

Zeitschrift: Bulletin technique de la Suisse romande
Band: 74 (1948)
Heft: 10

Artikel: La ligne Mörel-Airolo à 150 kV de la Rhonewerke A.-G.
Autor: Preiswerk, M. / Hauser, W.
DOI: <https://doi.org/10.5169/seals-56018>

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: 04.05.2025

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

BULLETIN TECHNIQUE

DE LA SUISSE ROMANDE

Paraissant tous les 15 jours

ABONNEMENTS :Suisse : 1 an, 20 francs
Etranger : 25 francs

Pour sociétaires :

Suisse : 1 an, 17 francs
Etranger : 22 francsPour les abonnements
s'adresser à la librairie**F. ROUGE & Cie**
à LausannePrix du numéro :
1 Fr. 25

Organe de la Société suisse des ingénieurs et des architectes, des Sociétés vaudoise et genevoise des ingénieurs et des architectes, de l'Association des anciens élèves de l'Ecole polytechnique de l'Université de Lausanne et des Groupes romands des anciens élèves de l'Ecole polytechnique fédérale.

COMITÉ DE PATRONAGE. — Président : R. NEESER, ingénieur, à Genève; Vice-président : G. EPITAUX, architecte, à Lausanne; secrétaire : J. CALAME, ingénieur, à Genève. Membres : Fribourg : MM. L. HERTLING, architecte; P. JOYE, professeur; Vaud : MM. F. CHENAUX, ingénieur; E. ELSKES, ingénieur; E. D'OKOLSKI, architecte; A. PARIS, ingénieur; CH. THÉVENAZ, architecte; Genève : MM. L. ARCHINARD, ingénieur; E. MARTIN, architecte; E. ODIER, architecte; Neuchâtel : MM. J. BÉGUIN, architecte; G. FURTER, ingénieur; R. GUYE, ingénieur; Valais : MM. J. DUBUIS, ingénieur; D. BURGNER, architecte.

Rédaction : D. BONNARD, ingénieur. Case postale Chauderon 475, LAUSANNE

TARIF DES ANNONCES

Le millimètre

larg. 47 mm.) 20 cts.

Réclames : 60 cts. le mm.
(largeur 95 mm.)Rabais pour annonces
répétées**ANNONCES SUISSES S.A.**

5, Rue Centrale

Tél. 2 33 26

LAUSANNE

et Succursales

**CONSEIL D'ADMINISTRATION DE LA SOCIÉTÉ ANONYME DU BULLETIN TECHNIQUE**

A. STUCKY, ingénieur, président; M. BRIDEL; G. EPITAUX, architecte; R. NEESER, ingénieur.

SOMMAIRE : La ligne Mörel-Airolo à 150 kV de la Rhonewerke A.-G., par M. PREISWERK, Lausanne, et W. HAUSER, Olten. — **DIVERS :** La fatigue des métaux, par A. DUMAS. — **NÉCROLOGIE :** Elie Le Coultre, ingénieur. — **BIBLIOGRAPHIE.** — **LES CONGRÈS :** Premier congrès de l'Union internationale des architectes. — **Congrès de télévision.** — **CARNET DES CONCOURS :** Prix Colladon 1949; Concours de la Rive. — **SERVICE DE PLACEMENT.**

La ligne Mörel - Airolo à 150 kV de la Rhonewerke A.-G.

par M. PREISWERK, Lausanne, et W. HAUSER, Olten.

Le massif du Gothard, qui donne naissance aux cinq plus grandes rivières suisses, a permis le développement d'autant de centres de production d'énergie électrique.

Le Rhône et ses affluents alimentent en Valais déjà trente-sept centrales hydroélectriques, avec une production globale de 2 milliards de kWh environ. L'énergie qui ne peut pas être utilisée sur place est convoyée surtout vers l'ouest de la Suisse.

Un réseau important relie convenablement les quatre autres centres de production; la ligne du Gothard permet, en particulier, un échange entre le sud et le nord du pays.

Dans le but d'établir une liaison plus directe entre ces derniers et le centre valaisan, la Rhonewerke A. G. (appartenant au groupe de la Société Anonyme pour l'Industrie de l'Aluminium, qui possède au Valais six centrales hydroélectriques avec une puissance totale installée de 150 000 kW) a entrepris en 1946/47 la construction d'une ligne électrique à 150 kV reliant le Valais à la ligne du Gothard par le col du Nufenen.

La centrale de Mörel a été choisie comme point de départ de la ligne, car dans la même région la Société a la possibilité de bâtir d'autres centrales hydroélectriques, qui seront également reliées à la dite ligne. Pour le tracé, on s'est tenu, parmi les différentes possibilités, à celle qui offre le plus petit parcours au-dessus de 2000 m et qui permet une liaison convenable avec la ligne du Gothard.

La ligne part donc de la centrale de Mörel (altitude 740 m), à 9 km à l'est de Brigue, remonte la vallée du Rhône jusqu'à Ulrichen, puis celle de son affluent l'Aegina, qu'elle abandonne brusquement par de grandes portées, pour arriver au col du Nufenen (altitude 2488 m). De là, elle longe le cours supérieur du Tessin, dans la vallée de Bedretto, pour aboutir

à Airolo (altitude 1140 m) à la station en plein air de la centrale Lucendro de l'Aar et Tessin Société Anonyme d'Electricité.

