

Zeitschrift: Bulletin de l'Association suisse des électriciens
Herausgeber: Association suisse des électriciens
Band: 42 (1951)
Heft: 3

Artikel: La nouvelle ligne transalpine de l'Atel
Autor: Vögeli, R. / Leresche, R.
DOI: <https://doi.org/10.5169/seals-1056843>

Nutzungsbedingungen

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

Conditions d'utilisation

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

Terms of use

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

Download PDF: 25.12.2024

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

BULLETIN

DE L'ASSOCIATION SUISSE DES ELECTRICIENS

La nouvelle ligne transalpine de l'Atel¹⁾

Par R. Vögeli et R. Leresche, Baden

621.315.17

Afin d'adapter aux nouvelles conditions d'exploitation le transport de l'énergie électrique entre le Tessin et le Nord de la Suisse, l'Atel a établi durant les années 1947...1949 une ligne à haute tension entre Lavorgo et Mettlen, par le col du Lukmanier. Les auteurs donnent une brève description des pylônes, des isolateurs, des conducteurs et du montage, ainsi que quelques indications sur les bases de calcul.

Um den Energietransport aus dem Tessin nach der Nordschweiz den neuen Verhältnissen anzupassen, baute die Atel in den Jahren 1947...1949 eine Hochspannungs-Fernleitung von Lavorgo über den Lukmanierpass nach Mettlen. In der Arbeit werden die Masten, die Isolatoren, die Leiter, die Berechnungsgrundlagen und die Montage kurz beschrieben.

Le rapide développement de la transmission d'énergie du Tessin vers le Nord de la Suisse, par la ligne à un terna du Saint-Gothard, construite en 1932, a conduit Atel à renforcer la capacité de transmission de l'artère qui relie les centrales tessinoises au centre de répartition de Mettlen, près de Lucerne. Les pylônes de la ligne du Saint-Gothard ont été établis d'emblée pour la tension de 380 kV, tandis que les conducteurs et les isolateurs ne sont prévus que pour une tension de 150 kV. Les travaux d'adaptation de cette installation à une tension plus élevée, auraient donc entraîné une longue interruption de service, ce qui ne semblait pas possible, en raison de la situation du marché de l'énergie au cours de ces dernières années. Même les travaux d'entretien normal, qui exigent le déclenchement de la ligne pendant quelques heures seulement, sont déjà considérés comme une grave entrave à l'alimentation en énergie.

Aussi l'importance croissante du transit a-t-elle fait naître l'idée de doubler la liaison entre le Tessin et la Suisse septentrionale. En 1942 déjà, on commença les études préliminaires en vue de cette extension. Il s'agissait tout d'abord d'établir une nouvelle ligne à deux ternes d'Amsteg à Mettlen, puis une seconde artère de Lavorgo à Amsteg. En raison des difficultés qui entravaient l'approvisionnement en matières premières dans les années de guerre et d'après-guerre, les travaux de construction n'ont pu être entrepris qu'en 1947 au plus tôt. Le programme de construction a été réparti sur trois ans:

| | |
|--|------|
| Etablissement des fondations du tronçon Amsteg-Mettlen | 1947 |
| Etablissement des fondations du tronçon Lavorgo-Amsteg | 1948 |
| Construction des pylônes et pose des conducteurs du tronçon Amsteg-Mettlen | 1948 |
| Construction des pylônes et pose des conducteurs du tronçon Lavorgo-Amsteg | 1949 |

Ce programme a été tenu et l'ensemble de l'installation nouvelle Lavorgo-Mettlen a été mis en service à la fin de 1949, provisoirement sous la ten-

sion de 150 kV; les isolateurs et les conducteurs sont toutefois prévus pour l'exploitation à 225 kV. Ces deux lignes — comme l'est déjà celle du Saint-Gothard — sont équipées de supports qui permettront ultérieurement de passer à la tension de service définitive de 380 kV.

