

Les charpentes métalliques des stations de transformation en plein air

Autor(en): **Bergier, P.**

Objektyp: **Article**

Zeitschrift: **Bulletin technique de la Suisse romande**

Band (Jahr): **86 (1960)**

Heft 5: **Construction métallique**

PDF erstellt am: **22.07.2024**

Persistenter Link: <https://doi.org/10.5169/seals-64470>

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.

dans la qualité de la construction. Nous avons déjà relevé que la technique de mise en œuvre adoptée assurait un degré de sécurité à la fissuration élevée. Par ailleurs, le degré de finition des parements des éléments de façades, refends et planchers et la précision obtenue par la nature des assemblages réduit considérablement l'importance des finitions raccords et rattrapage d'erreurs qui grèvent le prix d'une construction traditionnelle. L'insonorisation aux sons aériens s'est révélée spécifiquement bonne.

La précision obtenue permet la réalisation d'une préfabrication intéressante des installations électriques, du chauffage et du sanitaire. Par ailleurs, les cadres des menuiseries peuvent être mis en place au stade de la fabrication. Là encore, on peut lutter efficacement contre les brochages, rhabillages qui interviennent systématiquement dans la construction traditionnelle.

L'économie de main-d'œuvre est très élevée. Le

gain de prix important qui en résulte est partiellement compensé par l'augmentation du coût des matériaux qui assure comme nous l'avons vu une qualité supérieure de la construction et par le coût des installations de chantier qui diminuera en fonction de l'importance des réalisations. De toute façon, cette économie apporte une solution efficace à la pénurie de main-d'œuvre spécialisée qui handicape fortement actuellement nos entreprises de maçonnerie ; elle permet, d'autre part, de réaliser un gain important sur les délais, ceci d'autant plus que la fabrication des pièces précède ou débute parallèlement aux travaux de fondations.

Amélioration du plan, augmentation de la qualité et de la précision des constructions, gains possibles sur le gros œuvre et le second œuvre, diminution des délais et par là des intérêts intercalaires, tels sont les avantages qui peuvent être légitimement attendus de cette nouvelle application de la construction mixte acier-béton dans le domaine du bâtiment locatif.

624.94 = 621.311.4

LES CHARPENTES MÉTALLIQUES DES STATIONS DE TRANSFORMATION EN PLEIN AIR

par P. BERGIER, ingénieur EPUL, fondé de pouvoirs aux Ateliers Giovanola Frères S. A., Monthey.

L'amarrage des câbles des lignes électriques à haute tension en leur point de départ que sont les postes de couplage et de transformation, pose au constructeur de la charpente toujours le même problème : réaliser des éléments capables de supporter des efforts de flexion et de cisaillement dans deux plans perpendiculaires.

Les jogs d'arrêt sont en effet sollicités par des forces horizontales (traction des câbles et vent) et par des charges verticales (poids des câbles, poids des appareils et des chaînes d'isolateurs, neige, poids propre des jogs).

Les premières lignes de transport ayant été construites pour des tensions relativement peu élevées, il était facile de réaliser des éléments de charpente en fers profilés simples, car les écartements des conducteurs et par conséquent la portée des jogs n'étaient pas considérables. Les profilés à larges ailes parallèles furent ainsi fréquemment employés en plaçant leurs âmes dans le plan horizontal, de façon à développer leur plus grande résistance pour absorber les efforts dus à la traction des câbles, tout en présentant encore dans l'autre sens une résistance suffisante pour absorber les efforts dus aux charges verticales. Ces profilés sont encore d'un usage courant dans les postes à 60 kV, lorsque les portées n'excèdent pas 6 à 7 m.

Mai, soumis à la pression combinée de la concurrence et des électriciens qui augmentaient les tensions et par conséquent l'écartement des câbles et les charges statiques, les constructeurs s'orientèrent rapidement vers des profils composés, permettant de résister à des charges plus fortes sur des portées plus longues avec un moindre poids d'acier.

Les premières solutions de ce genre furent alors des jogs et des pylônes comportant quatre faces à treillis. Au temps de la rivure, c'était évidemment la solution logique et par ailleurs la seule possible.