Pour fixer le tracé définitif, il a fallu largement tenir compte des conditions locales (terrain, neige, avalanches), ainsi que des exigences posées par les autorités militaires et par la Société pour la protection de la nature.

Les calculs ont montré qu'une section de base de 240 mm² aluminium et Aldrey serait la plus convenable pour satisfaire aux conditions techniques et économiques.

La construction de cette ligne de haute montagne a été entravée par le tracé difficile, ce qui a requis une organisation onéreuse de transport; par l'abondance de la neige qui, par endroits, a atteint 6 m de hauteur et par les dangers



Fig. 1. — Tracé de la ligne Mörel-Airolo à 150 kV.
Echelle 1 : 800 000.

d'avalanches. Pratiquement, les travaux n'ont pu être exécutés qu'entre fin juin et fin octobre.

La construction de la ligne a été décidée vers la fin de 1945. A cause de la neige, très abondante durant l'hiver 1945/46, on a dû attendre jusqu'en mai 1946 pour commencer les travaux, qui ont pris fin en décembre 1946 sur le versant valaisan. La ligne a été mise en exploitation régulière en août 1947 après l'achèvement de la station de transformation.

Vu la configuration du terrain traversé, la ligne a été divisée en quatre tronçons, soit :

Canton du Valais :

- | | | | |
|--------------------|----------------------|----------|----------|
| 1. Vallée du Rhône | (alt. 740 à 1620 m) | 28,66 km | |
| 2. Haute montagne | (alt. 1620 à 2500 m) | 5,63 km | 34,29 km |

Canton du Tessin :

- | | | | |
|-----------------------|----------------------|----------|-----------------|
| 3. Haute montagne | (alt. 2500 à 1720 m) | 5,50 km | |
| 4. Vallée de Bedretto | (alt. 1720 à 1140 m) | 12,26 km | 17,76 km |
| | | | <u>52,05 km</u> |

La construction de la partie tessinoise a été confiée à la Motor-Columbus S. A., Baden, tandis que la valaisanne a été entièrement exécutée par les soins de la S. A. pour l'Industrie de l'Aluminium, Lausanne, qui a fait aussi tous les projets et pourvu à l'étude et à la réalisation des éléments constitutifs de la ligne, choisis suivant la nature du terrain.

Dans ce qui suit, on se borne à la description des deux tronçons valaisans.

A. Pylônes et protections contre les avalanches

Le tronçon de la vallée du Rhône a une configuration assez plane, partiellement à fond étroit, exempt, en général, de grosses dénivellations. Sauf quelques rares exceptions, de grandes portées ne sont pas nécessaires. Les transports sont relativement aisés, la ligne étant établie très près de la route cantonale et de chemins à bonne viabilité. Il n'y a pas de danger de grosses surcharges de neige (pour les calculs on a admis 2 kg/m) et il est possible de détourner la ligne des endroits soumis au danger d'avalanches. On a donc choisi

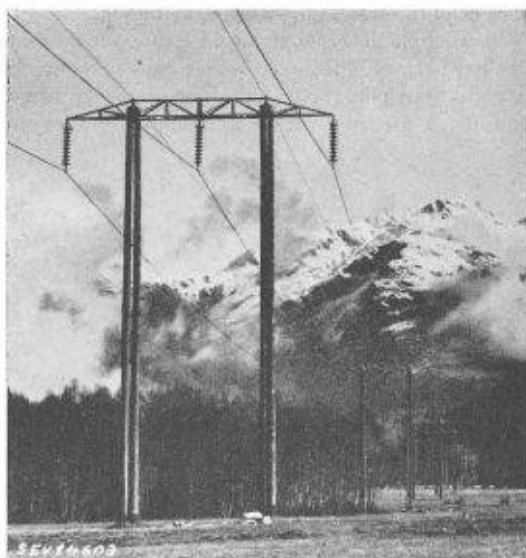


Fig. 3. — Support d'alignement en bois, avec traverse en treillis d'acier.

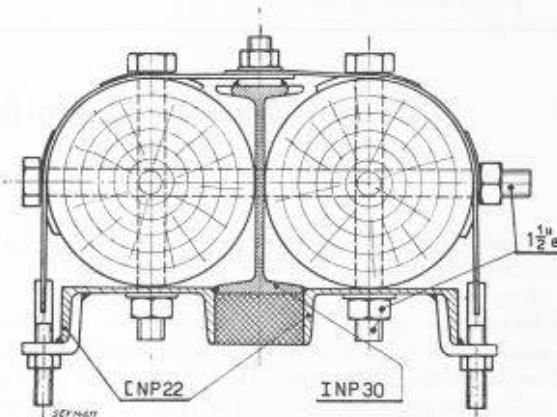


Fig. 2. — Socle d'un support d'alignement en bois (avec section, échelle 1 : 10).

pour les supports d'alignement une construction légère en bois avec traverse en treillis d'acier, en forme de portique, qui s'est montrée la plus économique. En général, ces supports sont pourvus de doubles poteaux, qui sont fixés de façon à faciliter tout remplacement éventuel pendant l'exploitation. Seuls les supports particulièrement sollicités ou devant être placés dans des terrains marécageux ont été pourvus de fondations en béton (80 x 80 x 200 cm).

