Zeitschrift: Bulletin technique de la Suisse romande

Band: 65 (1939)

Heft: 9

Artikel: Les constructions métalliques à l'Exposition nationale suisse de Zurich, en 1939

Autor: Zwahlen, J.

DOI: https://doi.org/10.5169/seals-49992

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften auf E-Periodica. 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. Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen sowie auf Social Media-Kanälen oder Webseiten ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. Mehr erfahren

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. La reproduction d'images dans des publications imprimées ou en ligne ainsi que sur des canaux de médias sociaux ou des sites web n'est autorisée qu'avec l'accord préalable des détenteurs des droits. En savoir plus

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. Publishing images in print and online publications, as well as on social media channels or websites, is only permitted with the prior consent of the rights holders. Find out more

Download PDF: 08.07.2025

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

65e année — 6 mai 1939 — N° 9

BULLETIN TECHNIQUE
DE LA SUISSE ROMANDE

ABONNEMENTS :
Suisse : 1 an, 12 francs
Etranger : 14 francs
Pour sociétaires :
Suisse : 1 an, 10 francs
Etranger : 12 francs
Prix du numéro :
75 centimes.
Pour les abonnements s'adresser à la librairie F. Rouge & Cie, à Lausanne.

Paraissant tous les 15 jours

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 d'ingénieurs 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 : M. Imer, à Genève ; secrétaire : J. Calame, ingénieur, à Genève. Membres : *Fribourg :* MM. L. Hertling, architecte ; A. Rossier, ingénieur ; *Vaud :* MM. F. Chenaux, ingénieur ; E. Elskes, ingénieur ; Epitaux, architecte ; E. Jost, architecte ; A. Paris, ingénieur ; Ch. Thévenaz, architecte ; *Genève :* MM. L. Archinard, ingénieur ; E. Odier, architecte ; Ch. Weibel, architecte ; *Neuchâtel :* MM. J. Béguin, architecte ; R. Guye, ingénieur ; A. Méan, ingénieur cantonal ; *Valais :* M. J. Dubuis, ingénieur, à Sion.

Rédaction : H. Demierre, ingénieur, 11, Avenue des Mousquetaires, La Tour-de-Peilz.

ANNONCES
Le millimètre sur 1 colonne, largeur 47 mm :
20 centimes.
Rabais pour annonces répétées.
Tarif spécial pour fractions de pages.
Régie des annonces :
Annonces Suisses S. A.
8, Rue Centrale (Pl. Pépinet)
Lausanne

CONSEIL D'ADMINISTRATION DE LA SOCIÉTÉ ANONYME DU BULLETIN TECHNIQUE
A. Dommer, ingénieur, président ; G. Epitaux, architecte ; M. Imer ; A. Stucky, ingénieur.

SOMMAIRE : *Les constructions métalliques à l'Exposition nationale suisse de Zurich, en 1939*, par J. Zwahlen, ingénieur, à Lausanne. — *Visite aux « Ateliers des Charmilles ».* — *Réflexions sur l'électrification des chemins de fer, à propos de certaines réalisations récentes.* — *Société suisse des ingénieurs et des architectes.* — Bibliographie. — Correspondance. — Service de placement. — Documentation.

Les constructions métalliques à l'Exposition nationale suisse de Zurich, en 1939

par J. ZWAHLEN, ingénieur, à Lausanne.

Le visiteur de l'Exposition nationale, à Zurich, qui ne s'arrêtera pas uniquement aux objets exposés, mais cherchera dans le complexe des constructions l'expression d'une activité nationale, ne manquera pas d'être frappé par la prédominance du bois en tant que matériau constituant les squelettes des pavillons, des halles, pont et passerelles, pour lesquels l'acier et le béton n'ont eu qu'à se partager la portion du parent pauvre.

Cet état de chose, qui ne correspond certes pas à l'importance relative de ces trois procédés de construction dans notre pays, trouve son explication en même temps que sa justification dans les raisons suivantes :

a) Il n'appartenait pas à une Exposition nationale de faire ressortir les avantages des procédés de construction basés sur l'utilisation d'un matériau que notre pays ne produit pas.

b) Le caractère provisoire des constructions envisagées constituait un obstacle insurmontable pour le béton armé et désavantageait l'acier au profit du bois. (Nous avons eu, ici même [1], l'occasion de traiter le cas d'une halle d'exposition démontable, où l'emploi de l'acier avait prévalu sur le bois, mais il s'agissait d'une construction destinée à être montée puis démontée chaque année et présentant de grandes portées, toutes conditions qui ne se retrouvent pas dans le cas qui nous occupe.)

c) La direction de l'Exposition avait admis, dès les premières transactions qu'elle eut avec des constructeurs, que toutes les constructions seraient reprises à la fin de l'Exposition par les maisons qui les auraient établies, sur la base suivante :

Frais supportés par l'Exposition nationale : 60 % du prix d'achat, plus frais de montage et démontage.