Malheureusement, il était difficile d'obtenir une protection antirouille efficace de ce genre de construction, qui présentait de nombreuses surfaces de recouvrement et qui était hérissée de têtes de rivets et de fourrures, tous endroits favorisant la formation de la rouille.

Fort heureusement, l'avènement de la soudure et l'emploi de plus en plus répandu de tôles pliées ou

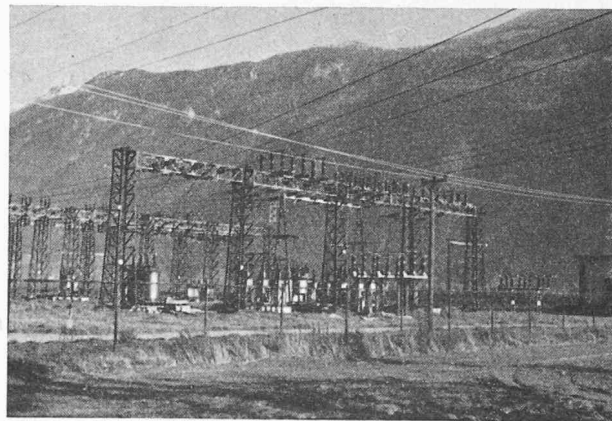


Fig. 1. — Vorziers, 1929. Portées max., $l = 8$ et 9 m.
Efforts de traction par câble au départ des lignes,
 $H = 3$ t.
Poids d'acier au m^2 , $k_2 = 32$ kg/m^2 .
Tension, $T = 65$ kV.

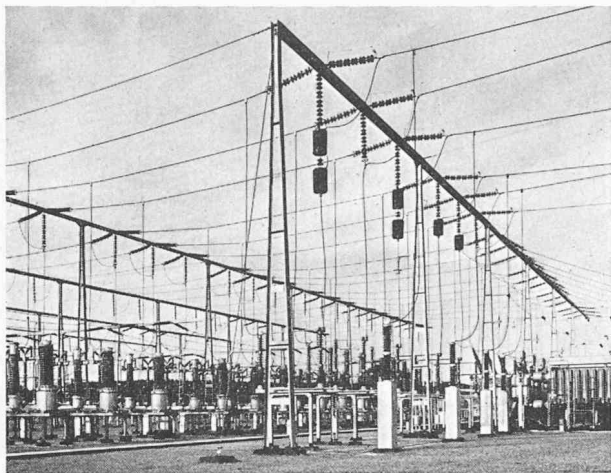


Photo Pfeiffer, Lucerne.

Fig. 2. — Mettlen, 1939-1959. $l = 15$ m; $H = 2,5$ t; $k_2 = 25,6$ kg/m²; $T = 150/220$ kV.

roulées ont permis aux différents constructeurs de rivaliser d'imagination et de projeter des charpentes d'allures sobres et modernes répondant à toutes les exigences.

Nous nous proposons de placer sous les yeux du lecteur une série de photos évoquant les différentes solutions adoptées, puis nous terminerons par une description plus détaillée de la station de Chamoston, qui transforme et distribue l'énergie produite par l'usine de Nendaz de la Grande Dixence et qui est déjà partiellement en service.

Nous avons limité notre choix à une série de sept charpentes différentes, placées dans l'ordre chronologique. Pour chacune d'elles nous indiquons, sous la figure, les données principales ainsi que le poids d'acier au m² (k_2). On remarque que plus les tensions s'élèvent, plus le coefficient k_2 diminue, ce qui s'explique par le fait que l'on a de grandes surfaces et que les éléments

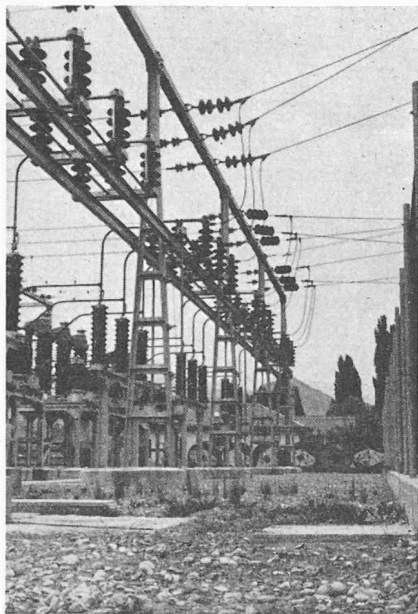


Fig. 4. — Sion, 1954. $l = 7$ m; $H = 3$ t; $k_2 = 28,6$ kg/m²; $T = 65$ kV.