Les autres, soit le 95 % environ, ont été fixés directement dans le sol. Il s'agit de 650 poteaux, d'une longueur variant entre 15 et 21 m et d'un volume total de 584 m³ de bois.

Les pylônes d'angle/ancrage, par contre, sont en treillis métallique, car une construction convenable en bois aurait été trop compliquée. Pour la portée la plus longue de toute la ligne (750 m), on fit appel à des pylônes séparés pour chaque phase et chaque câble de terre. Toutes les fondations de ces supports en treillis métalliques sont en béton.

Le tronçon en haute montagne présente de très fortes dénivellations. Les transports, très difficiles, ont dû être faits par tracteur, à dos de mulet et au moyen de téléphériques. Il a fallu tenir compte des surcharges de neige parfois très



Fig. 4. — Support d'alignement/angle avec socles de fondation.

élevées, du danger d'avalanches et des grandes portées requises par le terrain. On a donc choisi des pylônes en treillis métallique, livrables en pièces détachées, le montage devant être exécuté sur place par boulonnage. La hauteur des pylônes a été établie suivant le profil du terrain et les flèches résultant des surcharges de neige, fixées en fonction de l'altitude, comme suit :

3 kg/m jusqu'à 1900 m.
5 kg/m de 1900 à 2100 m.
8 kg/m de 2100 à 2300 m.
12 kg/m au-dessus de 2300 m.

Toutefois, on a fait des essais sur modèle (selon le système du Dr Hunziker, de Baden) pour établir la hauteur des trois pylônes convenant à la traversée de la vallée de l'Aegina, au pied du col du Nufenen. En effet, les deux portées considérées ne sont pas exposées de la même manière à l'action du soleil. Par suite, en cas de surcharge due à la neige, l'une des portées pourrait se trouver encore chargée alors que l'autre serait déjà déchargée, ce qui entraînerait de fortes variations de la valeur des flèches. La hauteur de ces trois pylônes a dû être choisie de 4 à 6 m plus élevée que celle qui aurait été requise par le terrain. Pour tenir compte des efforts mécaniques considérables, toutes les fondations, même celles dans le rocher, ont été exécutées en béton armé.

Ce même type de pylône a été adopté sur le tronçon en haute montagne du Tessin, tandis que pour celui de la vallée de Bedretto, on a recouru aux treillis porteurs en tubes d'acier remplis de béton, excellente réalisation de la Motor-Columbus, qui a l'intention de faire une publication à ce sujet.

Le tableau suivant donne des indications intéressantes sur la distribution des supports dans les différents tronçons :

Tronçon N°	Nombre de supports	Portée en m		
		min.	max.	moyenne
1	178	50	750	160,5
2	19	120	650	313
3	27	100	385	204
4	50	70	508	240
Total	274	—	—	190

En plusieurs endroits, surtout le long de la vallée de l'Aegina, où il fallait faire face aux risques d'avalanches, on a construit, en amont des pylônes menacés, des protections spéciales en murs à sec et à mortier, qui doivent servir à décharger ces supports du poids de la neige et des avalanches. Ces protections sont de deux types :

1° grand, de 150-350 m², pour la protection du pylône entier,

2° petit, de 60 m², pour la protection des pieds en amont des pylônes.

La protection la plus remarquable est constituée par 380 m² de mur, dont 85 à sec et 295 à mortier.

B. Conducteurs, leur disposition et possibilité de transport

Aux différents types de supports correspondent différents types de conducteurs.

Puisque les pylônes en bois ne peuvent pas supporter des sollicitations mécaniques trop élevées, des conducteurs en aluminium pur 240 mm² conviennent le mieux, avec cet avantage qu'ils sont moins chers que ceux en Aldrey et en aluminium/acier et que, à égalité de diamètre, ils ont une conductivité plus élevée.

Des conducteurs en Aldrey de même section et de même construction que les précédents ont été employés, par contre, pour les grandes portées du tronçon en vallée, ainsi que pour les premières portées du tronçon en haute montagne, jusqu'à une altitude de 1700 m et une surcharge de 3 kg/m.