Les 40 % du coût d'établissement restaient donc à la charge du constructeur.

On comprendra facilement que, s'il est aisé de récupérer des pièces de bois (solives, poutres, etc.), il n'en est pas de même des divers éléments des constructions métalliques légères d'une halle d'exposition.

Pour tourner cette difficulté, il ne restait aux constructeurs qu'à proposer à la direction de l'Exposition des halles destinées à être réutilisées, dès 1940, sans grands changements, par de grandes entreprises industrielles ou éventuellement par la Confédération, qui les rachèteraient à un prix suffisant pour couvrir, outre les 40 % de leur valeur, les frais de transport et de remontage.

Les conditions défavorables que nous venons d'exposer ont réduit au nombre de 3 les constructions métalliques importantes qui figurent à l'Exposition et qui ont la mission de faire comprendre aux visiteurs à la fois l'importance dans notre pays de ce procédé de construction et les avantages qu'il présente.

[1] Voir *Bulletin Technique* du 10 septembre 1938, page 263. — *Réd.*

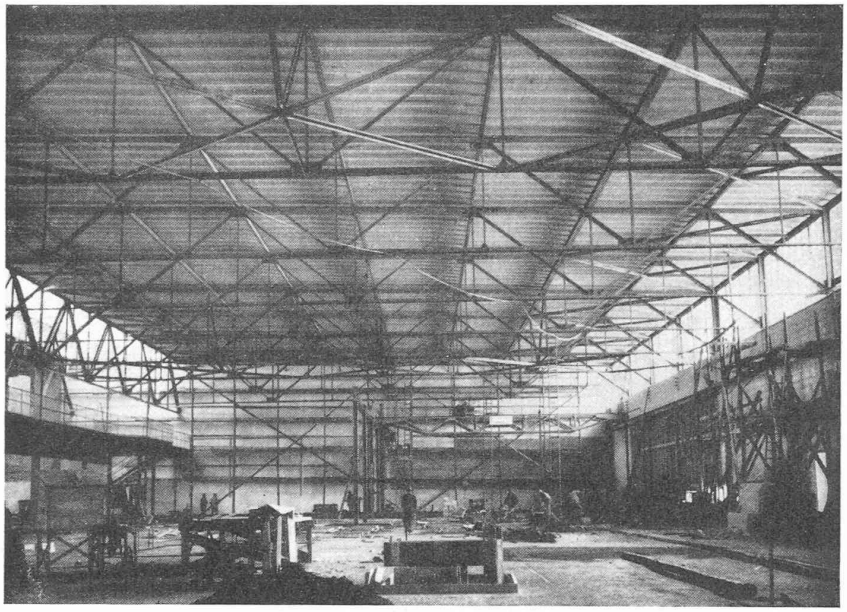

Fig. 1. — Halle « Fers, métaux, machines ».
Cette vue montre l'ossature de la halle d'aviation avec ses fermes de 29 m de portée. Tout à gauche, la première travée de 30,60 m de la grande poutre maîtresse sur la face des portes.

Halle « Fers — métaux — machines ».

La *Halle « Fers — métaux — machines »*, est une des plus grandes de l'Exposition. C'est elle qui fait le mieux ressortir l'influence sur la forme, résultant de l'obligation de prévoir la réutilisation des constructions proposées à l'Exposition. En effet, cette halle est constituée par la réunion de deux hangars d'avions, du type normalisé, admis par la Direction des Constructions fédérales pour l'aviation militaire, dont plusieurs existent déjà à Payerne et à Kloten, et dont les caractéristiques sont les suivantes :

longueur totale (entre axes colonnes ext.)	91,80 m
largeur.	29,92 »
hauteur libre sous l'entrait des fermes . .	7,80 »
hauteur maximum (en façade principale) .	11,25 »

La construction ne comporte aucune colonne en espace libre ; la toiture est en effet supportée par 8 pannes Cantilever *I NP 20* reposant sur des fermes de 29,92 m de portée, espacées de 7,65 m. Chacune de ces fermes repose, à l'une de ses extrémités, sur les colonnes constituant le pan de fer au fond de la halle et à l'autre extrémité sur une grande poutre maîtresse qui enjambe en 3 portées de 30,60 m la face principale, laquelle présente ainsi 3 ouvertures de portes de 30 m d'espace libre chacune (fig. 1 et 3).

