

# De la stabilité des supports dits triangulaires et quadrangulaires

Autor(en): **Pillonel, A.**

Objektyp: **Article**

Zeitschrift: **Technische Beilage zur Schweizerischen Post-, Zoll- & Telegraphen-Zeitung = Supplément technique du Journal suisse des postes, télégraphes et douanes**

Band (Jahr): **2 (1919)**

Heft 4

PDF erstellt am: **30.06.2024**

Persistenter Link: <https://doi.org/10.5169/seals-872980>

## **Nutzungsbedingungen**

Die ETH-Bibliothek ist Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Inhalten der Zeitschriften. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern.

Die auf der Plattform e-periodica veröffentlichten Dokumente stehen für nicht-kommerzielle Zwecke in Lehre und Forschung sowie für die private Nutzung frei zur Verfügung. Einzelne Dateien oder Ausdrucke aus diesem Angebot können zusammen mit diesen Nutzungsbedingungen und den korrekten Herkunftsbezeichnungen weitergegeben werden.

Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. Die systematische Speicherung von Teilen des elektronischen Angebots auf anderen Servern bedarf ebenfalls des schriftlichen Einverständnisses der Rechteinhaber.

## **Haftungsausschluss**

Alle Angaben erfolgen ohne Gewähr für Vollständigkeit oder Richtigkeit. Es wird keine Haftung übernommen für Schäden durch die Verwendung von Informationen aus diesem Online-Angebot oder durch das Fehlen von Informationen. Dies gilt auch für Inhalte Dritter, die über dieses Angebot zugänglich sind.

bezogen wird und z. B. (nach Strecker) für Ebonit 2—3, für Glimmer 4—8, für Paraffin 2,0—2,3, für Porzellan 4,4 beträgt.

Ein Kondensator, dessen Konduktoren durch Glimmer (Mica) voneinander isoliert sind, hat also eine 4—8 mal größere Kapazität, als ein sonst gleich beschaffener mit Luftisolation.

(Fortsetzung folgt.)

## Construction des lignes aériennes

### De la stabilité des supports dits triangulaires et quadrangulaires.

Par A. Pillonel, Adjoint du 1<sup>er</sup> arr.

Lorsque une bifurcation aérienne comporte un assez grand nombre de fils, la dislocation des artères s'opère avantageusement au moyen de supports dits triangulaires ou quadrangulaires. On donne le nom de support triangulaire à un assemblage de trois poteaux occupant les sommets d'un triangle équilatéral. Le support quadrangulaire comprend quatre poteaux formant généralement un carré.

Nous nous proposons ici de déterminer la stabilité de ces supports multiples d'un emploi assez courant et de les comparer quant à leur résistance.

#### I. Support triangulaire.

Trois poteaux disposés au sommet d'un triangle, à condition que leur assemblage et leur fondation soient assez solides, forment un système rigide, dont l'axe de rotation,

en flexion plane, passe par le centre de gravité du triangle. Ce centre de gravité se trouve être le centre du cercle inscrit ou du cercle circonscrit au triangle (voir fig. 1). Il est au  $\frac{1}{3}$  de la médiane AD à partir de BC, la base. Le moment d'inertie<sup>1)</sup> du système est par rapport à l'axe xx :

$$I = 3 I_g + S \left( \frac{2h}{3} \right)^2 + 2S \left( \frac{1h}{3} \right)^2$$

en appelant

$I_g$  le moment d'inertie d'un poteau  
 $S$  la surface de la section d'un poteau  
 $h$  la hauteur du triangle équilatéral  
 $D$  la longueur d'un côté du triangle.

