

## 2. Les structures: c) Le secteur de l'industrie et de l'artisanat

Autor(en): **Piguet, J.-Cl.**

Objektyp: **Article**

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

Band (Jahr): **90 (1964)**

Heft 1: **Exposition nationale, Lausanne 1964, fascicule no 2**

PDF erstellt am: **11.07.2024**

Persistenter Link: <https://doi.org/10.5169/seals-66956>

### **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.

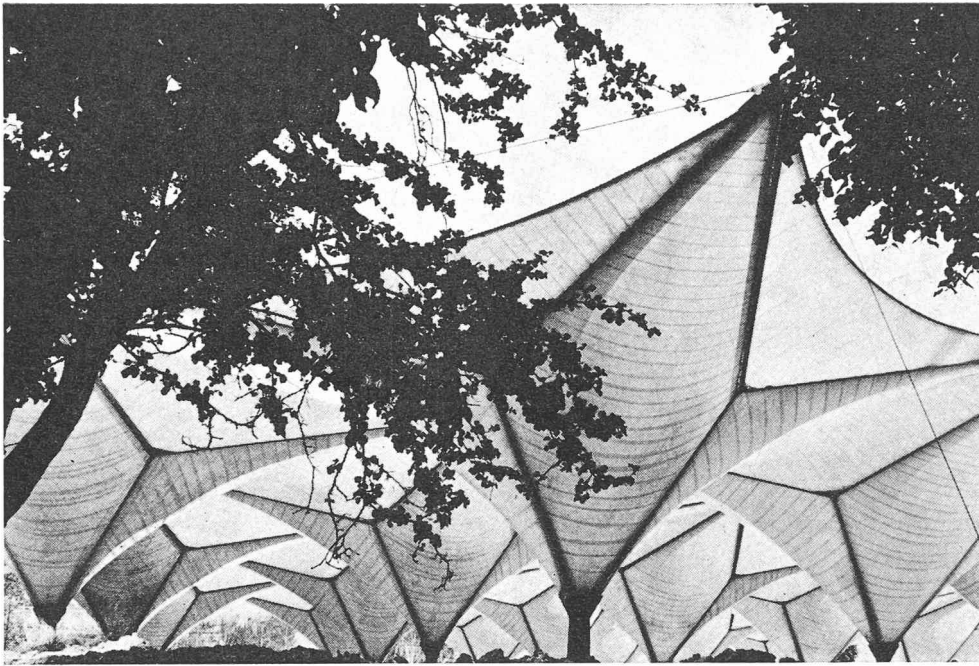


Fig. 25. — Un aspect de la couverture terminée.

bonne volonté en face de l'enjeu, devant les difficultés toujours nouvelles qui se sont présentées lors de la mise en place de la halle de fabrication, lors de la construction des formes de laminage et de collage, du développement d'une série d'installations, du transport à Lausanne, et du montage sur place, ce qui a permis d'aboutir à l'édifice près d'être terminé.

Il n'y a pas lieu ici d'exposer les diverses solutions auxquelles nous sommes arrivés, mais il est bon de noter le bel exemple d'enthousiasme fédéral auquel nous nous sommes heurtés, lorsque, arrivés au terme de difficultés techniques, nous avons eu les plus grandes difficultés pour obtenir l'autorisation cantonale de procéder au transport !

### **c) LE SECTEUR DE L'INDUSTRIE ET DE L'ARTISANAT**

par J.-CL. PIGUET, ing. civil SIA, dipl. EPUL

Fig. 26. — Vue de la maquette du Secteur C 4.



Les exigences de la thématique et le parti architectural ont été décrits dans le numéro 1 des fascicules spéciaux sur l'Exposition du *Bulletin technique* (fig. 26). Les conditions découlant de ces impératifs nous ont conduit aux solutions constructives décrites ci-après.

Le secteur se subdivise en plusieurs parties où le gros œuvre présente des constructions nettement différentes quant à leur forme et aux matériaux utilisés :

- les halles (C 401 à 408) ;
- la passerelle-panorama ;
- le ciné-restaurant (C 400) ;
- les aménagements extérieurs (Z 4) ;
- le monorail.

Chacune des constructions de ces parties se différencie en infrastructure et superstructure.

