poids propre du conducteur, une augmentation systématique de la tension mécanique, lorsque l'on passe des portées inférieures aux portées supérieures d'un tronçon. Ceci revient à dire que le paramètre des chaînettes tracées par les conducteurs varie d'une portée à l'autre et qu'il est plus grand au sommet des pentes qu'à leur base. Cette variation du paramètre pose, au point de vue du réglage des conducteurs, un problème spécial que nous nous proposons de traiter brièvement. Nous citerons d'ailleurs, ci-après, un cas concret, où la portée la plus élevée d'un tronçon accuse un paramètre de chaînette environ 100 % supérieur à celui de la portée inférieure. Suivant la manière dont le réglage des conducteurs est réalisé, la fatigue des conducteurs peut, dans un cas semblable, atteindre des valeurs inadmissibles.

¹⁾ Cette même matière a été développée, par l'auteur, d'une manière plus complète dans un rapport présenté à la Conférence Internationale des Grands Réseaux Electriques à Haute Tension, session de Juin 1933 à Paris. Voir compte rendu, volume II, rapport No. 39.

²⁾ C'est notamment l'hypothèse faite par M. E. Maurer dans son article «Le calcul mécanique des lignes aériennes», Bull. ASE 1936, No. 3, page 67, paragraphe 5 c.

Pour ce qui va suivre, nous admettrons la même notation que celle fixée par M. Maurer dans l'article déjà cité. Nous y apporterons cependant un petit complément en désignant par les indices «i» et «s» les caractéristiques aux points inférieur et supérieur

d'une même portée, les indices numériques 1, 2... étant réservés pour désigner l'ordre de succession des portées; ainsi, p_{i2} est la fatigue du conducteur au point d'attache inférieur de la portée 2. Nous raisonnerons sur les fatigues (efforts spécifiques) et non sur les efforts de tension totaux. Ces deux grandeurs sont d'ailleurs rigoureusement proportionnelles, le facteur de proportionnalité étant la section du conducteur.

2° Etude de la variation du paramètre.

Considérons trois points A, B et C (fig. 1) délimitant deux portées inclinées 1 et 2 et admettons que les paramètres des deux chaînes tracées par

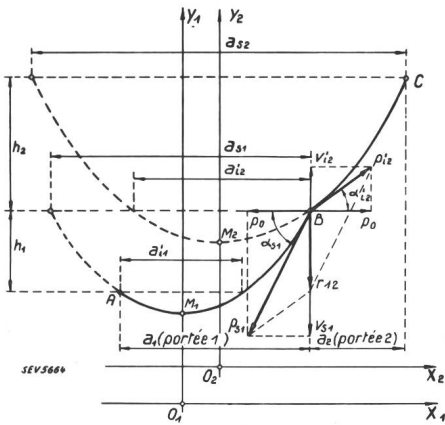


Fig. 1.

les conducteurs sont identiques. Les composantes horizontales p_0 des efforts des conducteurs au droit de l'appui B sont donc égales et de sens contraires, de sorte que la résultante de ces efforts est verticale. Etant donné que le conducteur exerce un effort sur l'appui, les inclinaisons des fatigues p_{s1} et p_{i2} sur l'horizontale sont différentes, de sorte que l'égalité des composantes horizontales entraîne l'inégalité des fatigues elles-mêmes. On peut d'ailleurs facilement montrer que lorsque le conducteur est porté par l'appui, on a toujours:

$$\alpha_{i2} < \alpha_{s1}, \text{ c'est-à-dire: } p_{i2} < p_{s1}.$$

Si ces conditions devaient être réalisées au moment du réglage des conducteurs, lorsque ceux-ci se trouvent sur poulies, les conditions d'équilibre à satisfaire au point B seraient celles représentées sur la fig. 2. Etant donnée l'inégalité des efforts tangentiels p_{i2} et p_{s1} , la résultante verticale r_{12} ne peut pas passer par le centre de rotation de la poulie, de sorte que celle-ci sera en équilibre instable, à moins que l'on ne prenne la précaution de la bloquer sur son axe, une fois que les conditions d'équilibre imposées auront été réalisées. Ceci fait, le câble aura cependant tendance à glisser dans la gorge de la poulie, de sorte qu'il sera encore nécessaire de le fixer sur la poulie à l'aide d'un dispositif adéquat. Or, les poulies, dont on fait normalement usage pour le réglage des conducteurs, ne sont pas pourvues de ces dispositifs particuliers; elles peuvent être considérées comme tournant folles sur leur axe, ce qui modifie complètement les conditions d'équi-

libre. Cet équilibre ne sera stable que si la résultante r_{12} des efforts extérieurs passe par le centre de la poulie. Or, si nous négligeons les frottements et les phénomènes secondaires provenant de la rigidité propre du conducteur, les seuls efforts extérieurs à prendre en considération sont p_{i2} et p_{s1} . Comme ceux-ci sont tangentiels à la poulie, leur résultante ne pourra passer par le centre de rotation que s'ils sont égaux (fig. 3), c'est-à-dire:

$$p_{i2} = p_{s1}.$$

Mais, comme nous l'avons déjà relevé, pour que la poulie porte le conducteur, il faut que l'inclinaison α_{i2} de p_{i2} sur l'horizontale soit toujours plus petite que l'inclinaison α_{s1} de p_{s1} . Comme p_{i2} et p_{s1} sont égaux, la composante horizontale de p_{i2} sera plus grande que celle de p_{s1} , donc:

$$p_{02} > p_{01}$$

d'où nous concluons que la portée amont sera toujours plus tendue que la portée aval. Ceci entraîne l'inégalité des paramètres des chaînes, soit:

$$c_2 > c_1.$$

L'attache de la poulie ne sera pas verticale, mais orientée suivant la bissectrice de l'angle formé par les deux efforts dans les conducteurs. Ces conditions ressortent clairement de la fig. 3.

En faisant le raisonnement concernant l'inégalité des paramètres, de proche en proche, en remontant la pente d'un tronçon de ligne, on constate que l'on rencontrera des portées de plus en plus tendues; cette augmentation ne pourra être interrompue que par une contre-pente ou un amarrage des conducteurs.

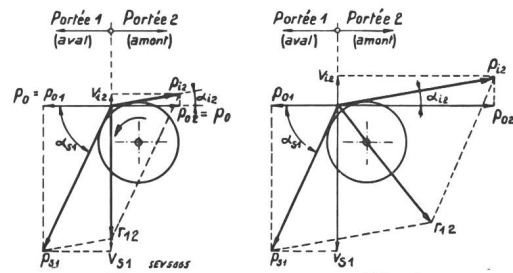


Fig. 2. Equilibre instable d'une poulie libre: $p_{01} = p_{02} = p_0$

Fig. 3. Equilibre stable d'une poulie libre: $p_{s1} = p_{i2}$

D'après la théorie générale de la chaîne³⁾ la différence entre les fatigues aux points supérieur et inférieur d'une même portée peut s'écrire:

$$p_s - p_i = \gamma (y_s - y_i) = \gamma h$$

qui peut se mettre sous la forme:

$$p_s = p_i + \gamma h.$$

Si nous considérons une série de portées numérotées de 1 à n, le long d'un profil accidenté quel-

³⁾ Voir E. Maurer, loc. cit. Bull. ASE 1936, No 2, page 48, formules 10*) et 11*).

conque, la portée No. 1 étant au bas de la pente (fig. 4), nous aurons :

$$\begin{aligned} P_{S1} &= P_{i1} + \gamma h_1 \\ P_{S2} &= P_{i2} + \gamma h_2 \\ &\dots \dots \dots \\ P_{Sn} &= P_{in} + \gamma h_n \end{aligned}$$