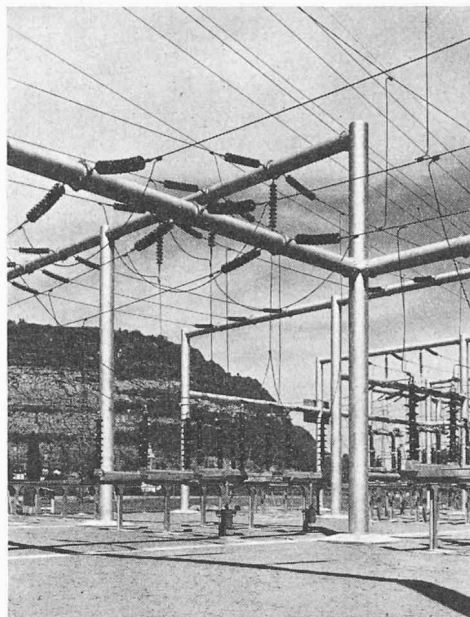


Photo Belalp, Lausanne.

Fig. 3. — Lavey, 1949. $l = 13$ m; $H = 2,5$ t; $k_2 = 15,9$ kg/m²; $T = 65/135$ kV.

porteurs sont réalisés à l'aide de profils assemblés et non de profilés simples.

Il ne faut donc comparer entre eux que les coefficients k_2 des stations construites pour une même tension (par exemple 220 kV).

a) *Sous-station des Vorziers*, près de Martigny (E.O.S.). Figure 1.

Cette construction à treillis date de 1929. Son aspect ne correspond plus guère aux critères esthétiques actuels, les diagonales multiples créant une impression de fouillis.

b) *Poste de couplage de Mettlen (ATEL)*, 150/220 kV. Figure 2.

Construction réalisée en plusieurs étapes, de 1939 à 1959. Les jougs sont formés de fers U reliés par des diaphragmes. Les poteaux travaillent comme console parallèlement aux câbles et comme montants de cadres multiples dans le sens perpendiculaire. Ils sont formés d'un DIN ouvert ou de deux fers U, les arbalétriers étant reliés par des entretoises horizontales. Le parti adopté confère à l'ensemble un aspect net et léger.

c) *Poste extérieur de l'Usine de Lavey (S.E.L.)*, 150 kV. Figure 3.

On a cherché ici à exploiter au mieux les avantages de la construction tubulaire, solution technique idéale lorsque les efforts agissent dans deux ou plusieurs plans simultanément. L'économie de poids est sensible, les tôles n'ayant que quelques millimètres d'épaisseur. Les joints à brides boulonnés sont étanches, ce qui permet de réduire à un minimum la protection anti-rouille intérieure.

d) *Sous-station de transformation des S. I., Sion*. Figure 4.

Cette petite charpente à 60 kV est réalisée en profilés à larges ailes. Les poteaux sont du même type que ceux de Mettlen. Les sectionneurs sont placés sur des sup-

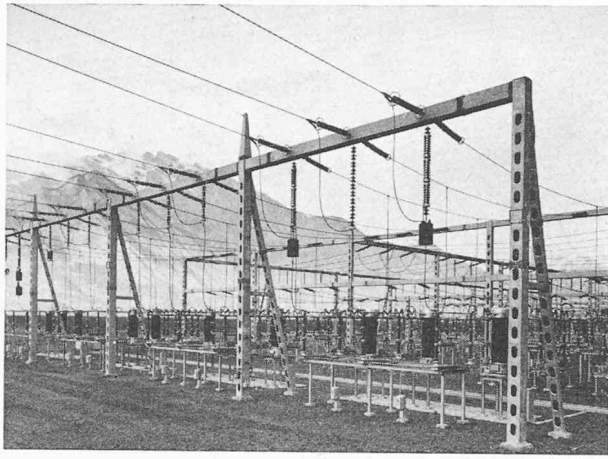


Photo Vulliemin et Dorsaz, Lausanne.