Pour l'ensemble des constructions, les données générales résultent des directives de l'Exposition en vue d'une réalisation éphémère : coût minimum, délais d'exécution courts et réutilisation maximum des éléments de construction.

Les données pour l'infrastructure sont valables pour tout le secteur. Les caractéristiques du sol découlant de sondages ont été spécifiées par l'ingénieur conseil de l'Exposition en matière de mécanique des sols, M. de Cérenville.

Par ailleurs, il fallait tenir compte d'une nappe phréatique haute et de la présence des ruines romaines de l'ancienne Lausanne. Toute la viabilité du terrain (chemins principaux, amenée de l'électricité, téléphone, gaz, eau et évacuation des déchets) a été étudiée par le bureau d'architecture du secteur et les spécialistes de l'Exposition. Les travaux ont été exécutés et terminés avant le début de l'infrastructure des bâtiments du secteur.

Les données pour la superstructure valables pour les différentes parties du secteur, résultent des directives du bureau d'architecture et de l'ingénieur-conseil de l'Exposition, M. A. Gardel.

Le bureau d'architecture s'est déterminé pour une couverture la plus légère possible, pour de grandes portées sans appuis intermédiaires et pour une construction modulée. L'ingénieur-conseil a spécifié les conditions de charge, à savoir la charge de neige limitée à 60 kg par m<sup>2</sup>, le vent selon les normes SIA et la charge de piétons de 500 kg par m<sup>2</sup>, toute autre condition résultant des normes SIA ou des directives spéciales de l'Exposition.

Les études de structure ont été menées en collaboration très étroite avec le bureau d'architecture et, en ce qui concerne les halles, avec les représentants de la Chambre suisse de la construction métallique.

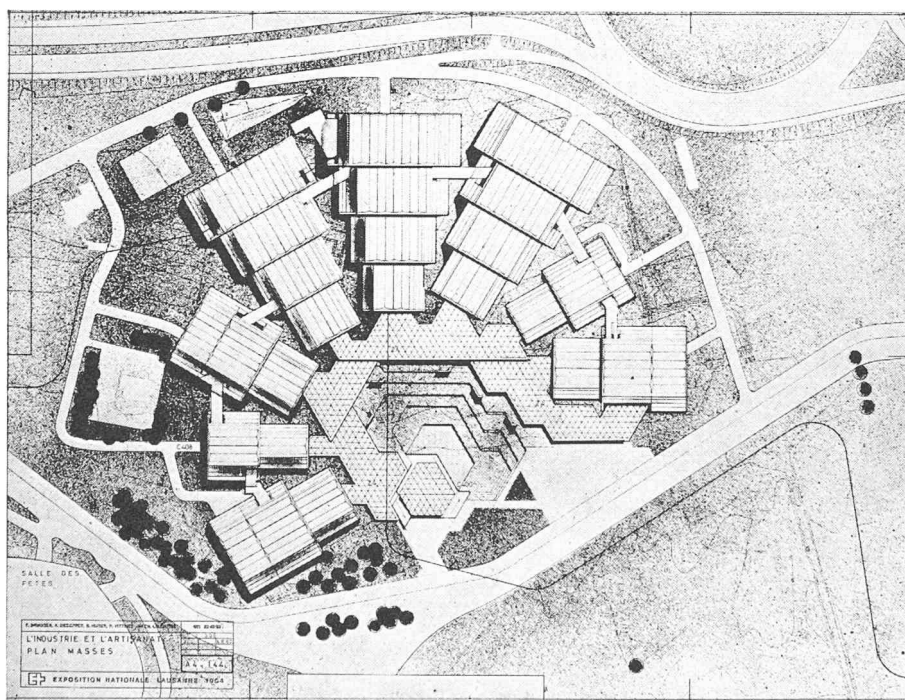


Fig. 27. — Plan masse du Secteur C 4.