Dans les autres portées du tronçon en haute montagne et à cause des surcharges élevées et du profil du terrain, les conducteurs en Aldrey auraient conduit à de trop grandes flèches et, par conséquent, à des pylônes très hauts. On a

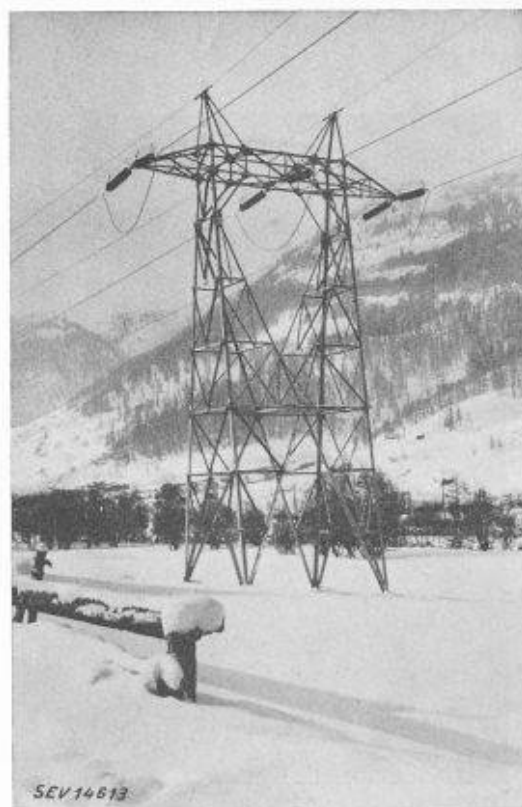


Fig. 5. — Pylône d'angle/ancrage en treillis métallique.

donc recouru aux conducteurs bimétalliques Aldrey/acier (section totale 284 mm², avec un rapport des composants de 3:1). Aux essais de réception, on a obtenu une charge de rupture de 17 t, les deux composants s'étant rompus simultanément grâce à la valeur pratiquement égale de leur allongement (5-7 %). Ce fait assure une bonne répartition des charges.

Les caractéristiques constructives des conducteurs, ainsi que les sollicitations adoptées sont résumées dans le tableau suivant :

Nature du conducteur	Section mm ²	Construction	Dia- mètre mm	Tronçon	Sollicitations ¹	
					max. kg/mm ²	de pose kg/mm ²
Alumin.	240	37 × 2,87 mm ∅	20,1	1	7,7 ÷ 8,55	2,43
Aldrey	240	37 × 2,87 mm ∅	20,1	1	9 ÷ 11	2,9 ÷ 5,16
				2	16 ÷ 17	4,19
Aldrey/ acier	213+71 = 284	(36+12) × 2,74 mm ∅	21,9	2	21,4 ÷ 24,4	2,8 ÷ 8,5

¹ Variables en fonction de la valeur de la portée moyenne entre deux ancrages et des surcharges admises.

Les conducteurs sont disposés horizontalement, avec une distance normale entre les phases de 4,5 m, augmentée à 5,5 m dans le tronçon en haute montagne. Elle atteint 10 m dans la portée de 750 m avec supports séparés.

Ces conducteurs peuvent être chargés jusqu'à une intensité des 500 A. Si on ne tient pas compte des pertes considérables, on pourra transporter 100 000 kVA environ à la tension de 150 kV.

La centrale de Mörel est reliée d'autre part au réseau de la S. A. pour l'Industrie de l'Aluminium, qui est alimenté à une tension de 65 kV. Elle est actuellement équipée avec un transformateur de 50 000 kVA, composé de trois unités monophasées, réglable dans de larges limites, afin de pouvoir compenser la chute de tension relativement élevée.

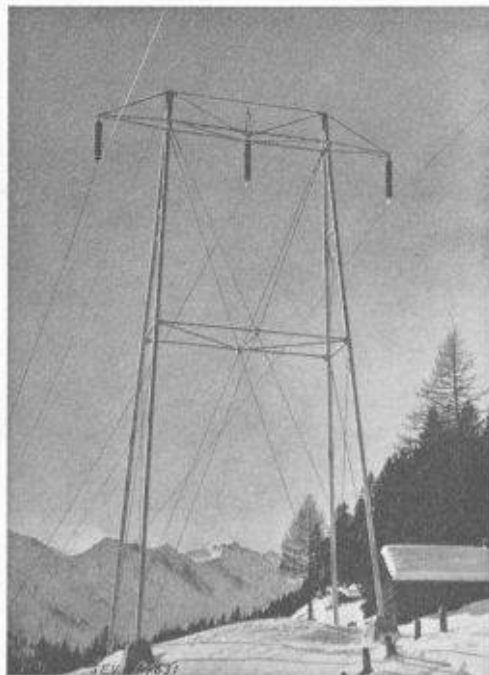


Fig. 7. — Pylône d'alignement en treillis porteurs formés de tubes d'acier remplis de béton.



Fig. 6. — Pylône en treillis métallique, près du col du Nufenen.

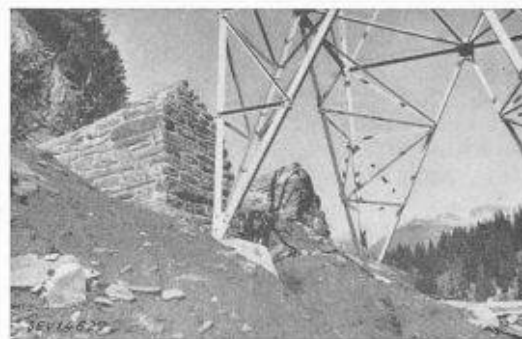


Fig. 8. — Mur de protection, type petit.