Fig. 5. — Riddes, 1955. $l = 17,50$ m ; $H = 5$ t ;
 $k_2 = 12,3$ kg/m² ; $T = 220$ kV.

ports s'appuyant directement sur les poteaux de la charpente principale.

e) Poste extérieur à 220 kV de l'Usine de Riddes (F.M.M.). Figures 5 et 6.

L'idée de base était de concevoir un système de construction alliant les avantages économiques de la solution adoptée à Lavey, tout en améliorant son aspect. La charpente est formée de tôles pliées dans lesquelles sont préalablement poinçonnés des trous à rebords emboutis, puis soudées longitudinalement et transversalement, de façon à former un tube carré de 500 mm de côté. Les tôles n'ayant qu'une épaisseur de 4 à 8 mm, on arrive à un poids d'acier assez faible, bien que la réduction soit inférieure à ce que l'on pourrait obtenir à l'aide de tubes ronds.

Les trous ovales donnent à la charpente une grande légèreté d'allure.

f) Poste extérieur de l'Usine de Vissoie, 65 kV (Gougra). Figure 7.

Vu leur portée réduite, les jous sont réalisés en pro-

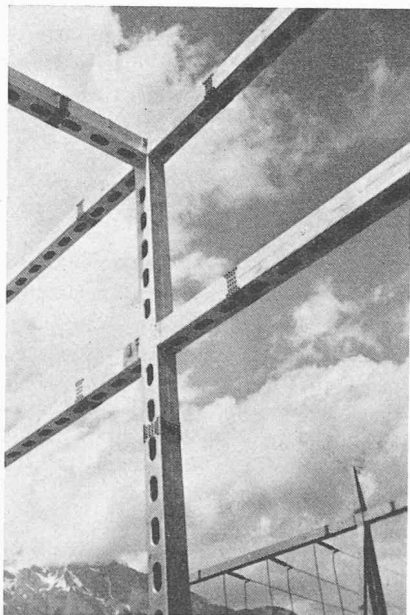


Fig. 6. — Riddes : détails d'assemblage.

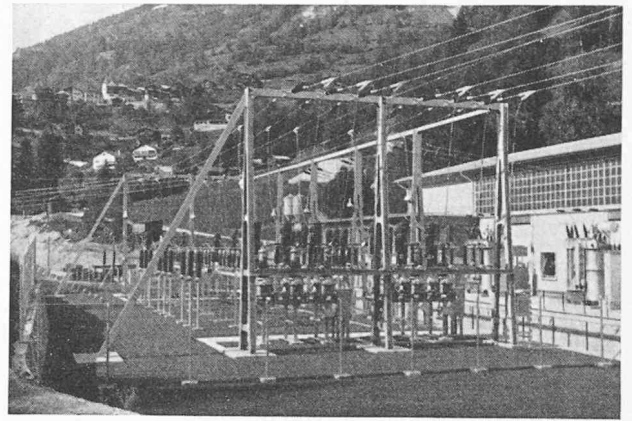


Fig. 7. — Vissoie, 1957. $l = 7$ m ; $H = 3$ t ; $k_2 = 36$ kg/m² ;
 $T = 65$ kV.

filés à larges ailes. Les poteaux sont formés de deux DIN ouverts en forme de A. Les efforts dus aux départs fortement obliques des câbles sont repris par deux contrefiches inclinées.

Il ne nous est pas possible de reproduire ici tous les genres de constructions réalisés ou simplement conçus, le matériau acier se prêtant aisément à un très grand nombre de solutions. Signalons simplement tout l'intérêt technique que présentent les poutres à trois membrures tubulaires ou l'application de la précontrainte aux poteaux encastrés sans contrefiche, soumis à une charge horizontale s'appliquant à leur sommet.

Enfin, quelques mots sur la station de Chamoson. Il s'agit ici d'un poste de transformation à 220 kV distribuant l'énergie produite par l'usine de Nendaz de Grande Dixence S.A. aux différents réseaux suisses. Ses dimensions en plan et l'importance des échanges de courants en feront la plus grande station de Suisse.

Les portées des jous varient de 16,50 à 22,50 m, les efforts de traction par câbles sont de 1 t à l'intérieur de la station et de 5 t pour les départs de lignes. La hauteur normale des pylônes est de 11,75 m, cependant certains pylônes atteignent 15,50 m. Des joints de dilatation sont prévus toutes les quatre travées environ.