### Halles (C 401 à 408)

Au vu des différentes conditions énumérées ci-dessus, que nous répétons : portance du sol peu favorable, construction et couverture légère, grande portée et modulation, la construction métallique s'est imposée. De patientes recherches nous ont amenés à préconiser un système spatial consistant en un gigantesque mécano. L'élément de base est une poutre de forme triangulaire, triangulée sur toutes ses faces, avec un module de 1,75 m, permettant une extension dans toutes les directions. La triangulation des faces assure une grande légèreté et permet la préfabrication de pièces très maniables

et leur répétition en grandes séries. Quant à la forme triangulaire des éléments, elle assure la stabilité dans tous les sens. Le système constructif est formé de cadres de forme trapézoïdale composés des poutres de base accolées deux à deux de telle façon que la section des montants et de la traverse du cadre soit un losange, reliés par les poutres élémentaires triangulaires avec le sommet tourné à l'extérieur. Un calcul préliminaire établi en collaboration avec M. Huber, ingénieur, représentant de la Chambre suisse des constructeurs métalliques, a permis de dimensionner les éléments pour la commande des fers et un calcul ultérieur beaucoup plus poussé a déterminé tous les dessins de construction. Ce dernier

calcul tient compte d'une section complète, comme décrit plus haut, et devient ainsi un calcul spatial avec un nombre d'hyperstatiques très élevé, tenant compte de tous les efforts aussi bien de torsion que de flexion, compression et cisaillement. Il était nécessaire de faire appel, après que la théorie de base ait été mise au point, à la machine électronique de l'EPUL.

Au point de vue constructif, la poutre de base se compose de membrures en tôle pliée de 6 mm d'épaisseur, en forme de trapèze afin de permettre l'assemblage direct sans gousset des diagonales. Ces dernières sont faites de tubes normalisés de 51/3 mm fendus à chaque extrémité et écrasés, ce qui permet l'attache directe aux membrures par un seul boulon. Le contreventement de

la face inférieure de la poutre est assuré par un croisillonement de tubes basés sur le même principe constructif que ci-dessus et écrasés sur la moitié de leur épaisseur à leur point de croisement stabilisé par un boulon (fig. 29). Le système décrit paraît extrêmement simple, mais a nécessité de très longues études et un nombre considérable de plans pour aboutir à ce résultat. Tous les plans d'exécution et d'atelier ont été dessinés par le bureau technique de l'ingénieur du secteur, et chaque pièce a fait l'objet d'un dessin d'exécution, ceci afin de faciliter l'ensemble de la fabrication répartie dans un certain nombre d'usines, et de permettre des plans de montage simples et standardisés (fig. 30-31).

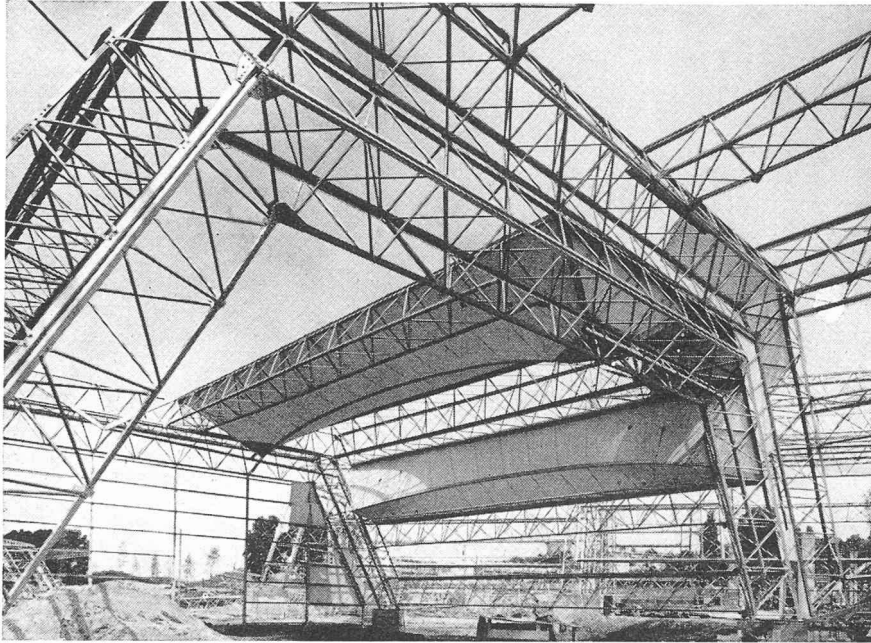


Fig. 28. — Halle prototype pour l'essai de fermeture des pignons et de couverture.