En tenant compte que :

$$P_{S1} = P_{i2}; P_{S2} = P_{i3}; P_{S3} = P_{i4} \dots P_{S(n-1)} = P_{in}$$

on trouve finalement par addition :

$$\begin{aligned} P_{Sn} &= P_{i1} + \gamma (h_1 + h_2 + \dots + h_n) \\ &= P_{i1} + \gamma \sum h_n \end{aligned}$$

Si l'on part d'une portée quelconque k , on pourra écrire par analogie :

$$P_{Sn} = P_{ik} + \gamma \sum_k^n h_n$$

Les hauteurs h auront des valeurs positives pour les portées montantes, et négatives pour les portées

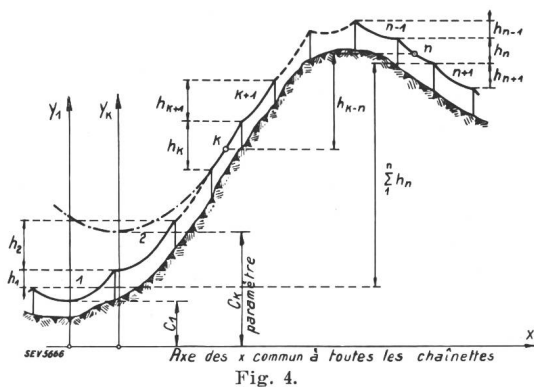


Fig. 4.

descendantes, le sens de marche étant choisi de k vers n . $\sum_k^n h_n$ est ainsi la somme d'une série de termes positifs ou négatifs se suivant dans un ordre quelconque.

On voit ainsi que l'on peut calculer la fatigue aux points supérieur ou inférieur d'une portée quelconque d'un tronçon de ligne, monté sur poulies, dès que le régime d'une seule portée est déterminé et ceci, sans connaître le régime des portées intermédiaires. D'une manière plus générale, nous pouvons énoncer la loi suivante (voir fig. 4) : *lorsqu'un conducteur est réglé sur poulies tournant librement sur leur axe, la différence des fatigues entre deux points quelconques k et n , appartenant à des portées différentes, est égale au poids d'un tronçon de conducteur de section unité et de même poids spécifique, ayant une longueur égale à la différence de niveau h_{kn} entre ces deux points. Cette différence sera comptée positivement, si l'on part du point k plus bas que le point n , négativement dans le cas contraire.*

Connaissant la fatigue du conducteur au point supérieur ou au point inférieur d'une portée donnée, il sera aisé d'en déduire le régime de tension

de la portée par l'une des nombreuses méthodes que l'on trouvera dans la littérature ⁴⁾.

La propriété de la chaînette rappelée plus haut ⁵⁾ peut aussi s'exprimer sous la forme :

$$p = \gamma y$$

où y représente l'ordonnée d'un point quelconque de la chaînette. Or, si nous appliquons ce principe au droit d'une poulie, le point de contact du conducteur étant considéré successivement comme appui supérieur de la portée aval et comme appui inférieur de la portée amont, nous pourrions écrire (voir fig. 3) :

$$\begin{aligned} P_{S1} &= \gamma y_{S1} & P_{S1} &= P_{i2} \\ P_{i2} &= \gamma y_{i2} \end{aligned}$$

d'où nous concluons :

$$y_{S1} = y_{i2}$$

ce qui, en d'autres termes, signifie que les deux chaînettes considérées se rapportent au même axe des abscisses. En généralisant la démonstration, on arrive donc à la conclusion que : *lorsqu'un conducteur repose sur poulies jouant sans frottement, les différentes chaînettes tracées par le conducteur dans les diverses portées se rapportent toutes à un même axe des abscisses qui est en quelque sorte un axe de référence invariable pour le tronçon de ligne considéré* (voir (fig. 4).