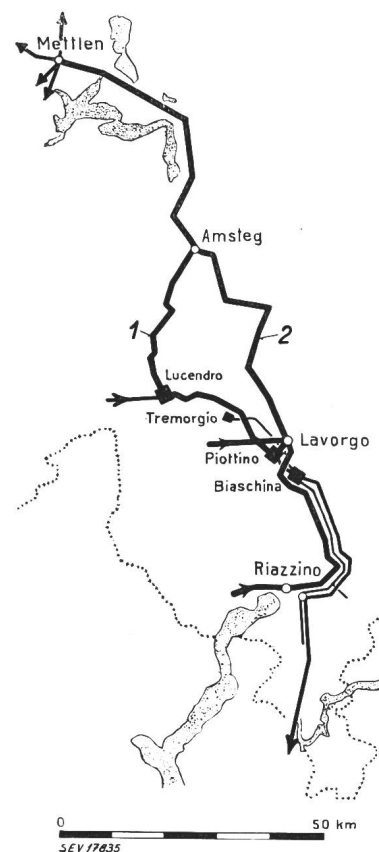


Fig. 1
Les lignes transalpines d'Atel
1 Ligne du St-Gothard
2 Ligne du Lucmanier
■ Usine électrique

La ligne du Lucmanier Lavorgo—Amsteg

La ligne du Lucmanier — le type même de la ligne de haute montagne — a une longueur de

¹⁾ Aar et Tessin S. A. d'Electricité, Olten.

52,3 km et franchit deux chaînes alpines, à l'altitude de 2400 et 2500 m. Il a fallu tenir compte des conditions météorologiques très rudes qui règnent, en hiver surtout, à de telles altitudes. A cet effet, on a admis, en calculant les éléments de la ligne, des

fers profilés. Ceci provient aussi de la forme cylindrique de leurs éléments, qui disperse davantage la lumière que les surfaces planes des cornières.

Les pylônes d'amarrage ont une hauteur de 41 m au maximum et de 24 m au minimum; un pylône

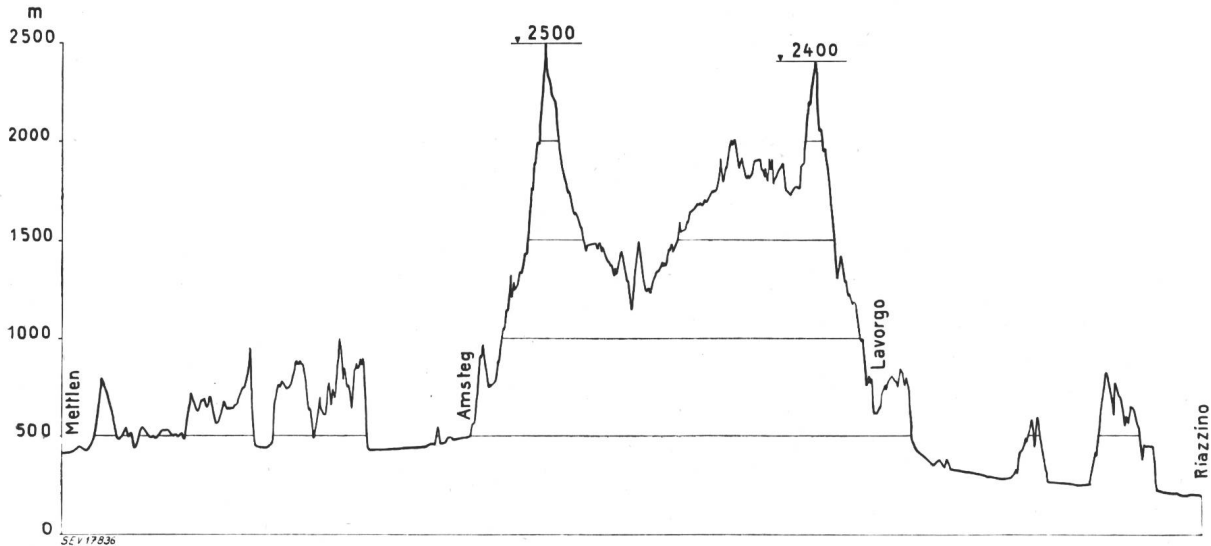


Fig. 2

Profil en long de la ligne par le col du Lucmanier

surcharges exceptionnellement élevées; les expériences faites sur la ligne du Saint-Gothard, en service depuis 18 ans, ont été précieuses pour les déterminer.