Les essais effectués par notre entreprise sur les jous des stations de Riddes et de Fionnay des F.M.M. (voir *Schweizerische Bauzeitung* du 18 août 1956) avaient démontré l'intérêt que représentaient les bords emboutis

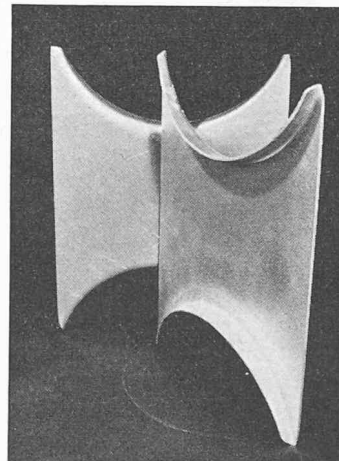


Fig. 8. — Chamoson :
diaphragmes pour les
jous.

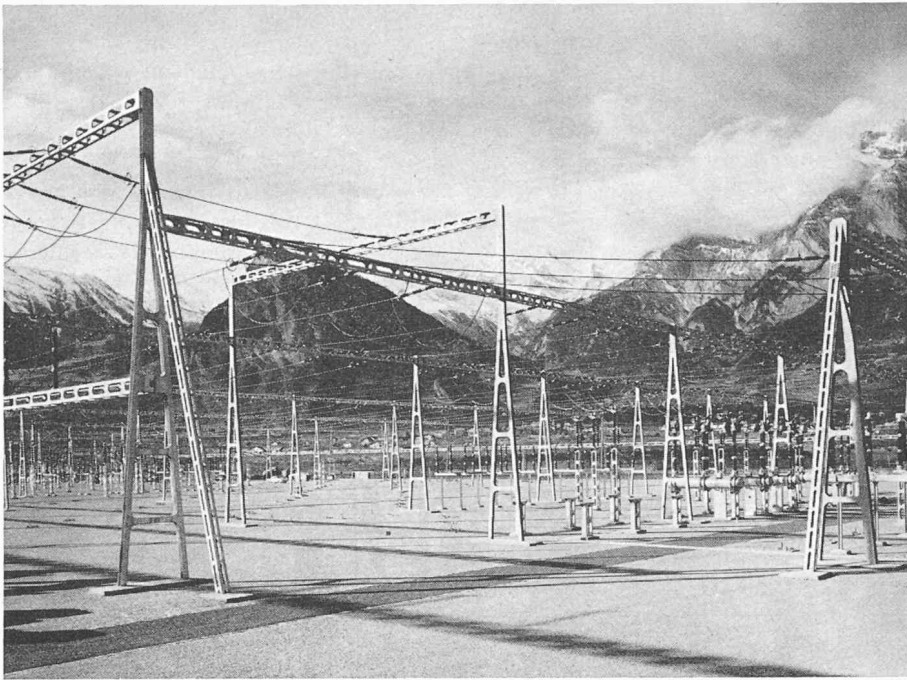


Fig. 9. — Chamoson, 1959.

$l = 17$ à 21 m ; $H = 5$ t ;
 $k_2 = 12,8$ kg/m² ; $T = 220$ kV.

Photos Vulliemin et Dorsaz, Lausanne.

des trous ovales pour augmenter la rigidité des surfaces. Mais le système de tôles pliées ne permettait pas d'emboutir les tôles sur plus de deux faces. Nous avons donc cherché une autre solution, permettant d'obtenir de grandes ouvertures sur chacune des faces des jougs, donnant ainsi à la construction encore une plus grande légèreté d'aspect, tout en conservant la même rigidité pour les éléments porteurs horizontaux.

Nous avons ainsi été amenés à créer les diaphragmes du type représenté sur la figure 8, qui relient entre elles les quatre membrures en fers cornières des jougs. Ces diaphragmes sont emboutis et découpés à la presse en grande série.

Chaque face du joug forme ainsi une poutre Vierendeel. L'écartement des panneaux peut être varié de

façon à s'adapter au mieux aux efforts. C'est ainsi que les diaphragmes sont plus serrés à l'extérieur des câbles, zone où les efforts tranchants sont maximums.