Cette propriété assez originale est d'ailleurs d'une portée tout à fait générale, car dans notre démonstration, la pente de la ligne proprement dite n'in-

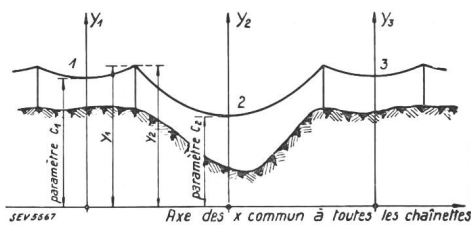


Fig. 5.

tervient en aucune façon. Notre conclusion est donc aussi valable en terrain plat et prendra une certaine importance en cas de succession de portées très inégales, comme le montre la fig. 5.

3^o Application à un cas pratique.

Nous avons eu l'occasion de construire dans nos Alpes Suisses, une ligne ⁶⁾ dont un tronçon présentait des déclivités telles qu'il fut inévitable de calculer individuellement le régime de chaque portée. Le profil en long du tronçon qui nous intéresse fait l'objet de la fig. 6. La ligne franchit, à une altitude de 1430 m, une chaîne de montagne séparant deux vallées sensiblement parallèles qui se trouvent respectivement aux altitudes de 700 m et de 460 m. La

⁴⁾ Voir en particulier E. Maurer loc. cit. Bull. ASE 1936, No. 2, page 43, formule (3), ainsi que la méthode développée dans le Bull. ASE 1936, No. 3, pages 65 et 66.

⁵⁾ Voir la note ³⁾ ci-dessus.

⁶⁾ Voir Bull. techn. Suisse Romande 1934, No. 12, p. 136.

longueur du profil entre ces deux vallées est de 3700 m seulement. La portée No. 12 présente les conditions les plus dures; différence de niveau 311 m, projection horizontale 363 m. Pour se rendre un compte exact des conditions de réglage de ce tronçon, il est important de relever qu'entre les deux points d'amarrage A et B, de part et d'autre de la montagne, tous les pylônes sont des supports d'alignement avec chaînes de suspension ordinaires.

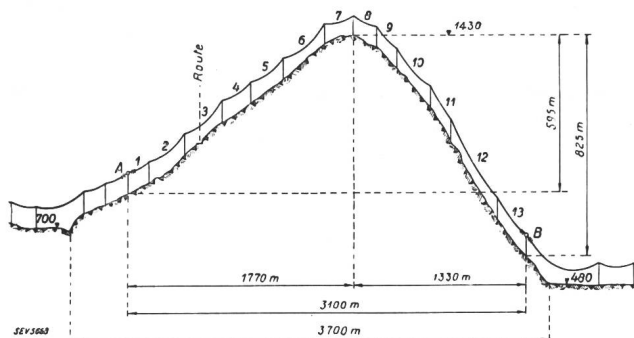


Fig. 6.

Pour les conditions de pose, à 15° C, les variations de paramètre sont reportées dans le tableau I, qui donne également les caractéristiques géométriques de chaque portée.

Tableau I.

No. des portées	Longueur a m	Dénivellation h m	Pente $\lambda = \frac{h}{a}$	Paramètre à 15° C c m	Flèches à 15° C	
					calculées f m	mesurées f m
1	142	35,4	0,249	1 140	8,71	8,60
2	284	108,0	0,380	1 158		
3	294	126,8	0,432	1 241		
4	228	69,2	0,305	1 398	3,92	3,80
5	247	90,6	0,367	1 431		
6	329	138,2	0,420	1 515		
7	231	25,9	0,112	1 705		
8	167	-39,4	0,236	1 670		
9	166	-85,6	0,516	1 492		
10	257	-149,7	0,583	1 335		
11	164	-125,3	0,765	1 092	18,50	18,50
12	363	-311,8	0,853	890		
13	213	-140,0	0,658	802		

On constate, entre les portées 13 et 7, une variation de paramètre plus grande que 100 %; il en ressort d'une manière évidente qu'un calcul basé sur l'égalité des paramètres de chaînette est totalement inapplicable.