Les pylônes

Il y a quelques années, Motor-Columbus S. A. a mis au point un nouveau système de treillis porteur, dont les éléments sont constitués par des tubes d'acier remplis de béton [3]²⁾. Ce type de construction présente de gros avantages par rapport au système usuel, à fers profilés. Les tubes possèdent une section idéale quant à la résistance au flambage. Si l'on remplit les tubes de béton, les longueurs de flambage admissibles augmentent encore, à charge égale. Il est ainsi possible d'utiliser des éléments de construction beaucoup plus longs et, par conséquent, de bâtir des pylônes plus légers. L'économie d'acier est considérable et peut atteindre les deux tiers du poids d'un pylône correspondant en fers cornières.

En principe, les tubes ne sont remplis de béton qu'après montage. Le transport des éléments à pied d'œuvre est facilité par le fait qu'ils sont plus légers, ce qui revêt une importance toute particulière en terrain accidenté, comme c'est précisément le cas pour la ligne du Lucmanier.

Un autre avantage des éléments plus longs et de la construction plus simple est de pouvoir utiliser, sur des versants à forte pente, des montants de différentes longueurs sans recourir à des constructions compliquées. Les différences de longueur des montants d'un même pylône vont, sur la ligne du Lucmanier, jusqu'à 13 m.

Les pylônes en tubes d'acier remplis de béton ont un aspect simple et élancé et on les remarque beaucoup moins dans le paysage que ceux construits en

d'amarrage normal, haut de 30 m, a un poids d'acier de 13,5 t. La hauteur des portiques d'alignement varie entre 42 et 26 m; l'acier d'un pylône d'alignement normal pèse 7,5 t. Le poids total de l'acier employé pour la construction de la ligne, y compris le poids du métal de zingage, est de 1630 t, alors que le poids des pylônes en fers profilés, calculés pour les mêmes conditions, se serait élevé à 3450 t d'acier.

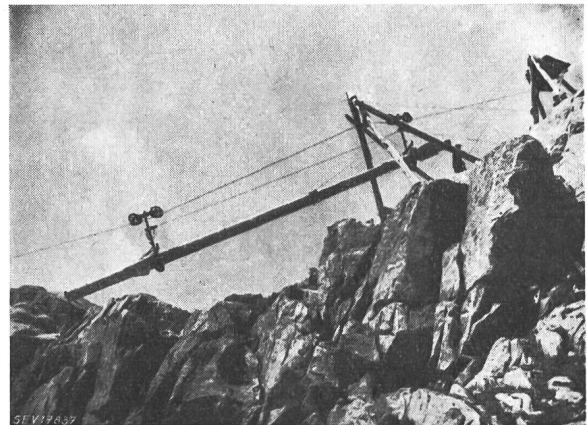


Fig. 3

Transport en haute montagne, par téléphérique

Les isolateurs

des portiques d'alignement sont des éléments Motor, du type VK 5, à fût plein, et ceux des supports d'amarrage sont des éléments Motor, du type spécial à fût allongé. Lorsque l'on passera, plus tard, de la tension de 225 kV à celle de 380 kV, le nombre des éléments sera porté de 6 à 9 pour les pylônes d'alignement et de 3 à 5 pour ceux d'amarrage.

²⁾ voir bibliographie à la fin de l'article.

Les conducteurs

en service sous la tension provisoire de 225 kV, sont des câbles d'aldrey d'une section de 550 mm² et d'un diamètre de 30,5 mm. Les deux lignes de terre, en acier, ont, normalement, une section de 80 mm² cha-

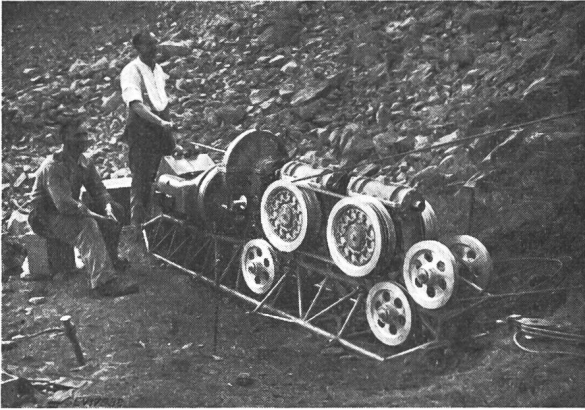


Fig. 4
Machine de traction démontable, pour la pose des conducteurs, muni d'un moteur d'aviation

cune; sur les tronçons situés au-dessus de 2000 m d'altitude, on a posé des câbles de terre de 120 mm² de section. Lors du passage à la tension définitive de

