Zeitschrift: Bulletin technique de la Suisse romande

Band: 88 (1962)

Heft: 3

Artikel: Problèmes techniques de la reconstruction des halles nord du Comptoir Suisse: projets et réalisation

Autor: Matter, F.

DOI: https://doi.org/10.5169/seals-771829

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: 21.07.2025

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

dont il n'est pas possible de déterminer d'avance la nature.

Ces halles doivent être accessibles soit par le palier supérieur, soit par des escaliers depuis l'esplanade, de jour et de nuit.

En outre, la disposition des accès et terrasses doit satisfaire aux conditions imposées par la Direction de police, qui prévoient des parkings pour autos, et un sens unique qui facilitera grandement la circulation des voitures amenant les spectateurs aux différentes manifestations qui s'échelonnent toute l'année dans le Palais de Beaulieu.

Les délais très courts imposés pour la construction de la nouvelle aile nord ont déterminé, dans une large mesure, le mode de construction et la nature des matériaux employés.

Les halles nord étant destinées principalement à des expositions de matériel lourd, l'importante surcharge prévue a nécessité la construction de tout le palier inférieur en béton armé.

Pour pouvoir mener à chef cette importante construction de béton (218 m de long sur 60 m de largeur) dans les délais impartis, les piliers ont été préfabriqués en usine.

Les trois pavillons supérieurs ont été exécutés en charpente métallique, leur montage n'intervenant que dans la seconde période des travaux et leur exécution se préparant en atelier.

PROBLÈMES TECHNIQUES DE LA RECONSTRUCTION DES HALLES NORD DU COMPTOIR SUISSE

PROJETS ET RÉALISATION

par F. MATTER, ingénieur S.I.A., Lausanne

L'étude de l'aménagement définitif de la partie nord de la place Beaulieu s'est étendue de 1957 à 1960, date où les travaux ont débuté sitôt la fin de la manifestation d'automne.

Pendant ces quatre années, nous avons eu l'occasion d'étudier d'assez près le problème de la couverture de grandes surfaces et nous pensons qu'il serait intéressant — avant de parler de la réalisation proprement dite — de décrire rapidement deux projets qui nous ont particulièrement tenu à cœur et qui reflètent assez bien, du moins à notre point de vue, l'état actuel de la technique de la construction de grandes toitures, avec dans notre cas la caractéristique d'éviter tout étayage ou coffrage de la surface couvrante.

Projet de « voile précontraint »

Le programme posé alors par la Direction du Comptoir suisse consistait à couvrir une aire de 200 m de long sur 70 m de large, soit 14 000 m², avec le minimum de points d'appui intérieurs. La première solution étudiée, dite à « voile précontraint », prévoyait de tendre des câbles de précontrainte de 60 tonnes environ tous les 3,30 m, de la façade sud côté esplanade, respectivement du mur de soutènement nord côté stands en plein air, à un appui médian formant faîte situé à mi-distance des deux côtés longitudinaux. Sur ces câbles viennent reposer des plaques préfabriquées légères de 3,30 m de portée avec appuis à redents. Un caniveau en éternit faisant office de coffrage perdu, permet d'enrober le câble de précontrainte tout en jointoyant les plaques par la même opération. Après durcissement, il ne reste plus qu'à mettre en tension les câbles pour obtenir une compression uniforme dans toute la toiture. L'importante traction dans les bords de cette dernière est reprise au sud par un système triangulé en acier et au nord en combinant le mur de soutènement avec un contrepoids. Au faîte les efforts horizontaux s'annulent par symétrie et les charges verticales sont reprises par une poutre à treillis et des poteaux en acier. Bien entendu, il faut vouer une attention particulière aux charges dissymétriques. Le coût total du gros-œuvre de cette solution a été estimé à Fr. 1 300 000.—, dont 600 000.— uniquement pour les ancrages sud et nord, comprenant les fondations et contrepoids.

Ce projet a été finalement refusé par les services de la Ville de Lausanne, car la cote de faîte de la toiture devait être fixée assez haut, pour des raisons d'économie,