Des raidissements intérieurs sont fixés au point d'amarrage des câbles. Les extrémités des jougs sont effilées de façon à s'adapter à la largeur des pylônes. Les attaches boulonnées sont entièrement dissimulées à l'intérieur des jougs.

Ceux-ci ont été plongés en une pièce dans les bacs de zingage. Grâce à leur symétrie, les déformations fréquemment observées lors de la galvanisation à chaud n'ont pas été importantes.

Pour les jougs ayant à supporter les fortes tractions des lignes de départ, nous avons fabriqué des diaphragmes plus larges, permettant un écartement plus

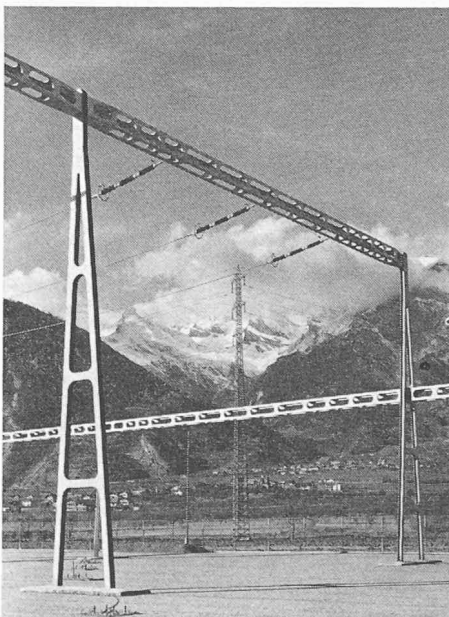


Fig. 10. — Chamoson : pylônes.

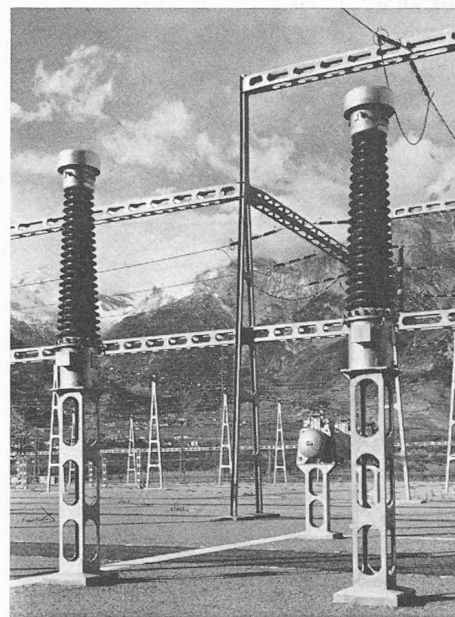


Fig. 11. — Chamoson : supports d'appareils.

grand des membrures. Les jougs de départ sont encore l'objet de fortes tractions ou compressions dues à la traction oblique des câbles.

Ces efforts obliques sont absorbés par des contrefiches (voir fig. 9). Les pylônes sont tous formés de deux fers DIN ou DIE formant entre eux un angle constant de 90°. Des entretoises en tôles pliées sont destinées à empêcher le flambage des montants. Ces entretoises sont reliées aux montants par des diaphragmes soudés et emboutis, rappelant la forme des diaphragmes des jougs. Chaque rangée comporte au moins une contrefiche ou un pylône placé perpendiculairement aux autres, de façon à assurer une bonne stabilité à l'ensemble. Les pylônes sont calculés comme des consoles encastrées dans le sens parallèle aux câbles. Il n'est pas tenu compte d'un effet de cadre, afin de simplifier les attaches.

Tous les appareils sont montés sur de petits supports construits avec les mêmes diaphragmes que les jougs,

ce qui confère une grande unité à l'ensemble de la construction.

Le montage a été effectué rapidement à l'aide d'une grue automobile en trois étapes principales et n'a donné lieu à aucune difficulté majeure (fig. 9, 10 et 11).

Les photos ci-contre montrent que l'on est arrivé à une construction d'aspect très léger et très satisfaisant. L'introduction récente sur le marché de cornières à ailes minces permettra encore une amélioration, en ce sens que l'on pourra construire des jougs d'aspect extérieur absolument semblables mais avec des épaisseurs de cornières variant par exemple de 4 à 11 mm, suivant les charges et les portées.