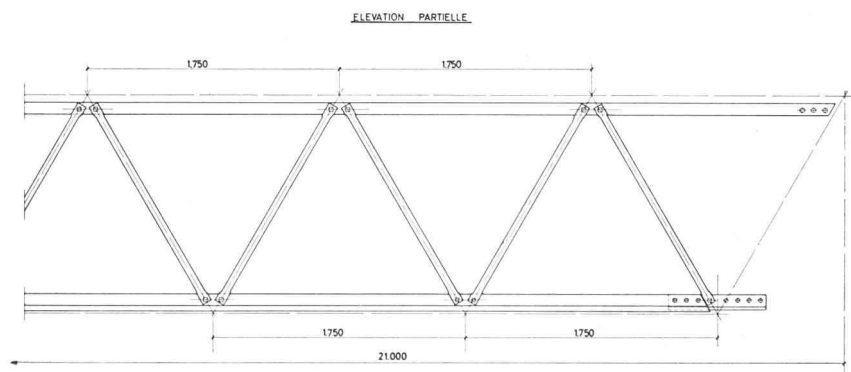
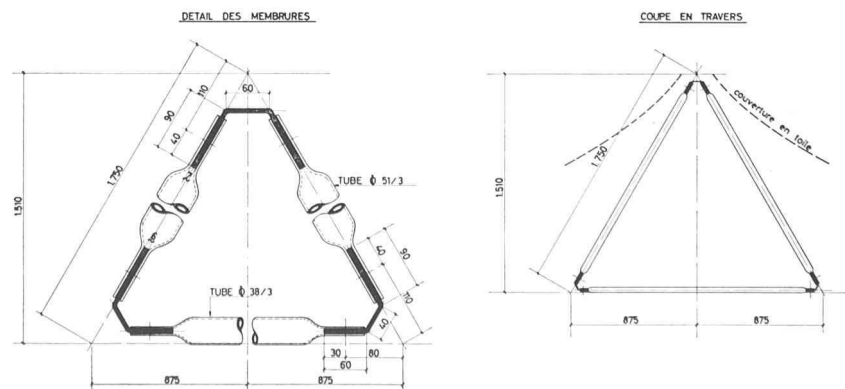


Fig. 29. — Élément type de l'ossature du secteur C 4.





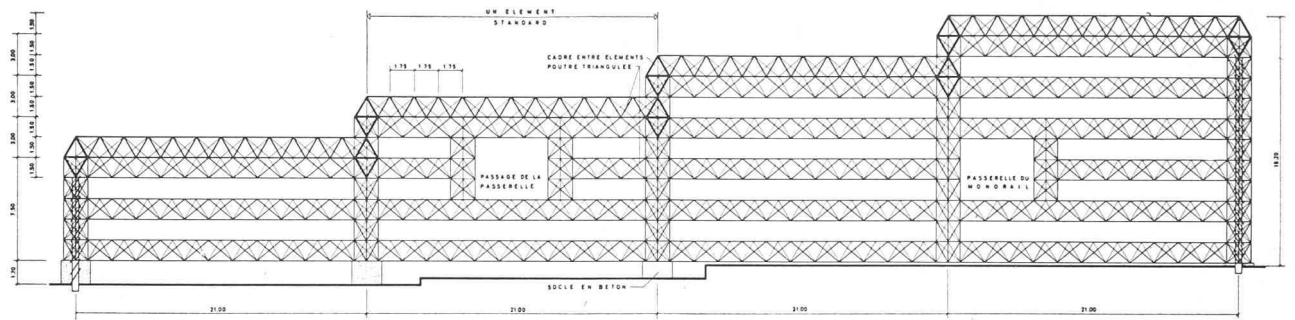


Fig. 30. — Coupe longitudinale de l'ossature du Secteur C 4.