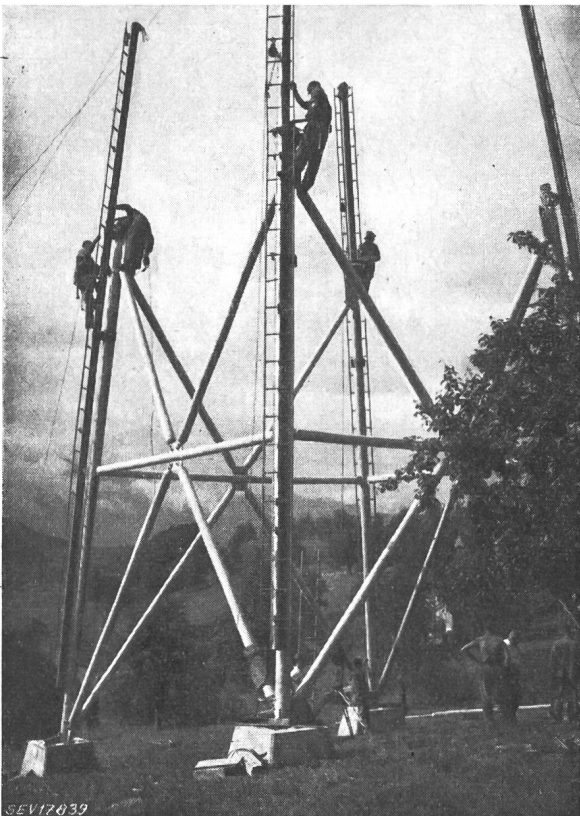


Fig. 5
Montage d'un pylône en tubes d'acier remplis de béton de la ligne Amsteg—Mettlen

380 kV, il sera nécessaire de remplacer les câbles d'aldrey et on a prévu de poser alors des conducteurs creux, en cuivre, d'un diamètre de 50 à 60 mm selon

l'altitude, pour autant qu'on ne se décide en faveur de l'emploi de conducteurs en faisceau.

Bases des calculs

Pour calculer les dimensions des pylônes, on a admis, selon l'altitude, des surcharges de 3,5 à 12 kg



Fig. 6
Grimpettes pour pylônes en tubes d'acier
Ces grimpettes peuvent être facilement adaptées aux différents diamètres de tubes

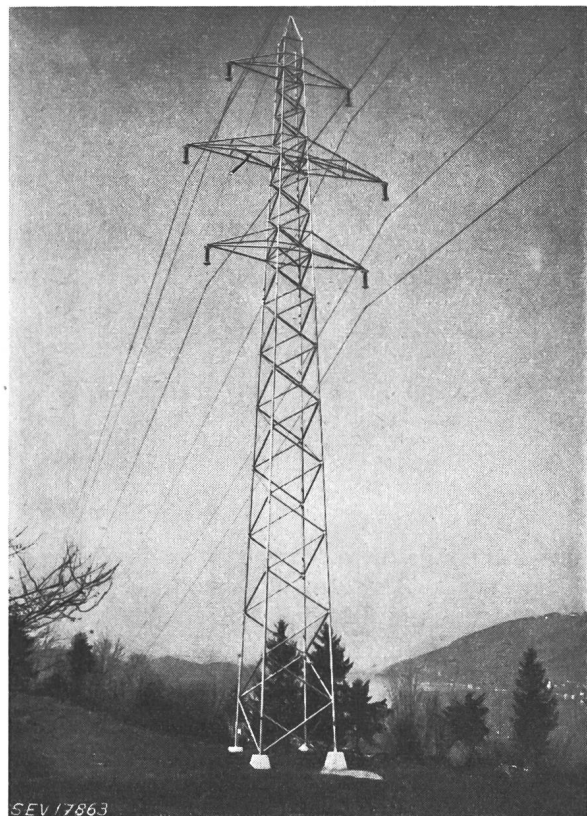


Fig. 7
Pylône d'alignement de la ligne Amsteg—Mettlen
Hauteur 67 m

par mètre courant de câble. La pression maximum du vent sur les surfaces planes a été admise à 125 kg/m², avec un facteur de réduction de 0,7 pour

les surfaces cylindriques et de 0,5 pour les conducteurs et les câbles de terre. Les surfaces sur lesquelles la pression du vent s'exerce ont été déterminées d'après la formule de l'ordonnance sur les installations à fort courant, ce qui, pour des supports de ce type, correspond à 1,75 fois la surface de projection d'une paroi de pylône. Le coefficient de sécurité pour tous les cas de charge est de 2,25.