La valeur  $I_g$  est négligeable par rapport au moment d'inertie total et il vient alors :

$$I_{xx} = S \left( \frac{2h}{3} \right)^2 + 2S \left( \frac{1h}{3} \right)^2 = \frac{2h^2 S}{3} \quad (1)$$

Par rapport à l'axe yy, le moment d'inertie vaut

$$I_{yy} = 2S \left( \frac{D}{2} \right)^2 = \frac{SD^2}{2} \quad (2)$$

Dans le triangle équilatéral, on a

$$h = \sqrt{\frac{3}{4}} D^2$$

et alors

$$\frac{2h^2 S}{3} = \frac{SD^2}{2} \quad (3)$$

<sup>1)</sup> On appelle moment d'inertie le produit de chaque élément de surface de la section des poteaux par le carré de la distance de cet élément à l'axe de rotation.

L'équation (3) montre, en la comparant à (1) et (2) que

$$I_{xx} = I_{yy}$$

On sait que le module de résistance s'obtient en divisant le moment d'inertie par la distance de la fibre la plus éloignée de l'axe de rotation à cet axe. En désignant le module de résistance par  $W$  et la distance de la fibre extrême par  $v$  on a

$$W = \frac{I}{v}$$

Le module de résistance du support triangulaire par rapport à l'axe xx vaut donc

$$W_{xx} = \frac{I_{xx}}{v} = \frac{\frac{2h^2 S}{3}}{\frac{2}{3}h} = Sh^* \quad (4)$$

Quant au module de résistance par rapport à l'axe yy il a pour valeur

$$W_{yy} = \frac{I_{yy}}{v} = \frac{\frac{SD^2}{2}}{\frac{D}{2}} = SD \quad (5)$$

Comme l'on doit disposer le triangle de manière que les trois faces se prêtent aux trois bifurcations, le support triangulaire travaillera autour de l'axe xx qui donne le module de résistance  $W_{xx}$  minimum,  $h$  étant plus faible que  $D$ .

Un poteau de 8 mètres de longueur  $a$ , à l'encastrement, une section de 226,98 cm<sup>2</sup>. Le module de résistance du poteau triple vaut donc

$$W_{xx} = 226,98 \times 95,263 = 21.623 \text{ cm}^3$$

et sa résistance, en admettant une charge pratique  $k$  de 120 kg par centimètre carré :

$$W_{xx} k = 21.623 \times 120 = 2.594.760 \text{ kg/cm.}$$

Cette résistance est 45 fois environ celle du poteau simple.

#### B. Support quadrangulaire.

Le moment d'inertie d'un support quadrangulaire peut être déterminé de la même façon que pour l'appui triangulaire. On a dès lors (fig. 2) :

$$I = 4S \left( \frac{D}{2} \right)^2 = SD^2 \quad \text{et}$$

$$\frac{I}{v} = W = 2SD \quad (6)$$

Il va de soi que le moment d'inertie [et par conséquent le module de résistance  $W$ ] est le même pour les deux axes xx et yy, puisque la disposition des poteaux par rapport aux deux axes est absolument symétrique.

La comparaison des formules (5) et (6) montre que le support quadrangulaire a une résistance double de celle de l'appui triangulaire et qu'elle atteint environ 90 fois celle d'un poteau simple.

Avec une résistance aussi considérable, il semble que l'adjonction de contrefiches ou de haubans à ces supports multiples soit parfaitement superflue. Or la pratique enseigne que les appuis triangulaires ou rectangulaires avec trois bifurcations ploient quand même, lorsqu'ils ne sont pas soutenus par des jambes de force ou des ancrages. Cela tient au fait, premièrement, que l'assemblage de ces poteaux est insuffisant et incomplet et, deuxièmement, que l'encastrement ordinaire avec deux couronnes de pierres n'a pas la résistance nécessaire pour suffire à l'énorme moment fléchissant que provoque la traction unilatérale d'un grand nombre de fils.

\*) *Remarque.* En réalité la distance de la fibre la plus éloignée vaut  $\frac{2}{3}h + r$ ,  $r$  désignant le rayon de la section du poteau; nous pouvons négliger  $r$ , comme nous avons négligé  $I_g$ .