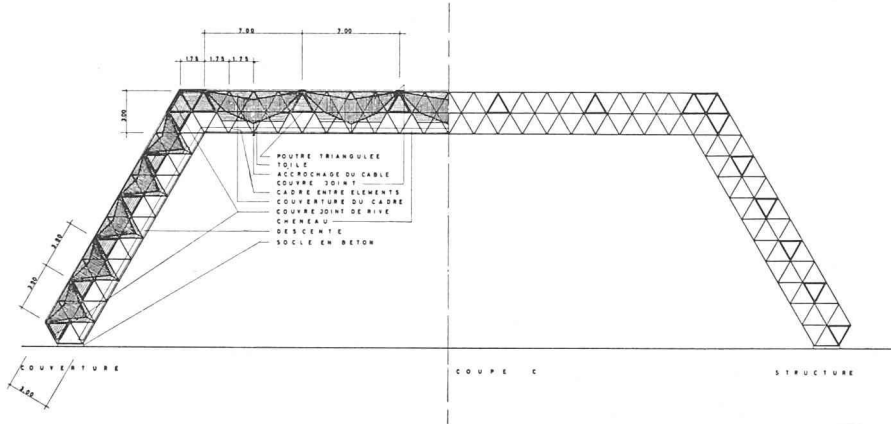
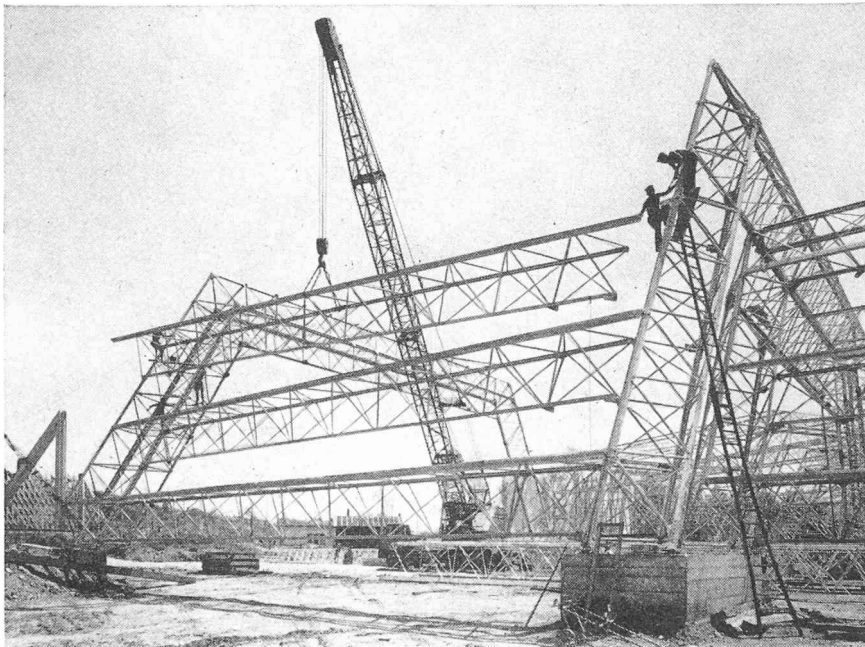
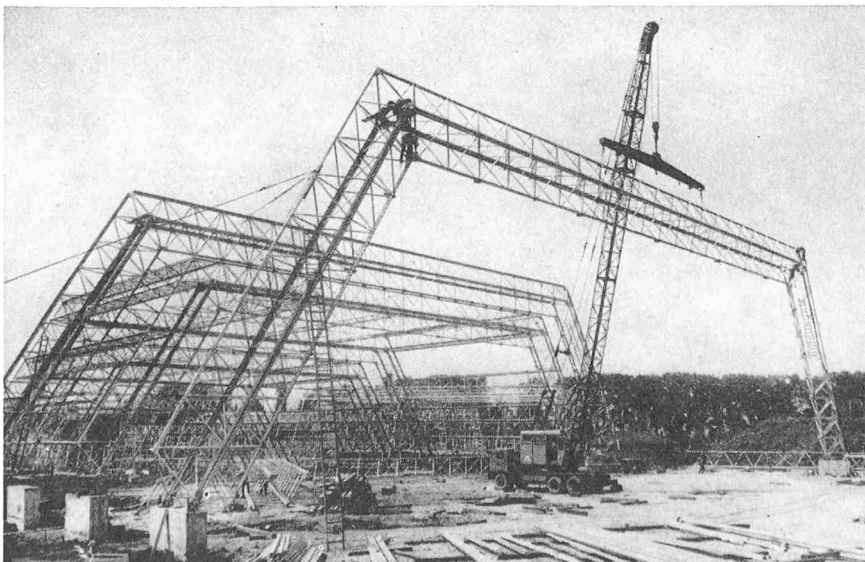


Fig. 31. — Coupe transversale de l'ossature.