Le calcul statique est basé sur les données suivantes :

Couverture (carton bitumé, sable)	45 kg/m²
Lambrissage et chevrons en bois	25 »
Neige	140 »

Les fermes ont été calculées comme cadres dont les béquilles sont les colonnes de la face du fond.

L'effet du vent se traduit par une pression de 80 kg/m² pour les surfaces frappées et par une aspiration de 40 kg/m² pour les surfaces opposées.

Les colonnes des parois transmettent les efforts du vent aux poutres horizontales, lesquelles sont disposées dans le plan de la toiture et s'appuient à leurs extrémités sur les parois de la construction.

Après avoir ainsi décrit une halle d'aviation, nous n'aurons pas à parler longtemps de la halle de l'Exposition.

La figure 2 montre en coupe la halle « Fers — Métaux et Machines ». Les deux hangars d'avions qui la composent sont placés de telle sorte que les deux faces des portes sont en regard l'une de l'autre, tout en restant espacées de 7,40 m. Pour les réunir et achever la

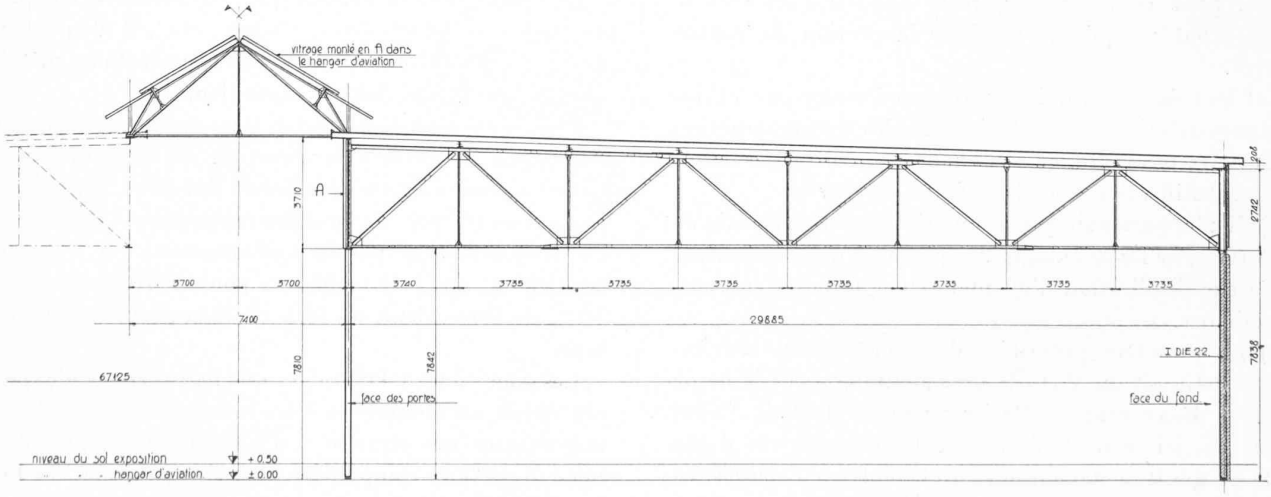

Fig. 2. — Halle « Fers, métaux, machines ».
Coupe transversale. On voit ici l'une des deux halles d'aviation et le lanterneau qui la réunit à la seconde qui lui est opposée.

construction, on a disposé un grand lanterneau, qui court sur toute la longueur et qui assure l'apport de lumière nécessaire (fig. 3).

Là encore, le souci d'économie a amené les constructeurs à prévoir ce lanterneau de telle manière que ses chevrons et pannes puissent être réutilisés sans grands changements pour constituer les grands vitrages qui seront montés au-dessus des trois portes dans les halles d'aviation.

Ainsi, malgré les difficultés techniques certaines, on a pu réaliser une halle de 92 m sur 67,17 m, ne comportant que 4 colonnes en espace libre et qui, si elle n'a pas l'élégance et l'envergure d'une construction conçue uniquement pour une exposition, n'en est pas moins un ouvrage fort bien réussi et qui répond entièrement au but assigné.

Pylône du téléférique.

L'Exposition étend ses pavillons sur les deux rives du lac de Zurich, de telle sorte qu'il a fallu prévoir des moyens de transport suffisants pour assurer le déplacement des visiteurs d'une rive à l'autre, sans les obliger à passer par la ville et à perdre ainsi un temps précieux. Le téléférique répond à ce besoin ; il permettra à 600 personnes par heure de traverser le lac au moyen de deux

Fig. 3. — Halle « Fers, métaux, machines ».
Cette vue montre plus particulièrement les deux poutres maîtresses courant sur toute la longueur de la face des portes des deux hangars d'aviation juxtaposés. Ces poutres sont surmontées par le lanterneau central (voir fig. 2).