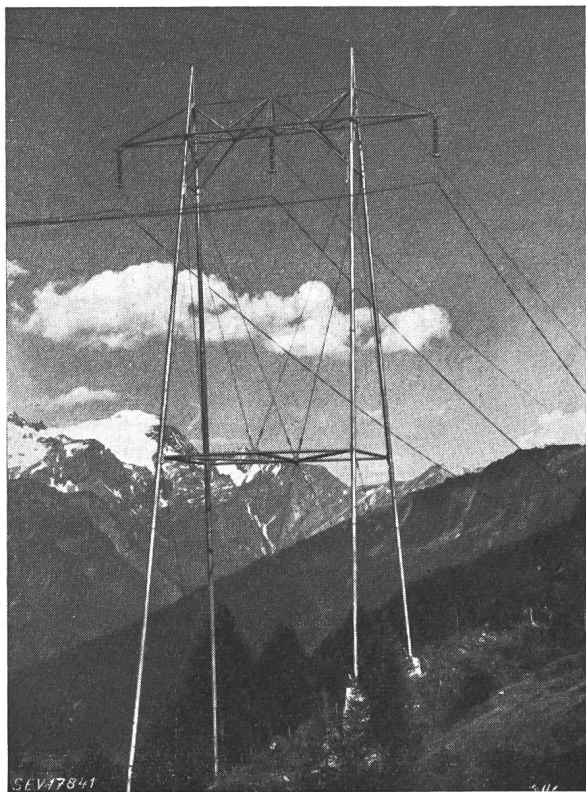


Fig. 8

Pylône d'alignement normal de la ligne du Lucmanier

Montage

Les accidents du terrain et l'absence de voies d'accès ont nécessité, pour le montage de la ligne, l'établissement de grandes installations téléphériques, d'une longueur totale de 38 km.

La pose des conducteurs s'est également heurtée à de grandes difficultés; c'est ainsi que, sur deux tronçons de ligne, chacun d'une longueur de 12 km, la nature du terrain empêchait tout transport des bobines. Il a fallu, par conséquent, tirer d'un seul coup des câbles d'une longueur atteignant 6 km. Pour cela, quatre longueurs de conducteurs ont dû être accouplées par des cônes de serrage, de telle sorte que le poids d'un câble en mouvement s'est élevé jusqu'à 10 t. Des différences d'altitude de 1200 m ont ainsi été surmontées d'une traite.

Pour tirer les conducteurs, on a construit une machine spéciale, capable de fournir un effort de traction maximum de 4 t. Elle ne pèse que 850 kg et peut aisément être démontée en quatre parties, facilement transportables par téléphérique.

La ligne Amsteg—Mettlen

Cette ligne a une longueur de 52 km et constitue, par ses deux ternes, le prolongement des deux arrières monoternes qui franchissent, l'une le col du Saint-Gothard, l'autre celui du Lucmanier.

Comme ceux de la ligne du Lucmanier,

Les pylônes

de la ligne Amsteg—Mettlen sont construits selon le système Motor-Columbus, en tubes d'acier remplis de béton; ils ont toutefois la disposition habituelle en forme de pin. Aux abords de Mettlen, la proximité d'un aéroport local a rendu nécessaire le recours à un type de pylône spécial, surbaissé.

Les pylônes d'amarrage normaux ont une hauteur de 52 m, au maximum 60 m. Les pylônes d'alignement normaux s'élèvent à 52,4 m au-dessus du sol, le plus haut atteignant 67 m. Le poids de l'acier d'un pylône d'amarrage normal est de 12 t, celui d'un support d'alignement normal, de 8,2 t. Le poids total de l'acier utilisé pour la construction de tous les pylônes, y compris le métal de zingage, est de 1700 t, tandis que l'emploi de supports en fers profilés aurait nécessité, pour les mêmes conditions, un poids d'acier de 3700 t.