La couverture de ces différentes halles est faite de toile. Afin d'éviter tout flottement et toute vibration, il était nécessaire de donner à cette dernière une double courbure. Pour l'ensemble des halles, les surfaces de base sont de  $21 \times 3,50$  m et  $7$  m. La double courbure est obtenue par la tension d'un câble selon une parabole reliant les deux cadres d'une section de halle. L'attache de la toile se fait par clouage sur des listes en bois vissées au sommet des poutres de base. Toutes les parties planes, à savoir les surfaces extérieures des cadres, les pignons et la jonction entre les différentes sections d'une même halle sont recouvertes de plaques de plastique à ondulation trapézoïdale.



Toute la construction a été exécutée en atelier en trois mois et demi, et le montage en deux mois. On arrive à un poids moyen de  $45,25$  kg par  $m^2$  de surface couverte au sol par les halles, y compris les pignons composés de profilés I PE verticaux et de petits « U » horizontaux destinés à supporter les éléments de fermeture. L'ensemble des pièces a été zingué à chaud afin d'éviter toutes retouches sur place et de permettre une réutilisation aisée, même après un stockage éventuel prolongé.

Fig. 32. — Montage d'une poutre type préassemblée au sol.

Fig. 33. — Montage d'un cadre d'une des halles.



Fig. 34. — Vue intérieure d'un angle d'un cadre montrant les particularités d'attache des diagonales et du contreventement aux membrures.

#### Passerelle — Panorama

Le chemin du panorama traverse toutes les sections dans leur partie la plus large et permet d'apercevoir l'ensemble du secteur. Il est constitué d'une passerelle surélevée d'environ 5 à 10 m et donne accès par escaliers et escaliers roulants aux différentes sections. Etant donné sa forme, la préfabrication s'avérait impossible et la construction métallique devenait par trop compliquée et disparate. De ce fait, il a été décidé de construire cette passerelle en béton armé coulé sur place. Après plusieurs études, la forme la mieux adaptée a été mise au point et consiste en une dalle-tablier, sans sommier, avec parapets non-porteurs, reposant sur des piliers circulaires disposés en quinconce. Le délai d'exécution, très court, et la forme très irrégulière des différentes dalles ainsi que les points d'appui disposés asymétriquement, nous ont amenés à faire usage des programmes IBM pour le calcul électronique des plaques. Au point de vue constructif, pour les colonnes, pour la première fois dans notre région, on a utilisé des coffrages circulaires en carton bitumé, peu coûteux et très maniables. Afin de faciliter le travail de l'entreprise et la rapidité de l'exécution, toute l'armature des dalles, à l'exception des chapeaux sur pilier, est composée de barres droites. L'ensemble de la passerelle couvre 4144 m<sup>2</sup> et demande une armature de 30,6 kg par m<sup>2</sup> y compris celle des parapets, pour une dalle d'une épaisseur de 25 cm, non compris les fondations et les piliers qui entrent pour 5,7 kg par m<sup>2</sup> de dalle dans le total de l'armature. Cette passerelle a été exécutée en quatre mois.