L'étude du tronçon a montré que les conditions les plus défavorables de hauteur des conducteurs au-dessus du sol se présentaient dans la portée 3, pour une traversée de route, et à la partie supérieure de la portée 12, par suite du relief du terrain. Comme les portées supérieures sont très tendues, on a cherché, pour les portées inférieures, le régime le plus détendu possible, mais encore compatible avec les hauteurs prescrites. Ces conditions ont été appliquées à la portée 12, en vérifiant le taux de travail du conducteur au point d'attache supérieur en cas de surcharge. Une fois le régime de $c = 890$ m

adopté pour les conditions de pose, tout le tronçon entre les points A et B se trouvait déterminé.

Pour le réglage des conducteurs, on disposait au point B d'une équipe pour la manœuvre d'un treuil et qui était reliée par un téléphone de campagne à un poste de commandement disposé dans la partie supérieure de la portée 12, au point où la distance entre conducteur et terrain est minimum. Une équipe d'observation se trouvait dans la portée 3 et avait pour mission de mesurer la flèche du conducteur et de vérifier que l'on avait bien la hauteur prescrite au-dessus de la route; cette équipe était également reliée par téléphone, au poste de commandement.

La température étant voisine de 15° C, on a réalisé dans la portée 12 la flèche calculée de $f = 18,50$ m et vérifié que les conditions de la portée 3 répondaient bien aux prévisions du calcul. On a, de plus, contrôlé la flèche de la portée 7, au sommet de la montagne, qui est aussi la portée la plus tendue. On trouve, dans le tableau I, les valeurs calculées et mesurées pour ces différentes flèches. Les écarts entre ces chiffres sont admissibles, si l'on considère que les flèches ont été mesurées par la méthode ordinaire, soit par visée à la jumelle, à l'aide de lattes et que, d'autre part, nous n'avons pas tenu compte, dans nos calculs, du frottement des poulies, qui joue un certain rôle, particulièrement dans les régions supérieures du tracé, où le poids des conducteurs commence à devenir très appréciable.

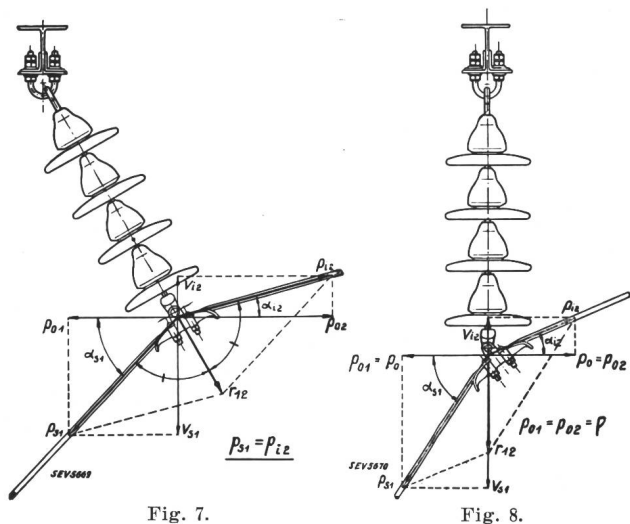
Avant de donner son régime définitif à la portée 12, nous avons réalisé, en vue d'un contrôle, un régime plus tendu et un moins tendu, qui nous ont permis de vérifier une concordance satisfaisante entre le calcul et la réalité.

4° Montage des chaînes d'isolateurs.

Nous avons montré au paragraphe 2 que, par suite du très faible frottement, la fatigue des conducteurs ne peut subir aucune discontinuité au droit d'un point d'appui sur poulie, ce qui entraîne la variation du paramètre de chaînette, d'une portée à l'autre, en profil incliné. En cas de suspension par une chaîne d'isolateurs, les conditions d'équilibre se présentent d'une manière tout autre, car le serrage des conducteurs dans les pinces de suspension introduit un facteur de frottement qui rend un état d'équilibre possible, alors même que les fatigues des conducteurs sont différentes à l'entrée et à la sortie de la pince. Ce frottement a également pour conséquence de lier rigidement la chaîne d'isolateur au conducteur, de sorte qu'ils ne peuvent pas se mouvoir indépendamment l'un de l'autre; tout déplacement de la chaîne entraînera une modification du degré de tension des conducteurs et réciproquement.