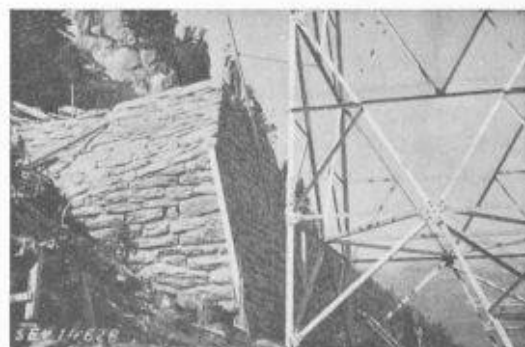


Fig. 9. — Mur de protection, type grand.

C. Câble de terre

Dans le but d'assurer une bonne protection contre la foudre, très dangereuse surtout en haute montagne, on a pourvu la ligne de deux câbles de terre en acier galvanisé, avec une résistance minimum à la rupture de 120 kg/mm².

Tandis que dans le tronçon en vallée des cordes de 50 mm² de section ont été utilisées, la section a été établie en haute montagne en fonction des surcharges de neige, comme suit :

80 mm ² pour 3 kg/m.
100 mm ² pour 5 kg/m.
120 mm ² pour 8 et 12 kg/m.

Les sollicitations admises sont indiquées dans le tableau suivant :

Tronçon	Section mm ²	Sollicitations ¹	
		max. kg/mm ²	de pose kg/mm ²
1	50	65	30
2	80	60	18,6 — 24,25
	100	60 — 67,5	22,1 — 10,65
	120	60 — 50	7,35 — 10

¹ Variables en fonction de la portée moyenne entre deux ancrages.

Aux pylônes d'alignement, les câbles de terre ont été forcés entre trois boulons de retenue, tandis qu'aux pylônes d'ancrage on a utilisé des pinces d'amarrage, auxquelles on a ajouté, dans le tronçon en haute montagne, un dispositif de sûreté contre tout glissement éventuel. La région du Nufenen étant très sujette aux orages, la distance entre conducteurs et câbles de terre a été augmentée de 2,8 m en vallée à 5 m, afin d'obtenir une meilleure protection de la ligne.

D. Isolateurs

Dans le tronçon en vallée, les chaînes d'isolateurs ont été formées par des éléments capot et tige de la C¹e Générale d'Electro-Céramique, Bazet, type CT 254, dont les valeurs principales de garantie sont les suivantes (entre parenthèse les valeurs d'essais) :

Résistance à la rupture	9 t
Charge de rupture électromécanique	7 t à 70 kV (9,15-10,9 t)
Perforation sous huile	120 kV (124 kV)
Décharge à sec	77 kV (85 kV)
Décharge à l'humidité	46 kV (52 kV)

En haute montagne, par contre, les chaînes d'isolateurs ont été formées par des éléments Motor type Vk4.

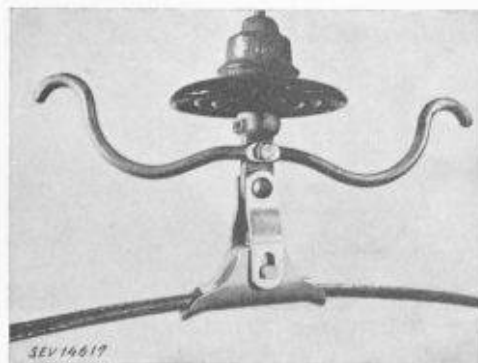


Fig. 11. — Pince de suspension.

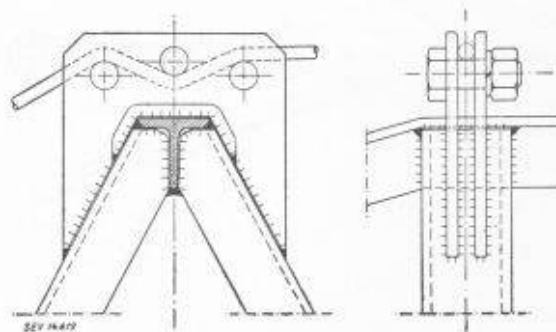


Fig. 10. — Fixation du câble de terre aux pylônes d'alignement. Echelle 1 : 5.

Le nombre des isolateurs a été fixé comme suit :

Tronçon	Chaîne	
	suspension	ancrage
Vallée, type CT 254. . .	10	11 (chaînes simples)
Montagne, type Vk4 . . .	4	2 × 4 } (chaînes doubles)
jusqu'à 1900 m	5	2 × 5 }
au-dessus de 1900 m . .		

E. Pincés et joints

Toutes les pièces intéressant l'équipement des chaînes (en particulier les pincés de suspension et d'ancrage, ainsi que les joints) ont été spécialement étudiées par la S. A. pour l'Industrie de l'Aluminium afin de créer un équipement convenant parfaitement aux conducteurs en métal léger.

On a ainsi réalisé une pince de suspension légère, extrêmement mobile, et qui exerce une compression uniforme sur le conducteur. Cette pince répond pleinement aux conditions nécessaires et suffisantes pour une exploitation exempte de tous méfaits provenant des vibrations ¹.