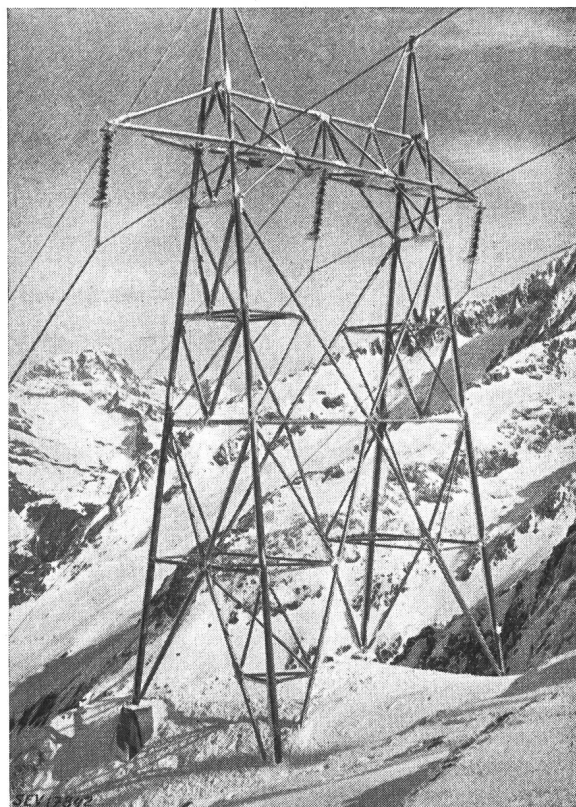


Fig. 9

Pylône d'alignement renforcé pour tronçon soumis à de grosses surcharges

Les isolateurs

sont du type Motor à fût plein. Le nombre des éléments des isolateurs sera augmenté ultérieurement lors du passage à l'exploitation sous la tension définitive de 380 kV.

Les conducteurs

en service provisoire, à 225 kV, sont constitués par des câbles de cuivre d'une section de 350 mm² et d'un diamètre de 24,4 mm. La ligne de terre, en acier, a une section de 80 mm². Lors du passage à la tension définitive de 380 kV, les conducteurs actuels seront remplacés par des câbles creux en cuivre, pour lesquels on prévoit un diamètre extérieur de 46 mm, à moins qu'on ne se prononce en faveur de câbles en faisceau.

Bases des calculs

Les pylônes ont été prévus pour des surcharges allant, selon l'altitude, de 2 à 3,5 kg par mètre courant de câble. On a admis une pression du vent de 100 kg/m² sur les surfaces planes jusqu'à 30 m du sol et de 125 kg/m² sur celles situées au-dessus de

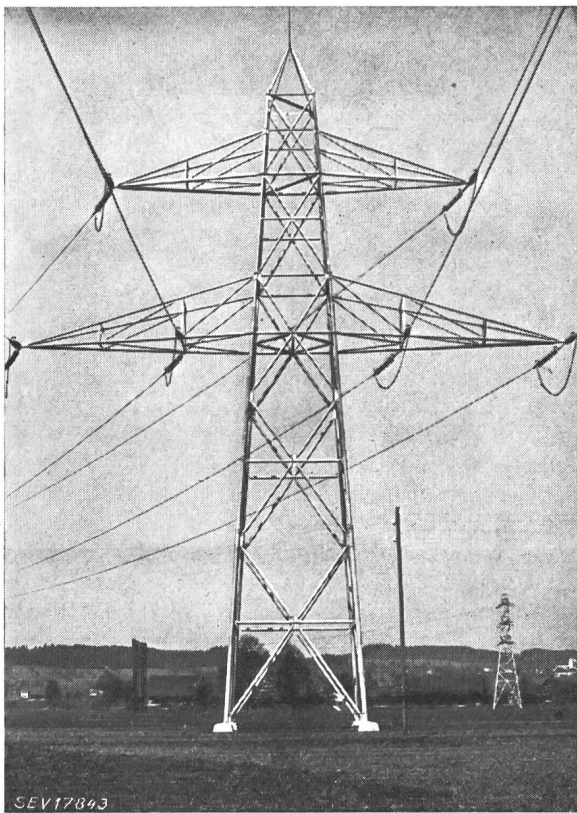


Fig. 10
Pylône surbaissé de la ligne Amsteg—Mettlen,
à proximité d'un aéroport
Hauteur maximum prescrite: 37 m