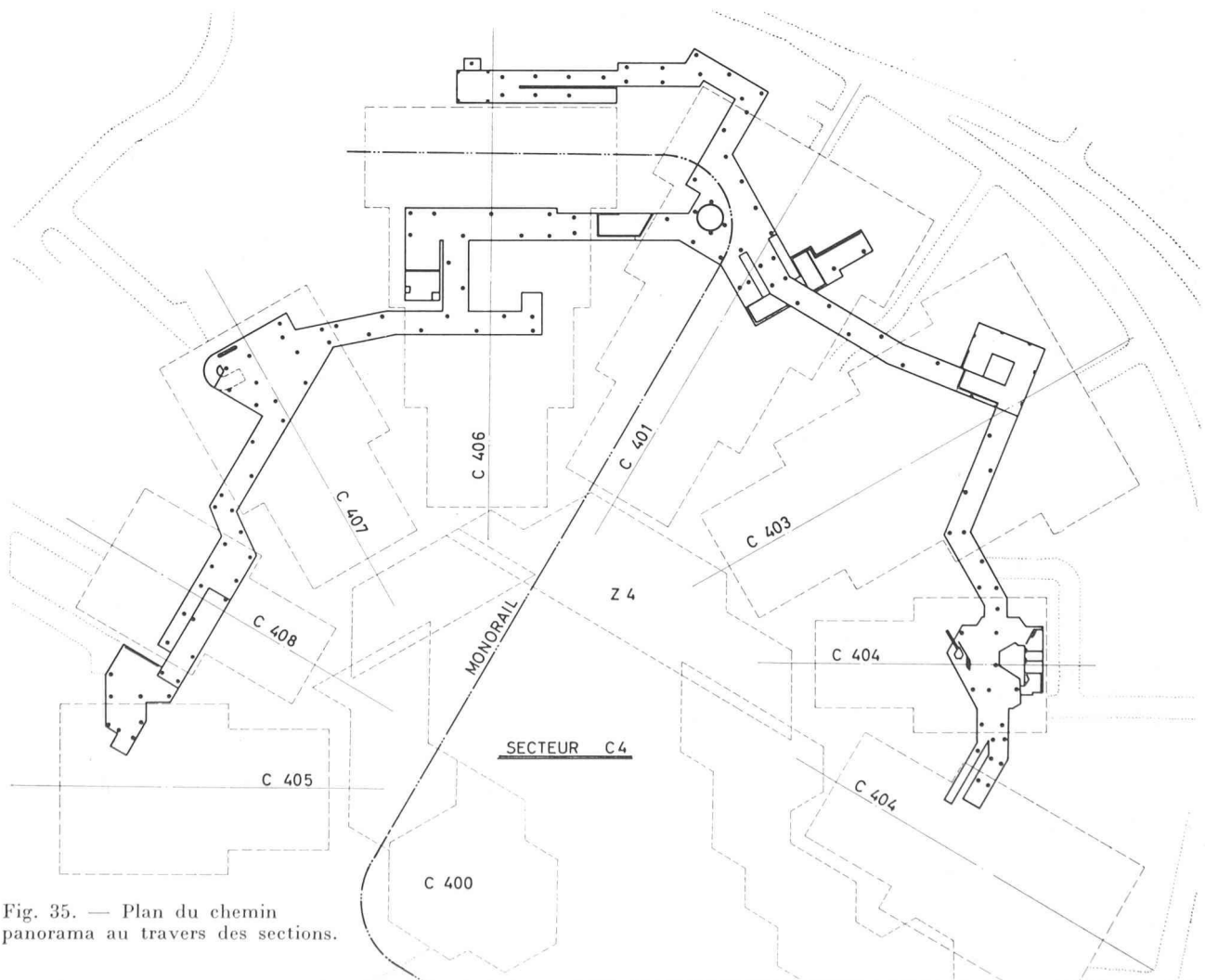


Fig. 35. — Plan du chemin panorama au travers des sections.

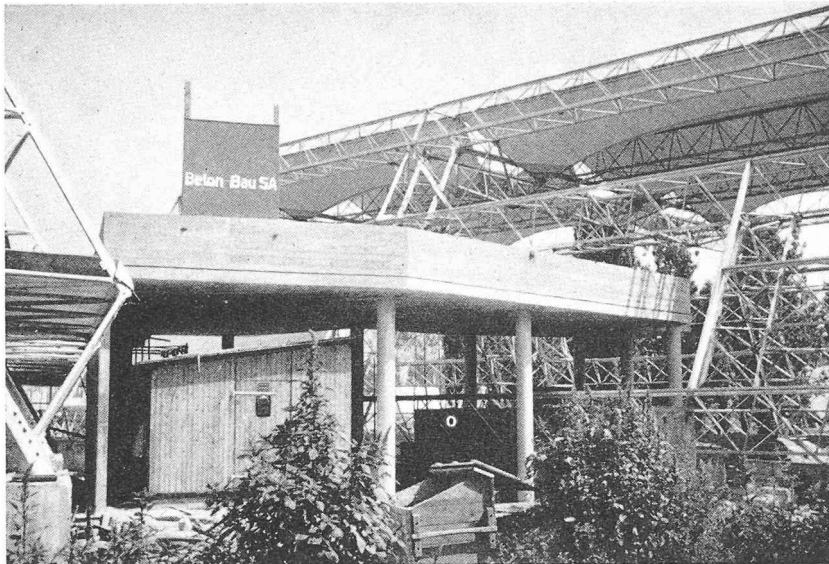


Fig. 36. — Une vue de la passerelle panorama.