La pince d'ancrage a été conçue de façon à servir uniquement à la fonction mécanique, la dérivation électrique devant

¹ « Note récapitulative sur l'état actuel des vibrations de conducteurs et des moyens pour en éliminer les méfaits », Preiswerk-Dassetto, Bulletin A. S. E., juin 1946, n° 14.

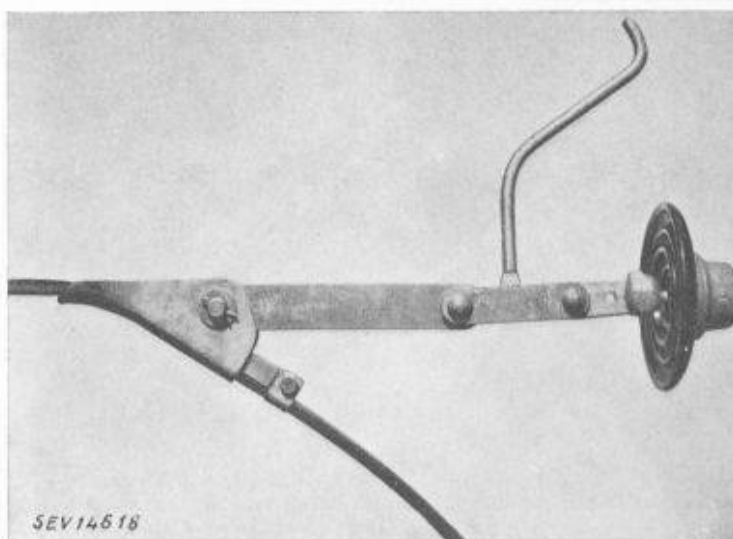


Fig. 12. — Pince d'ancrage pour conducteurs en aluminium et en Aldrey.

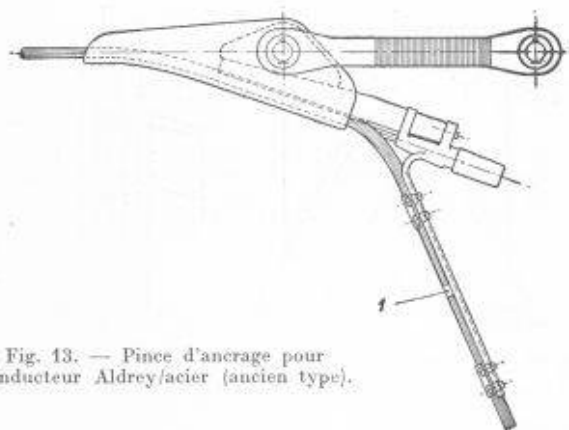


Fig. 13. — Pince d'ancrage pour conducteur Aldrey/acier (ancien type).

être exécutée en dehors de la pince. Elle n'oblige pas à couper le conducteur qui la traverse et qui y est fixé au moyen d'un coin de construction convenable. Il n'y a donc point de passage de courant électrique par contact, la jonction des extrémités des conducteurs s'effectuant séparément, selon le cas dans la bretelle ou le long de la portée.

Pour le tronçon en haute montagne, équipé avec des conducteurs bimétalliques, et dans le but d'empêcher tout glissement réciproque des composants, on a utilisé une variante de la pince normale, en amarrant séparément l'âme en acier. Toutefois, un perfectionnement ultérieur de cette pince a conduit à une solution plus simple, qui, tout en éliminant la possibilité de glissements, assure à la pince une résistance à la rupture supérieure à celle du conducteur lui-même.

Pour l'exécution des joints, on a adopté le procédé « Alutherm » qui permet, sans recourir au courant électrique ou à la flamme et à des fondants, de souder très rapidement et d'une façon parfaite les conducteurs homogènes ou bimétalliques en métal léger, en assurant à la jonction une conductivité supérieure à celle du conducteur lui-même.

Toutefois, le métal étant recuit, la résistance à la rupture des parties soudées est plus faible. Les soudures simples ne peuvent donc être appliquées qu'aux endroits où l'effort mécanique est très petit, par exemple dans les bretelles. En présence d'efforts mécaniques importants, comme par exemple le long des portées, la dite soudure a été renforcée par des joints tubulaires, d'une application très simple et

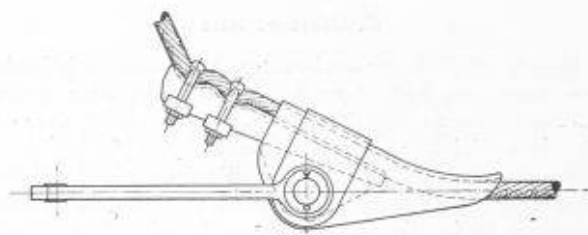


Fig. 14. — Pince d'ancrage pour conducteurs bimétalliques (nouveau type).

dont les dimensions sont calculées pour que le tube extérieur, qui supporte la contrainte totale, n'atteigne sa limite élastique que sous une charge égale à la charge de rupture du conducteur. Par conséquent, le câble ne subit qu'un allongement minime à l'intérieur du joint : la soudure est ainsi protégée contre la rupture et la jonction électrique reste intacte.