Si, lors du montage des chaînes d'isolateurs, on renonce à les avoir verticales, le travail sera relativement simplifié. Il suffira en effet de placer les pinces de suspension à l'endroit exact où le conducteur repose sur la poulie; les chaînes s'orientent-

ront suivant la direction de la résultante des forces exercées par les conducteurs, c'est-à-dire, suivant la bissectrice de l'angle de ces forces, dont la direction est très sensiblement perpendiculaire à la ligne générale du terrain. En réalité, on n'arrivera pas à faire ce montage sans apporter quelques perturbations au réglage des conducteurs, car les isolateurs ont un poids propre qui, étant donné leur inclinaison, exerce, par rapport au point d'attache, un moment qui ne peut être compensé que par un léger déséquilibre des fatigues p_{s1} et p_{i2} . Il faudrait de



même que la longueur des chaînes corresponde exactement à celle des attaches des poulies, ce qui n'est pas toujours le cas. Ces conditions d'équilibre font l'objet de la fig. 7.

Normalement, on cherche plutôt à avoir des chaînes d'isolateurs verticales, ceci, non seulement pour réduire ou supprimer une sollicitation constante des supports d'alignement dans le sens de la ligne, mais aussi, pour une simple question de coup d'œil. Si les chaînes sont verticales, cela veut dire que la résultante des forces exercées par les conducteurs l'est aussi, donc, que les composantes horizontales de ces forces, de part et d'autre des pinces, sont égales et de sens inverse, ce qui entraîne l'égalité des paramètres des chaînettes des portées adjacentes. Ces conditions d'équilibre sont précisées par la fig. 8. Nous constatons qu'il existe donc une certaine opposition entre l'état des conducteurs lorsqu'ils reposent sur poulies ou lorsqu'ils sont suspendus à des chaînes d'isolateurs verticales. Dans le premier cas, les paramètres des chaînettes varient d'une portée à l'autre, dans le second cas, ils doivent au contraire être tous égaux entre eux. On conçoit dès lors que le montage des isolateurs présentera d'assez grandes difficultés, car, si les conditions de verticalité doivent être respectées, il sera nécessaire de modifier la tension des conducteurs au fur et à mesure du montage. On arrivera assez facilement à mettre les premières chaînes verticales, mais leur réglage sera bouleversé lors du montage des suivantes. Ce n'est que par des tâtonnements succes-

sifs que l'on arrivera à obtenir une position à peu près satisfaisante des isolateurs. Le montage des chaînes est illustré schématiquement par la fig. 9.

Le conducteur repose en B sur une poulie dont l'attache AB est orientée suivant la direction de la résultante des forces. Si l'on veut placer une chaîne verticalement, sa pince devra être montée sur le câble légèrement à l'aval de la verticale passant par le point de suspension, en C par exemple. Suivant la longueur relative de l'attache de la poulie et de la chaîne d'isolateur, la pince, une fois serrée sur le conducteur, ne pourra être accrochée à la chaîne qu'en soulevant ou en abaissant légèrement le point C. Si nous admettons que ce petit déplacement ne modifie pas sensiblement le réglage des deux portées, la chaîne orientée suivant AC sera soumise, à son extrémité, à une force dirigée suivant une parallèle à AB. Elle ne peut donc se trouver en équilibre et dès qu'on l'abandonnera à elle-même, elle sera entraînée côté montagne, avec le conducteur, ce qui augmentera la tension dans la portée aval et diminuera celle de la portée amont. Les paramètres des deux chaînettes varieront donc en se rapprochant d'une valeur commune. Si le point C est choisi judicieusement, la chaîne trouvera une position d'équilibre sensiblement verticale; pratiquement, il serait préférable que l'équilibre fût réalisé avant d'arriver dans la verticale, car, lorsque l'on montera la chaîne suivante, que nous supposons au point supérieur de la portée amont, celle-ci se tendra à nouveau par suite d'un phénomène analogue, ce qui se répercutera sur la position de la chaîne précédente, en l'entraînant un peu plus côté montagne.