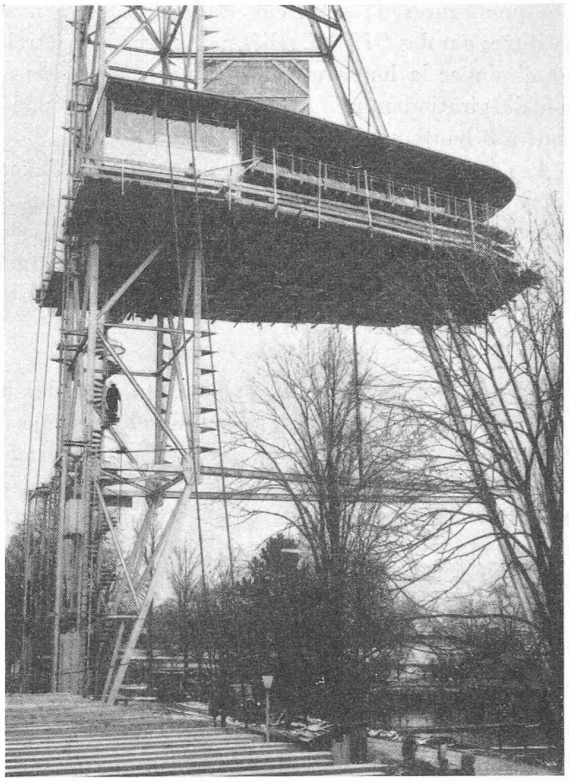

Fig. 5. — Pylône du téléférique.
Vue de la plate-forme du restaurant, avec le pont provisoire de montage qui masque toute l'ossature du plancher.

cabines en métal léger, effectuant chacune la traversée en 4 minutes.

Les câbles porteurs, d'une portée de 900 m environ, ont en charge une flèche de 55 m et sont maintenus en tension constante par un jeu de contrepoids.

Ils prennent appui à leurs deux extrémités sur deux grandes tours métalliques, qui constituent deux remarquables ouvrages de la technique de l'acier (fig. 4, 5 et 6.)

Chacun des deux pylônes se trouve placé sous l'effet de 3 groupes de forces extérieures, qui intéressent de la manière suivante chacun des 3 éléments constitutifs de la construction.

a) La réaction verticale, constituée par la somme des poids morts, des charges utiles des planchers, des réactions des contrepoids et des poulies d'appuis des câbles, des poids des treuils, ascenseurs et accessoires, est supportée par la tour proprement dite, d'une section rectangulaire de 5,00 sur 8,00 m. L'écartement de 14 m des câbles porteurs a donc nécessité la création d'une plate-forme avec toiture, dont l'ensemble de l'ossature constitue la poutre horizontale d'attache des câbles.

b) Les forces horizontales parallèles à l'axe du téléférique comprenant les efforts dus au vent et surtout les 80 t. de traction des deux câbles porteurs, agissant à une hauteur de 75 m au-dessus du sol, sont équilibrées par une contrefiche s'attachant sous la plate-forme supérieure et prenant appui sur une fondation indépendante de celle de la tour, située dans le lac (fig. 7).

Les membrures de cet élément de construction sont constituées par des *DIN 45*, reliés par un système à treillis. Pour diminuer la longueur de flambage dans le sens du rayon de giration minimum, on a relié la contrefiche à la tour à 3 hauteurs différentes.

c) Les forces horizontales perpendiculaires à l'axe du téléférique, constituées uniquement par l'effet du vent dans cette même direction, sont absorbées dans les deux sens opposés par deux câbles tendeurs latéraux, attachés à des vérins, lesquels ont permis de réaliser l'état de tension préalable nécessaire.

Les fondations de ces deux pylônes ont posé des problèmes difficiles à résoudre en raison des charges énormes (340 t pour la béquille) et du terrain particulièrement défavorable. Sur la rive gauche, en particulier, il a fallu avoir recours à l'exécution de pieux « Franki », dont certains ont dû être enfoncés jusqu'à une profondeur de 25 m avant de donner le refus nécessaire.

Le montage s'est effectué en deux étapes, soit : au moyen d'une grue à bras jusqu'à une hauteur de 49 m et dès cette cote, en deux tranches successives de 12 m, à partir de deux ponts provisoires montés l'un après l'autre.