#### Cinéma — Restaurant (C 400)

Cette partie de forme hexagonale n'offre pas de difficultés constructives spéciales. Les fondations classiques sont en béton armé et les éléments de dalles sont préfabriqués avec des poutrelles et hourdis Stahlton. Toute la superstructure est faite d'une ossature métallique triangulée très légère supportant une couverture et des façades en aluminium.

#### Aménagements extérieurs + Z 4

Les aménagements extérieurs modelant le terrain en forme de cuvette entre les halles et le cinéma-restaurant consistent en une série de murs de soutènement, prévus initialement en éléments préfabriqués et en fondations pour les piliers de la partie Z 4 destinés à couvrir le chemin de synthèse dans le cœur de l'éventail. Cette partie couverte, mais ouverte sur les côtés, a été étudiée et exécutée entièrement en aluminium par les services de construction de l'AIAG et une firme de constructions

métalliques. La couverture consiste en une série de parapluies hexagonaux en tôle d'aluminium raidie, supportés par des colonnes creuses faisant office de chute d'eau pluviale.

#### Monorail

Le secteur est traversé par le monorail qui parcourt toute l'Exposition. Le support des convois, de hauteur variable, est constitué d'une poutre-rail reposant sur des appuis de forme triangulaire, tous les 8 m environ. Cependant, pour franchir le cœur du secteur, il a été nécessaire de prévoir des portées beaucoup plus grandes afin de ne pas crever les éléments en forme de parapluie du Z 4 par des appuis rapprochés. On a été amené à concevoir une poutre de 90 m de long sur quatre appuis et cette dernière est de forme triangulaire avec triangulation en tubes, rappelant les éléments de base des halles et toute la construction est soudée afin d'éliminer tous dégâts résultant de la vibration due au passage des wagonnets du monorail.

### 3. ÉCLAIRAGE NATUREL ET ARTIFICIEL A L'EXPO 64<sup>1</sup>

par R. SPIESER, professeur, ingénieur-conseil en matière d'électricité à l'Expo 64  
et par G. JÄRMANN, ing. dipl., chef du bureau technique en électricité de l'Expo 64.

Ce rapport définit les projets arrêtés à ce jour, neuf mois avant l'ouverture de l'Exposition. Il décrit en particulier les solutions adoptées pour l'éclairage naturel intérieur et les moyens les plus importants utilisés pour l'éclairage extérieur. Les auteurs ont également esquissé les réflexions, les lignes directrices, les essais exécutés ainsi que la procédure utilisée pour arriver à ces résultats. Quant à l'éclairage artificiel des volumes intérieurs et des objets d'exposition, il n'est pas possible de l'incorporer dans ce rapport, par manque de solutions définies. Ils feront l'objet d'un article ultérieur. Pour

la bonne compréhension de ce rapport, nous prions les lecteurs de se rapporter au plan général de l'Exposition.

#### Généralités

Les premiers travaux de projet de l'Exposition ont bénéficié des expériences faites à l'Exposition universelle de Bruxelles (1958) et à celle de « Italia 61 » ; quelques observations furent encore glanées à l'Exposition paysagère de Stuttgart (été 1961) et enfin à l'Exposition universelle 1962 à Seattle.

Il est évident qu'il serait utopique de vouloir dépasser les idées et les moyens utilisés pour l'éclairage artificiel des expositions précédentes. La ligne directrice fut plutôt de trouver un nombre relativement restreint de moyens d'éclairage pour les adapter d'une façon ration-

<sup>1</sup> L'article paru dans le « Supplément technique » de la *Gazette de Lausanne* du 28.11.1963 sous le même titre, et sans que les auteurs en aient été informés, est une traduction techniquement imparfaite de l'article allemand paru dans la *Schweiz. Bauzeitung* du 21.11.1963. Les auteurs ont donc dû se distancer de cette publication (voir note rectificative dans la *Gazette technique* du 27.12.1963). Le présent article est la traduction originale du texte allemand.