30 m, avec un facteur de réduction de 0,7 pour les surfaces cylindriques et de 0,5 pour les conducteurs et les câbles de terre. D'après la formule de calcul contenue dans l'ordonnance sur les installations à fort courant, l'action du vent s'exerce sur environ 1,75 fois la surface de projection d'une paroi de pylône. Le coefficient de sécurité appliqué dans ces calculs est de 2,25.

Montage

Afin de standardiser les opérations, la direction des travaux a mis l'outillage spécial de montage à la disposition des divers entrepreneurs. A titre d'innovations dans ce domaine, nous mentionnons les

mâts auxiliaires de montage, munis d'échelles, qui sont hissés le long des montants au fur et à mesure de la progression des travaux. Un chariot d'un type nouveau, pour le transport des bobines, a été conçu et construit spécialement pour l'établissement de cette ligne, ainsi qu'un frein pour la pose des conducteurs sous tension mécanique.

La ligne Riazzino—Lavorgo

La construction des usines de la Maggia a été décidée à la fin de 1949 et les travaux ont débuté immédiatement. Le transit vers la Suisse septentrionale de l'énergie produite dans ces usines sera assumé par Atel qui doit, à cet effet, prolonger jusqu'à Riazzino son artère transalpine.

La nouvelle ligne Riazzino—Lavorgo, d'une longueur de 42 km, sera également construite d'emblée pour la tension définitive de 380 kV, afin de permettre son raccordement à Lavorgo aux lignes du Saint-Gothard et du Lucmanier. Les pylônes, supportant deux ternes, seront exécutés en tubes d'acier remplis de béton, du même type que ceux de la ligne Amsteg—Mettlen. Les travaux préliminaires sont en cours et l'on espère mettre cette installation en service en 1951.

Avec les lignes du Saint-Gothard et du Lucmanier et leurs prolongements vers le Nord jusqu'à Mettlen et vers le Sud jusqu'à Riazzino, l'Aar et Tessin S. A. d'Electricité possèdera une artère double Nord—Sud à très grande capacité, répondant à toutes les exigences de la technique moderne. L'étude des projets et la direction des travaux d'exécution ont été assumées par Motor-Columbus S. A. d'Entreprises Electriques, à Baden.

Les deux ternes sont exploités provisoirement à 150 kV. Lorsque les usines de la Maggia entreront en service, la tension de transmission sera portée à 225 kV. Plus tard, quand l'évolution de la demande d'énergie l'exigera, les deux ternes seront transformés pour être exploités à 380 kV, et la capacité de transmission de l'ensemble de l'installation sera ainsi augmentée à près d'un million de kW.

Cette artère rendra les plus grands services non seulement à l'économie électrique suisse, mais également dans le cadre des échanges internationaux d'énergie électrique, en permettant à la Suisse de collaborer à la réalisation d'un réseau européen à très haute tension.

Bibliographie

- [1] *Vögeli, R.*: Les pylônes en tubes d'acier remplis de béton. CIGRE, Paris, session 1948, rapport n° 221.
- [2] *Vögeli, R.*: Nouvelles lignes équipées de pylônes en tubes d'acier remplis de béton. CIGRE, Paris, session 1950, rapport n° 223.
- [3] *Gonzenbach, R.*: Gittertragwerke mit ausbetonierten Stahlrohren. Bull. ASE t. 39(1948), n° 22, p. 738...741.
- [4] Neue Hochspannungs-Leitungsmasten der Motor-Columbus A.-G., Baden. Schweiz. Bauztg. t. 66(1948), n° 40, p. 547...550.
- [5] Les pylônes en tubes d'acier remplis de béton de Motor-Columbus S. A., Baden. Bull. techn. Suisse rom. t. 74 (1948), n° 16, p. 202...203.

Adresse des auteurs:

R. Vögeli, ingénieur en chef, Motor-Columbus S. A., Parkstrasse 27, Baden (AG).
R. Leresche, ingénieur, Motor-Columbus S. A., Parkstrasse 27, Baden (AG).