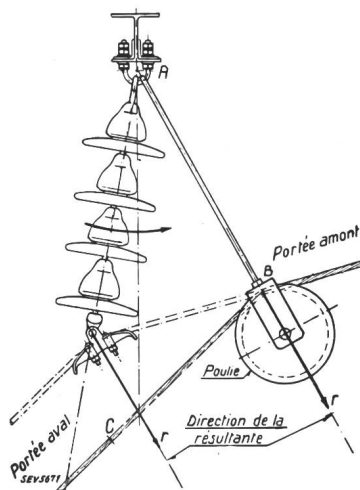


Fig. 9.

Pour un cas semblable à celui que nous avons décrit au paragraphe 3 (fig. 6), le montage des chaînes d'isolateurs peut se faire, dans les meilleures conditions, en commençant le travail simultanément en A et B, au pied de la montagne, et en réglant l'avancement des équipes, de manière à ce qu'elles arrivent en même temps au sommet. Si l'on ne dispose que d'une seule équipe, elle commencera également au bas d'une pente jusqu'à parvenir au som-

met, puis elle reprendra son travail de l'autre côté, pour travailler toujours en montant.

En définitive, il ne peut être question d'obtenir une verticalité parfaite des chaînes, mais plus on s'en approchera, plus il sera possible de réduire l'écart de tension entre les portées du bas et celles du haut.

La position des premières chaînes d'isolateurs peut, à la rigueur, être déterminée par le calcul, mais au fur et à mesure que l'on passe aux portées suivantes, les calculs deviennent extrêmement complexes, au point qu'ils ne présentent plus un très grand intérêt pratique. Il faudrait, en effet, tenir compte simultanément des modifications du réglage du conducteur sur poulie que l'on a devant soi, et des variations de tension positives ou négatives des portées déjà suspendues aux isolateurs. La difficulté se trouve encore augmentée du fait que les paramètres de chaîne varient d'une portée à l'autre et que le nombre de ces portées comprises entre deux amarrages est souvent assez élevé.

L'inclinaison des chaînes d'isolateurs sera aussi fortement influencée par les changements d'état des conducteurs. Les petites portées se trouvent au sommet de la montagne où la température est proportionnellement plus basse que dans la vallée; dans notre cas, cet écart est même important, puisque la différence de niveau est voisine de 1000 m. Or, comme les petites portées sont plus sensibles aux variations thermiques que les grandes, elles se contracteront davantage à la suite d'un abaissement de température, ce qui entraînera les chaînes côté montagne. En fait, on peut observer, lorsque les conditions sont favorables, que le matin de bonne heure, les chaînes accusent une inclinaison plus forte que vers le milieu de la journée; une variation analogue se fait remarquer entre l'hiver et l'été.

5° Conclusions.

En règle générale, avant d'étudier un régime de tirage de conducteurs aériens, il conviendra d'exa-

miner si l'hypothèse de l'égalité des paramètres des chaînettes des différentes portées est admissible ou non. Le cas échéant, un calcul plus précis, d'après la méthode développée plus haut, sera indiqué. Ceci se présentera en particulier pour les tronçons de lignes fortement inclinés ou, en terrain plat ou faiblement incliné, en cas de portées successives très inégales.