Il peut être intéressant de noter, en terminant la description de ces pylônes, que l'ensemble du téléférique a été construit et est géré par un groupe d'importantes maisons de constructions, sans participation financière aucune de la direction de l'Exposition, qui n'aura qu'à encaisser une part intéressante des recettes.

La Halle des fêtes.

Elle est destinée à abriter les grandes manifestations, ou les représentations du folklore, pour lesquelles le théâtre de l'Exposition ne conviendrait pas. C'est la construction métallique la plus intéressante, parce que la plus apte à mettre en évidence les avantages de l'acier.

Il s'agissait de couvrir sans appui intermédiaire un espace mesurant 42 m de largeur et 103 m de longueur. Ce problème a été résolu d'une façon magistrale par la halle, dont l'ossature est représentée par les deux figures 8 et 9.

L'élément porteur est ici constitué par une série de

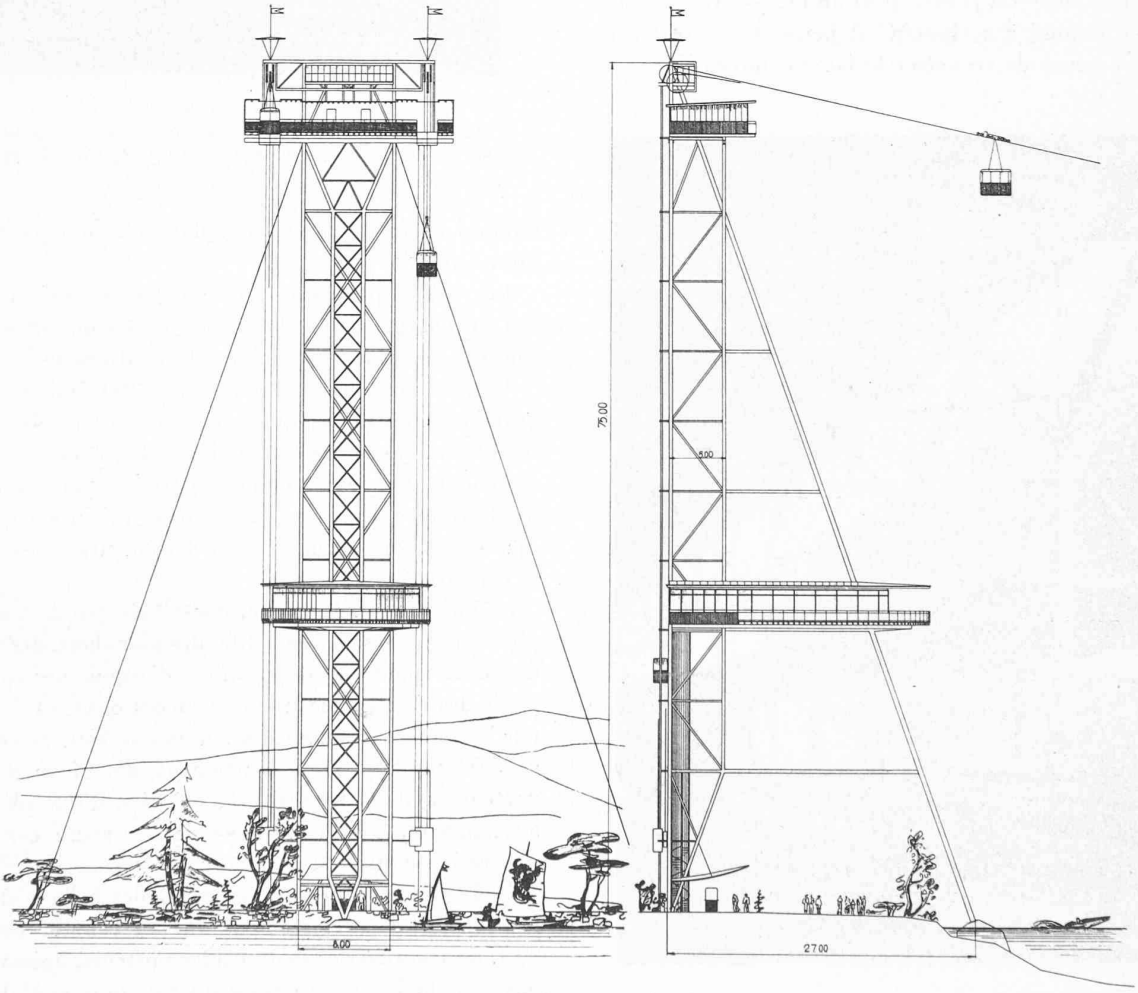

Fig. 4. — Pylône du téléférique.
Ce dessin schématique montre la vue de face et la vue latérale du pylône de la rive gauche, avec le restaurant, à 25 m au-dessus du sol. On distingue ici particulièrement bien les 3 éléments constructifs, soit la tour, la contrefiche et les deux haubans. Le pylône de la rive droite ne diffère que par le fait que la plate-forme du restaurant est remplacée par une simple traverse horizontale.