Signalons encore, pour terminer, qu'un tel genre de construction pourra parfaitement s'adapter aux portées de 25 à 30 m qu'exigeront les électriciens lorsqu'on se mettra à construire des réseaux à 380 kV ou davantage.

72514 (494.45)

CONSTRUCTION D'UNE USINE A ÉCUBLENS

par J.-Cl. PIGUET et R. HOFER, ingénieurs civils S.I.A.

La Société Anonyme des Plieuses Automatiques, à Lausanne, SAPAL, dont l'activité consiste en l'étude et la fabrication de machines d'emballage de produits manufacturés, cherchait depuis plusieurs années une possibilité pour l'extension de son usine. Les locaux dont elle dispose à Lausanne étaient en effet devenus trop exigus et ne se prêtaient plus à un quelconque agrandissement. Dans ces conditions, elle procéda à l'achat d'un terrain à Ecublens et chargea MM. P. Bonnard et F. Brugger, architectes à Lausanne, d'étudier un projet de construction d'une nouvelle usine, en collaboration avec la Direction de la SAPAL.

La considération des besoins actuels et futurs de cette industrie amena les architectes à concevoir la construction en plusieurs étapes. A ce jour, la première étape est terminée et comprend :

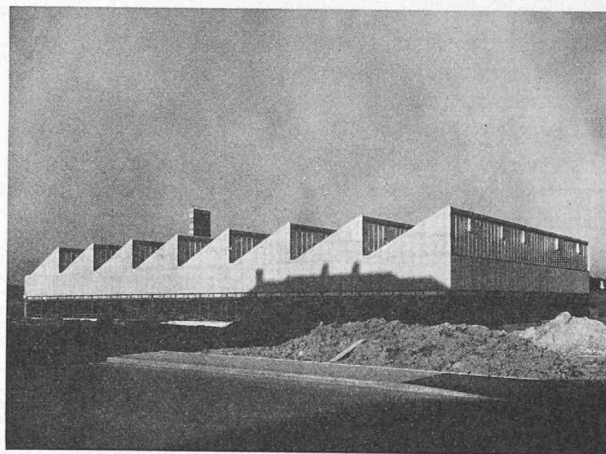


Fig. 1. — Vue générale de l'usine.

Photo Vulliemini.

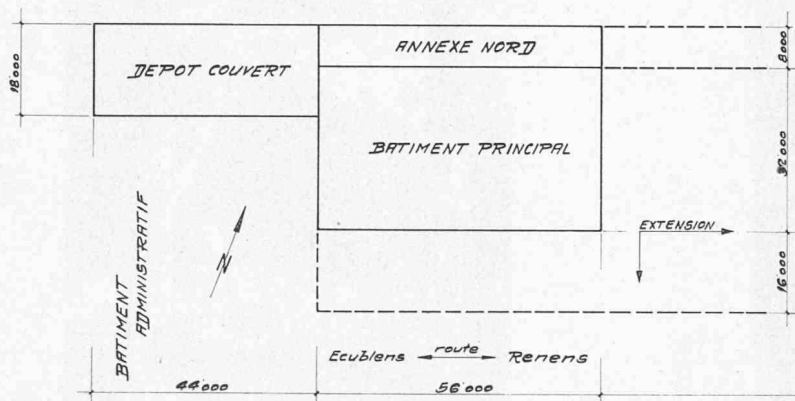


Fig. 2. — Plan de situation.

- un bâtiment principal de $56 \times 32 \text{ m}^2$ abritant une halle de fabrication de même surface au rez-de-chaussée; des entrepôts de $56 \times 16 \text{ m}^2$ au sous-sol;
- un bâtiment annexe au nord, de $56 \times 8 \text{ m}^2$, comprenant un rez-de-chaussée et un sous-sol et abritant divers locaux nécessaires à l'exploitation, tels que vestiaires, douches, bureaux d'exploitation et ateliers divers;
- un dépôt couvert à l'ouest, au niveau du rez-de-chaussée, servant à la manutention et à l'expédition.

L'infrastructure, soit sous-sol, dalle sur sous-sol et sur terre-plein, le bâtiment annexe et le dépôt couvert,