Ainsi une artère de 36 fils de 3 mm peut facilement provoquer un moment fléchissant, à raison de 100 kg par fil, de 2 400 000 kg/cm. Si les poteaux sont plantés à 140 centimètres de profondeur dans le sol, le couple de l'encastrement a une valeur de  $\frac{2\,400\,000}{140} = 17\,143$  kg, soit 8570 kg par face! Pour que le terrain ne cède pas devant cette pression considérable, il faudrait répartir celle-ci sur une plus grande surface et diminuer le couple d'encastrement en plantant plus profondément le support quadrangulaire.

Le renforcement de l'encastrement peut s'obtenir au moyen de traverses en bois ou en ciment armé reliant dans le sol les deux poteaux de chaque face perpendiculaire à la direction de la traction unilatérale. Ces traverses doivent être placées au fond et aux  $\frac{2}{3}$  de la hauteur de la fouille, du côté des réactions de l'encastrement (fig. 3). Quant à

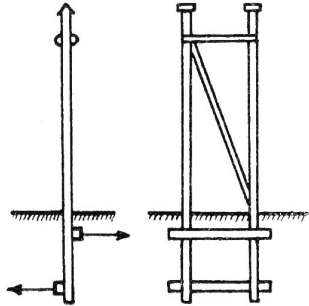


fig. 3

l'assemblage des poteaux, il doit être suffisamment solide pour que les deux faces du quadrilatère, parallèles à la direction de la traction unilatérale, forment deux poutres indéformables. L'effort fléchissant se répartissant sur ces deux faces, chacune de celles-ci doit être à même de supporter une traction horizontale de 1800 kg au centre du chevalet. Pour solidariser complètement les deux poteaux

d'une face, l'emploi de croisillons en fer serait très onéreux. On a avantage d'employer un renforcement en bois tel que celui montré par la figure 3.

On voit que l'emploi de supports trilatéraux ou quadrilatéraux est cependant assez coûteux. Le remplacement des étreillons en bois par des contrefiches ou des haubans ne réduirait pas la dépense, tout au contraire. Il faudrait des poteaux plus longs, des trous supplémentaires dans le sol, des traverses de renforcement entre les contrefiches et les poteaux; on occuperait encore un espace de terrain plus grand et l'on devrait payer une indemnité plus élevée au propriétaire. D'autre part les traverses de fondation ne peuvent pas être évitées ni dans un cas, ni dans l'autre, les forces d'arrachement étant trop considérables.

L'échange des poteaux pourris constituant les supports multiples, reliés entr'eux dans le sol par des traverses, demande beaucoup plus de main d'œuvre. Il vaudrait mieux monter ces poteaux sur des socles.

Ajoutons, enfin, que dans le cas où la traction unilatérale serait exercée par un grand nombre de fils, on devrait néanmoins haubaner ou contreficher le support quadrilatéral, alors même que les deux poteaux de chaque face parallèle à l'effort seraient solidement associés et que l'on aurait établi soigneusement la fondation au moyen de traverses.

### Du contrôle des flèches des fils électriques au moyen des vibrations.

Par A. Pillonel, Adjoint du 1<sup>er</sup> arr.

La construction des lignes électriques aériennes a pris une importance si grande depuis une vingtaine d'années qu'elle forme aujourd'hui un vaste domaine spécial de la technique électrique. Les lignes télégraphiques et téléphoniques, les lignes de transport d'énergie, d'éclairage, de chemins de fer électriques se multiplient avec une telle rapidité que beaucoup de propriétaires fonciers s'émeuvent. C'est dire toute l'ampleur acquise par cette nouvelle branche de la technique. Même ceux qui affirmaient qu'avec l'apparition

des câbles souterrains la construction des lignes aériennes diminuerait d'importance se sont lourdement trompés. Sans doute les réseaux aériens urbains ne tapissent plus le ciel de nos villes, mais le nombre de kilomètres de lignes aériennes a-t-il fléchi pour autant dans nos statistiques? — C'est le contraire qui est arrivé. On pourrait croire que les câbles souterrains interurbains feraient par contre tomber les interminables lignes de poteaux qui se profilent dans la campagne. C'est encore une erreur, car déjà l'Amérique, l'ingénieuse commerçante, pose ses câbles interurbains sur des poteaux!