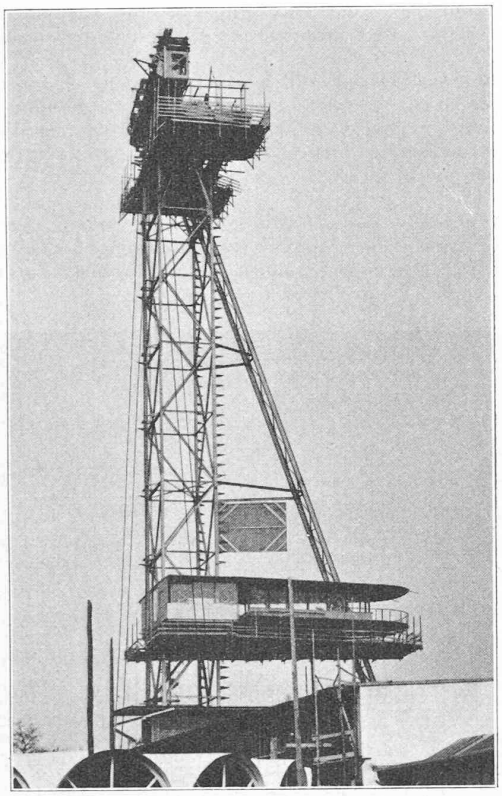

Fig. 6. — Pylône du téléférique.
Cette vue d'ensemble fait ressortir la forme de la plate-forme supérieure débordant largement de chaque côté de la tour. Remarquer la longueur des barres du treillis qui souligne le schéma de la construction, en évitant de donner l'impression de fouillis que d'aucuns reprochent aux constructions métalliques.

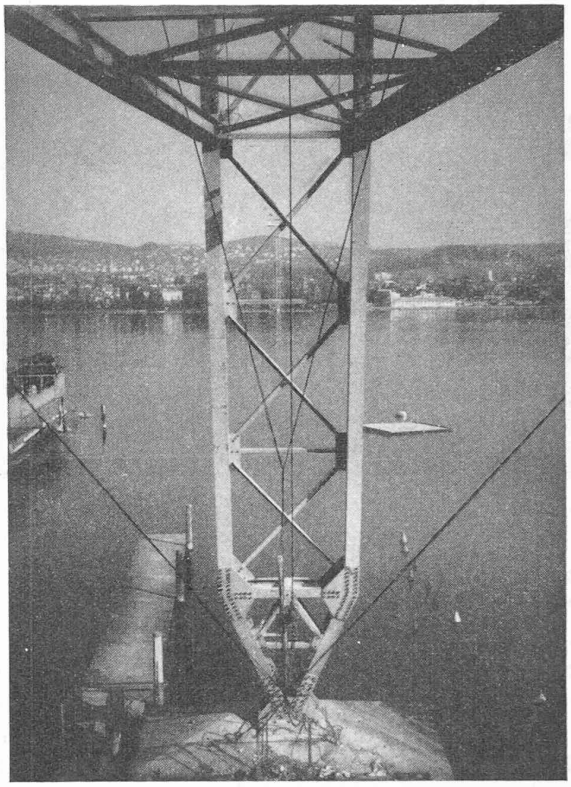

Fig. 7. — Pylône du téléférique.
Vue montrant la partie inférieure de la contrefiche. On remarquera que tous les assemblages sont boulonnés, en vue du démontage à la fin de l'exposition.

fermes en arc à 2 articulations et à fibre médiane polygonale. Chacune de ces fermes porte 13 pannes continues en **I** de profils normaux, un chevronnage léger en bois et des bâches complétant la couverture.

Le calcul statique est entièrement basé sur des charges réduites (40 kg/m² de neige) ce qui est parfaitement normal, eu égard à l'époque pendant laquelle l'Exposition est ouverte. La halle est divisée en 3 parties distinctes, soit : les tribunes, la scène et un espace intermédiaire de 58 m de longueur, qui peut être rendu à l'air libre par l'« escamotage » sur la scène et sur les tribunes de la partie de la toiture qui le recouvre. La figure 9 montre la halle après le dégagement de la partie centrale, dont les fermes, montées sur galets sur un chemin de roulement encastré dans le sol, sont déplacées par un mécanisme à propulsion appropriée.