F. Transports et montage

Les difficultés de transport, surtout sur le tronçon en haute montagne, ont été considérables.

Par exemple, entre Ulrichen et la vallée de l'Aegina, il n'existait, au commencement des travaux, qu'un chemin muletier. Etant donné l'urgence des travaux, due à la courte durée du beau temps, et considérant l'importance des transports à effectuer et le terrain défavorable à l'installation d'un téléphérique, on a employé entre Ulrichen et Hohsand (5 km à vol d'oiseau et 600 m de dénivellation) un tracteur avec remorque, en élargissant le chemin de 1,6-2 m à 2-2,2 m. Entre Ladstäg et le col du Nufenen on a, par contre, installé un téléphérique. Dans le but de réduire le volume des transports, on a utilisé avec succès, du sable et du gravier provenant directement de la vallée de l'Aegina.

Il est intéressant de relever que, surtout à cause des difficultés de transport, les tourets des conducteurs et des câbles de terre n'ont pas pu être placés, pour le tout dernier tronçon, au sommet du col du Nufenen. Ces tourets ont été placés quelques pylônes plus bas et les câbles amenés vers le haut moyennant un treuil de tirage démontable, monté au sommet du col même.

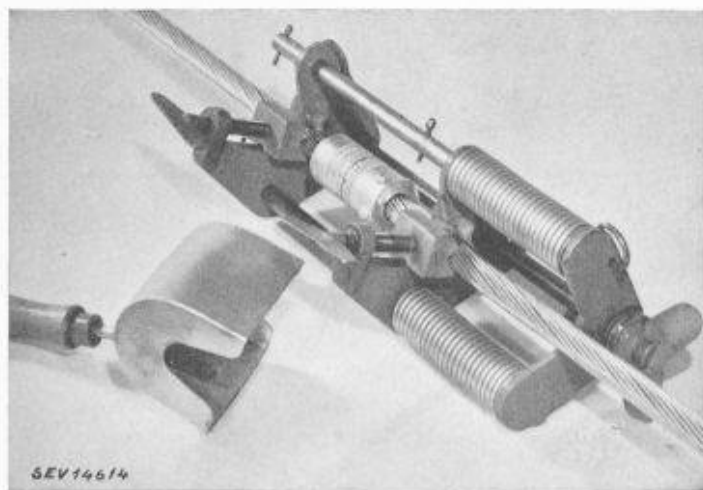


Fig. 15. — Appareil de refoulement prêt pour l'exécution d'une soudure selon le procédé « Alutherm ».

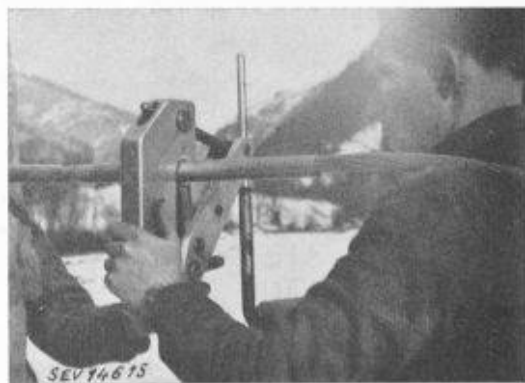


Fig. 16. — Renforcement d'une soudure « Alutherm » par joint tubulaire — Encochage avec presse à main.

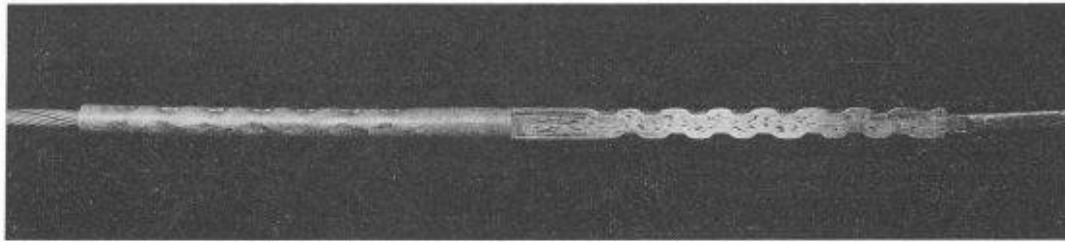


Fig. 17. — Vue d'ensemble d'un joint tubulaire monté (coupé partiellement).

G. Coût de la ligne

Dans le tableau qui suit sont indiquées, en pour-cent, les dépenses faites pour la réalisation de la partie valaisanne de la ligne. Une comparaison directe entre les deux tronçons en haute montagne et en vallée n'est pas possible, car il s'agit de deux réalisations totalement différentes. Il en ressort, toutefois, que la somme de travail requise par le premier est bien supérieure à celle demandée par le second et que, d'autre part, la partie intéressant les pylônes est presque équivalente pour les deux tronçons.

Le rapport des dépenses effectives par km de ligne entre les tronçons en vallée et en haute montagne est de 1 : 3,5.