La leçon qu'on tire donc de l'évolution qui s'est accomplie dans le domaine des lignes est simple: les lignes aériennes poussent comme des champignons après la pluie, qu'il s'agisse de lignes télégraphiques, téléphoniques ou de lignes industrielles. La hausse du charbon ne diminuera certes pas le nombre des fils d'éclairage, pas plus que l'électrification des chemins de fer ne s'accomplira sans de profondes modifications à nos lignes. Notre service de construction est appelé à prendre un développement considérable. Sans ne rien sacrifier à la sécurité des lignes, on devra chercher à utiliser beaucoup plus rationnellement la matière. De nombreux essais bien préparés et poursuivis avec méthode seront nécessaires, de même qu'une révision complète des prescriptions fédérales s'imposera impérieusement. Avec le développement des lignes, les parallélismes et les croisements des lignes à fort et à faible courant se multiplieront, et plus que jamais nous aurons à ouvrir l'œil sur la sécurité de nos installations. Tous nos procédés empiriques devront céder le pas aux méthodes scientifiques. Nous avons devant nous, l'administration a devant elle un vaste champ d'activité et de réformes qui doivent être menées à chef.

La sécurité des lignes ne dépend pas seulement de la quantité de matériel qu'on accumule le long de leurs tracés, encore faut-il que tous ces matériaux soient rationnellement employés. Que sert-il de confectionner des supports très solides, si la traction des fils, beaucoup trop forte, compromet encore leur stabilité!

La longueur des portées et la traction des fils doivent être adaptées aux nécessités climatiques. Puisque tous les efforts provenant des fils se transmettent aux appuis, nous affirmons que la traction des fils joue un rôle considérable dans toute l'économie des lignes et comme celles-ci, lignes industrielles et lignes à faible courant, augmentent à vue d'œil, il apparaît dès lors comme élémentaire qu'un contrôle minutieux et continu s'exerce, au moment de la construction, sur la pose et le réglage des fils. Certains chefs de réseau l'ont compris, d'autres en revanche n'y ajoutent aucune attention, méconnaissant ainsi les lois de la statique, la valeur du matériel, les leçons de l'expérience, laissant faire leurs ouvriers mal instruits, préparant ainsi à notre administration des déboires qui ne surviennent pas toujours l'hiver suivant, mais seulement lors d'une chute de neige lourde et abondante, plusieurs années plus tard.

Il serait hautement désirable que notre administration, dans une question aussi vitale pour la sécurité des lignes, se résolût enfin à pratiquer un contrôle méthodique des tensions ou des flèches des fils. Ses observations seraient extrêmement intéressantes et hautement salutaires. Au mois de décembre 1917, le Département contrôla les tensions dans quelques portées des environs de Berne. Les coefficients de sécurité constatés et ramenés à  $-20^{\circ}$  C furent les suivants:

Essai No.	Coefficient	Portée	Essai No.	Coefficient	Portée
1 (acier)	10	32,8	8 (fer 3 mm)	6,6	33,2
2 (fer)	10,5	„	9 (fer 4 mm)	4,8	„
3 (acier)	15	„	10 (fer 3 mm)	3	44,0
4 (bronze 4 mm)	5,2	26,8	11 (fer 4 mm)	4,3	„
5 (bronze 3 mm)	5,1	„	12 (fer 3 mm)	4,6	38,3
6 (bronze 4 mm)	9,0	29,25	13 (cuivre 3 mm)	5,6	38,52
7 (bronze 3 mm)	9,7	„			