Tous les éléments de la construction, pannes et segments de fermes, sont constitués par des fers profilés présentant un minimum de trous et d'attaches, de manière à permettre leur réutilisation dans d'autres ouvrages, après la disparition de l'Exposition.

La halle des fêtes, de même que celle « Fers — Métaux — Machines » ont été étudiées et réalisées par l'*Union suisse des constructeurs de ponts et charpentes métalliques*, qui a, ainsi, réparti entre ses membres des travaux représentant un poids total d'environ 1000 tonnes, compte tenu des divers ouvrages secondaires, dont nous n'avons pas à parler ici.

Nous terminerons ce bref exposé en soulignant combien les trois importantes constructions décrites sont représentatives des tendances actuelles de la construction

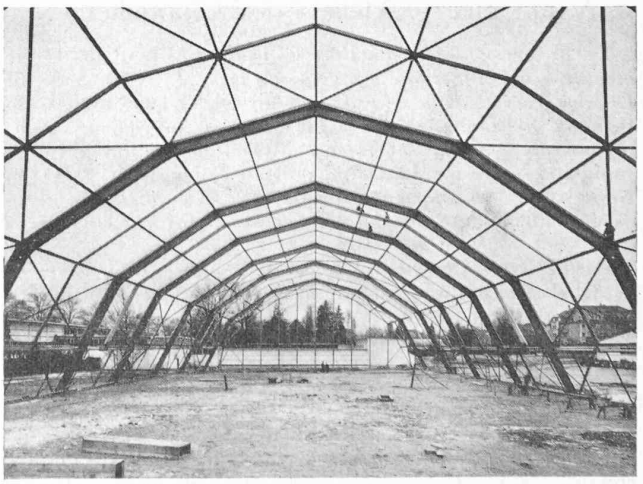

Fig. 8. — Halle des fêtes.
Cette vue fait ressortir la simplicité du schéma de la construction et la légèreté des éléments porteurs.
Les dimensions sont mises en évidence par les ouvriers qui sont occupés au montage des pannes.

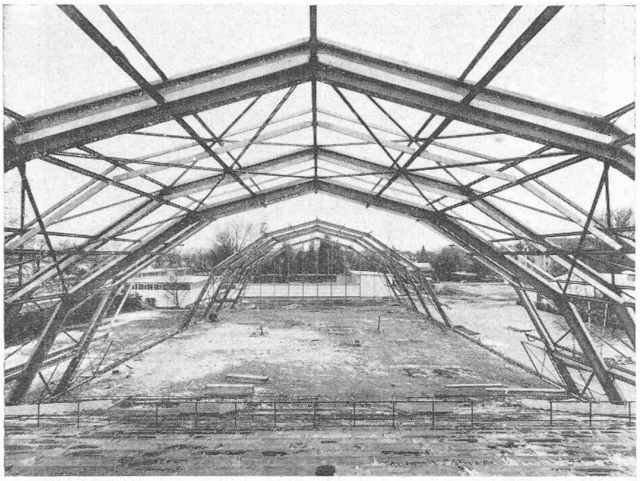

Fig. 9. — Halle des fêtes.
La partie centrale est ici dégagée, son ossature ayant été déplacée sur les deux parties extrêmes.
Les chemins de roulement, encastrés dans le sol, sont visibles dans l'espace intermédiaire.

métallique. Les éléments porteurs, de même que les barres de remplissage des poutres à treillis, sont tous de grandes dimensions, ce qui en simplifie le schéma, donne de la clarté à l'ensemble et permet à l'œil de dégager les grandes lignes de la construction, tout en la faisant apparaître rationnelle. Dans la couverture de la halle des fêtes se manifeste plus particulièrement la préférence du constructeur pour les poutres à âme pleine, que les procédés modernes d'assemblage, par soudure, ont rendues plus économiques et qui confèrent aux constructions modernes un caractère esthétique. La multiplicité des petites poutres à treillis, le fouillis de barres ont fait place à un système où seuls ressortent les éléments essentiels, qui sont alors massifs et de grandes dimensions.

Visite aux « Ateliers des Charmilles ».

Le 20 février, les *Ateliers des Charmilles* avaient invité les membres de la *Section genevoise de la S. I. A.* et ceux du *Groupe genevois de la G. e. P.* à venir visiter leurs ateliers de turbines hydrauliques, qui comptaient ce jour-là de nombreuses unités intéressantes en construction, sur un chiffre de commande correspondant à une puissance d'environ 450 000 ch Nous voudrions donner ici un bref aperçu de quelques pièces exceptionnelles qui ont fait l'admiration des visiteurs.