Si les paramètres des chaînettes accusent des variations importantes, d'une portée à l'autre, le montage des isolateurs sera relativement difficile et les portées les plus élevées du tronçon (ou les petites portées en cas de portées très inégales) seront proportionnellement trop tendues. Il pourrait donc être intéressant de chercher à combattre cette variation de paramètre par un réglage approprié des conducteurs. Ceci peut être réalisé en tenant compte des remarques faites ci-dessus à propos de l'équilibre instable d'une poulie ordinaire placée dans les conditions représentées sur la fig. 2. Pour que la poulie devienne stable, nous avons dit qu'il suffirait de pouvoir la bloquer sur son axe et d'empêcher le câble de glisser dans la gorge de la poulie en le fixant d'une manière appropriée. En procédant ainsi, il sera possible de régler chaque portée pour elle-même. On commencera l'opération en partant de l'extrémité du canton de pose, en réalisant dans la première portée la flèche correspondant au paramètre de chaînette choisi; ceci fait, on passera au premier pylône pour bloquer la poulie sur son axe et le conducteur sur la poulie, puis l'on procédera au réglage de la deuxième portée et ainsi de suite. L'opération sera grandement facilitée, si au lieu de suspendre les poulies à une attache mobile, on les fixe rigidement aux pylônes, à la hauteur correspondant à celle des conducteurs dans leur position définitive. Le réglage une fois terminé, il suffira de monter les pinces de suspension à l'endroit où le conducteur repose sur la poulie et l'on sera certain d'obtenir des chaînes d'isolateurs très sensiblement verticales.

Der elektrische Kremationsofen in Biel.

Von H. Keller, Biel.

621.365.4 : 614.62

Der elektrische Kremationsofen in Biel, der im Bull. SEV 1934, Nr. 13, von Herrn G. Keller (Brown, Boveri) beschrieben wurde, ist nun seit drei Jahren in Betrieb. Herr H. Keller, Lehrer am Technikum Biel, welchem die Initiative und die Vorstudien zu verdanken sind und der den Betrieb des Ofens sorgfältig überwacht, berichtet im folgenden über die dreijährigen Betriebserfahrungen, welche die Bauherrin voll befriedigten. Es fanden gegen 400 Kremationen statt. Die Energiekosten betragen im ersten Jahr Fr. 12.65 pro Kremation, 1936 noch Fr. 7.—. Untersuchungen am Koksofen ergaben dagegen Brennstoffkosten von Fr. 12.20 pro Kremation. Der elektrische Ofen erfüllt also nicht nur alle Forderungen aus Pietät und Aesthetik (Ueberführung der Leiche in Asche durch reine Oxydation), sondern dessen Betriebskosten sind auch wesentlich geringer als die des Koksofens. (Red.)

Le four crématoire électrique de Bienne, décrit par Monsieur G. Keller (Brown, Boveri) dans le No. 13 du Bull. ASE 1934, est depuis trois ans en service. Monsieur H. Keller, professeur au technicum de Bienne, auteur de l'initiative et des études préliminaires, contrôle soigneusement l'exploitation du four; il relate ci-dessous ses expériences de trois ans, en tous points satisfaisantes. Près de 400 incinérations ont eu lieu. Les frais d'énergie s'élevèrent la première année à fr. 12.65 par incinération, pour tomber à fr. 7.— en 1936. L'étude comparative d'un four à coke fait par contre ressortir des frais de combustible de fr. 12.20 par incinération. Le four électrique satisfait donc non seulement à toutes les exigences de la piété et de l'esthétique (incinération par pure oxydation), mais ses frais d'exploitation sont sensiblement inférieures à ceux d'un four à coke. (La rédaction.)

Im Bull. SEV 1934, Nr. 13, wurde der elektrische Kremationsofen in Biel beschrieben. Heute können einige Mitteilungen über Erfahrungen und Betriebs-

resultate gemacht werden. Im Ofen fanden seit der Inbetriebnahme im Sommer 1933 bis heute gegen 400 Einäscherungen statt, an denen interessante