Pour la construction et l'équipement de cette remarquable ligne de haute montagne, on a étudié et adopté des éléments constitutifs convenant aux caractéristiques particulières de chaque tronçon. A ce titre, il faut rappeler tout spécialement les différentes constructions de pylônes et l'emploi échelonné de câbles en aluminium pur, en Aldrey et en Aldrey/acier. Un soin tout particulier a été voué au choix de pinces de suspension convenables, mobiles et très légères, ainsi qu'aux pinces d'ancrage. Pour ces dernières et pour les joints, on a adopté le principe de la séparation des fonctions mécanique et électrique réalisé par le procédé de soudage « Alutherm », qui, tout en assurant la continuité électrique du conducteur d'un bout de la ligne à l'autre, a permis d'éliminer tout passage de courant par contact.

Les méthodes de montage adoptées représentent en définitive la valorisation des résultats d'observations faites depuis une vingtaine d'années sur de nombreuses lignes

électriques équipées avec des câbles légers, afin de donner à l'exploitation la plus grande sûreté possible.

Répartition des dépenses en %

Tronçon en haute montagne			Tronçon en vallée		
Travail	Projets, mesures . .	1,3	Projets, mesures . .	2,5	
	Abris et autres . . .	2,9	Dédommagements . .	4,7	
	Déroulage, tirage et réglage (conducteurs et câbles de terre) .	2,9	Déroulage, tirage et réglage (conducteurs et câbles de terre) .	6,1	
	Montage des pylônes	6,2	Montage des pylônes	6,6	
	Creusage, fondations, déchargements, transports	20,3	Creusage, fondations, ainsi que les protections	11,0	
	Protections contre les avalanches	11,2	Déchargements, transports	7,1	
		13,5			
Matériel	Appareillage, mises à la terre, etc. . . .	2,6	Appareillage, mises à la terre, etc. . . .	2,9	
	Isolateurs	2,7	Isolateurs	7,2	
	Conducteurs, câbles de terre . .	6,2	Conducteurs, câbles de terre . .	18,5	
	Pylônes en treillis métalliques	30,2	Pylônes	Parties en fer des poteaux en bois	6,4
				Poteaux en bois . . .	9,8
				Pylônes en treillis métalliques . .	17,2
					33,4
Ligne finie			100,0	Ligne finie	

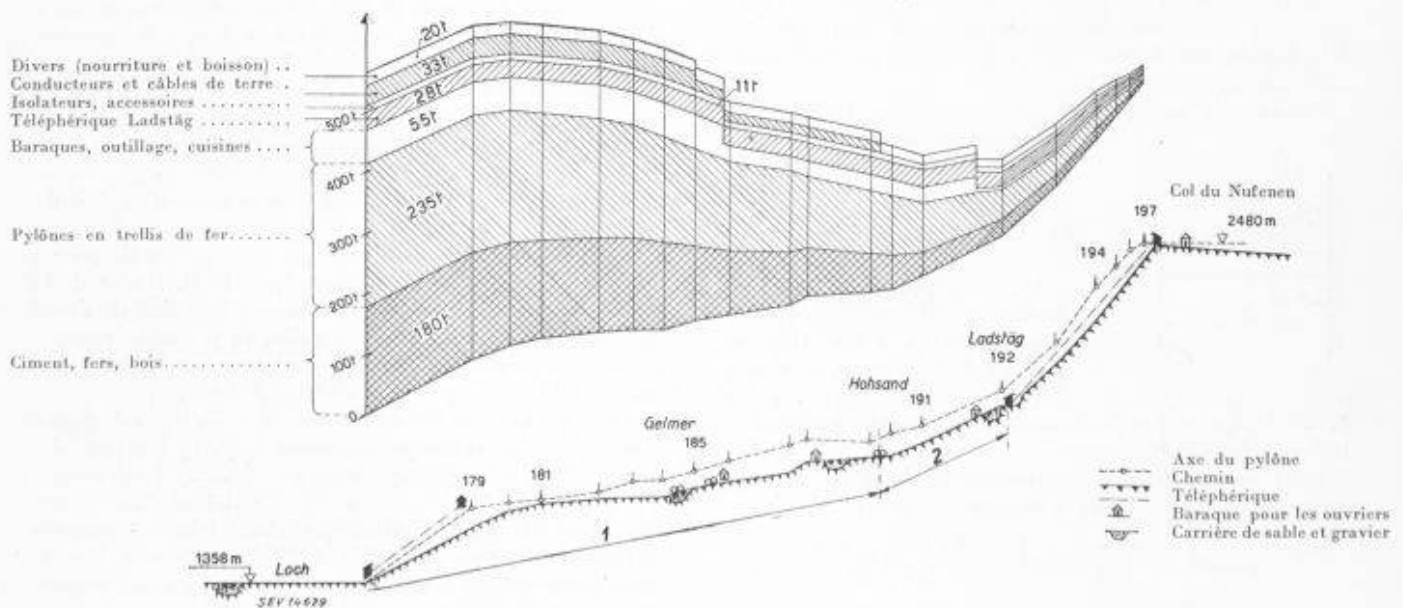


Fig. 18. — Représentation graphique des transports effectués sur le tronçon en haute montagne.
1 : avec tracteur — 2 : à dos de mulet.