Parmi diverses *turbines Francis* de moindres dimensions se détachait une unité puissante, destinée à un pays d'outre-mer et construite pour fournir une puissance de 50 000 ch sous 300 m de chute nette à la vitesse de 600 tours/min. On voit, sur la fig. 1, la bâche spirale en acier coulé en 3 pièces, en train d'être alésée ; celle-ci, finie, sera munie de blindages d'usure en acier au manganèse ; la fig. 2 représente cette même bâche, en cours d'assemblage, en vue des essais de pression, la tubulure d'entrée de Ø 1200 mm et celle de l'orifice compensateur (déchargeur) sont provisoirement fermées, chacune par un couvercle, pour rendre l'essai de pression possible en atelier.

La fig. 3 montre un stade du montage de la même turbine, alors qu'on descend sur la bâche, avec la roue et l'arbre, le fond supérieur du distributeur, déjà muni des aubes directrices dont les tourillons apparaissent particulièrement robustes sous cette pression exceptionnellement haute de 300 m.

La roue motrice apparaît, sur la fig. 4, lors de son alésage particulièrement laborieux ; cette roue est, en effet, venue de fonderie en une pièce, en acier inoxydable, et doit être pourvue de cercles d'usure en acier au manganèse ; on la voit finie sur la fig. 5.

Le stand des *turbines Pelton* n'offrait, ce jour-là, pas moins d'intérêt, puisqu'on y pouvait voir notamment la quatrième unité construite pour la chute de la Dixence : 2 roues de

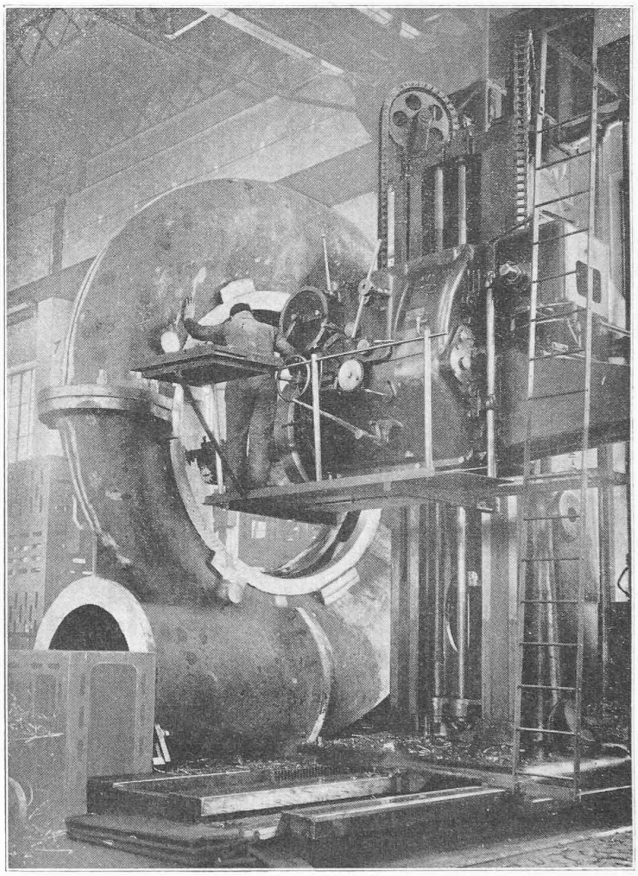

Fig. 1.

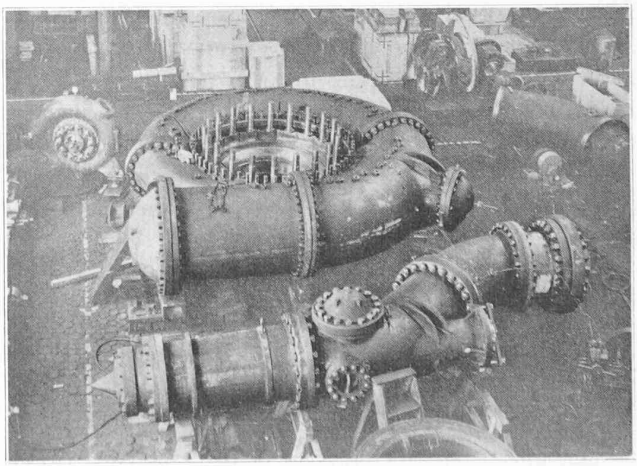

Fig. 2.