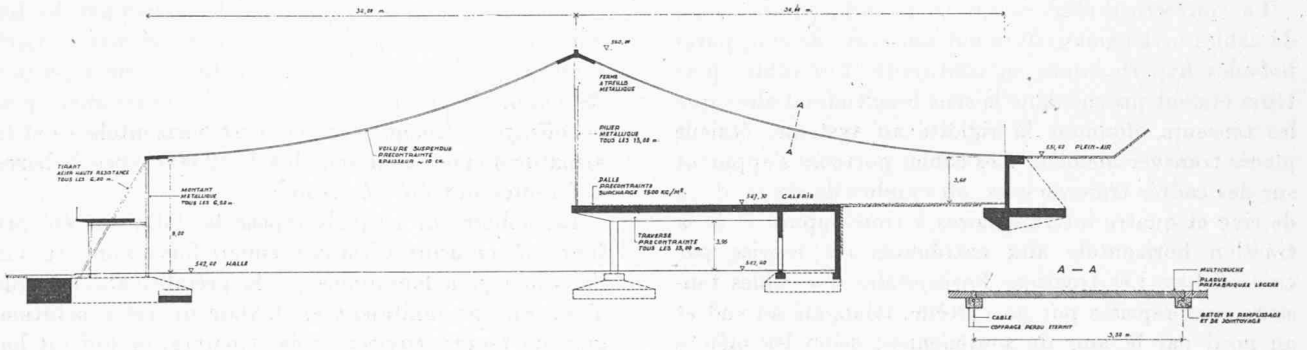

Fig. 1. — Voile précontraint, coupe transversale et détail de la toiture.

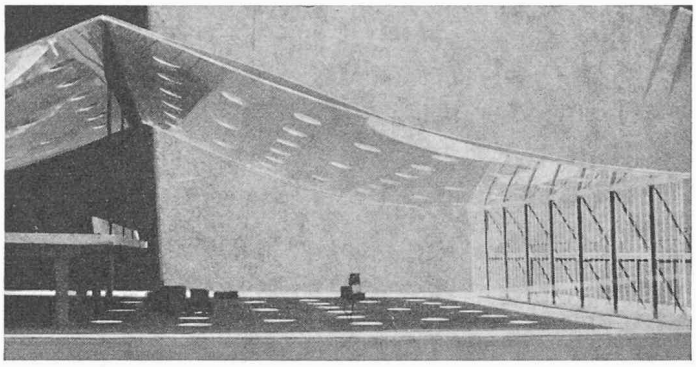

Fig. 2. — Voile précontraint, maquette.

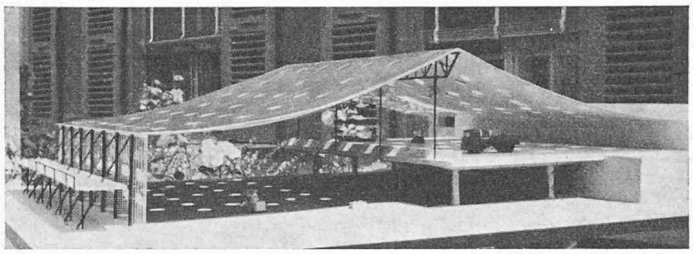

Fig. 3. — Voile précontraint, maquette.

et formait ainsi un écran pour la vue depuis le bois de Beaulieu. En effet, la flèche des câbles dépend dans une grande mesure du niveau du faîte et elle doit être assez grande pour ne pas influencer défavorablement le coût du projet ; on le voit d'ailleurs par les chiffres cités plus haut. La disposition de ce projet est donnée à la figure 1, et comme une maquette a été faite en son temps, les deux photos, figures 2 et 3, montrent assez bien l'élégance du système et l'effet de grandeur qu'aurait eu cette halle.

Projet de toiture suspendue par un réseau de câbles

Puisque la hauteur du faîte était un obstacle majeur à la construction du premier projet, nous avons proposé d'étudier une autre solution, où la hauteur de la toiture varierait dans le sens longitudinal. Non seulement le point haut de cette toiture se trouverait déjà 2,60 m plus bas que le projet précédent, mais son point bas se trouverait encore 2 m plus bas (voir fig. 4). Cette solution, dont les éléments principaux sont alors entièrement en charpente métallique, avait, à l'intérieur, seulement quatre points d'appui pour la même surface couverte de 14 000 m² !

La couverture était conçue sous forme d'un réseau de câbles orthogonaux formant une suite de cinq paraboloïdes hyperboliques en continuité. Les câbles porteurs étaient prévus dans le sens longitudinal alors que les tenseurs, donnant la rigidité au système, étaient placés transversalement. Les câbles porteurs s'appuient sur des cadres transversaux, au nombre de six — deux de rive et quatre intermédiaires à trois appuis — et la traction horizontale aux extrémités est reprise par contrefiches. Les tractions horizontales des câbles tenseurs sont reprises par un système triangulé au sud et au nord par le mur de soutènement selon les mêmes idées que pour le voile précontraint. Ces dispositions sont visibles à la figure 5. Ce réseau de câbles est recouvert par un léger chevronnage et lambrissage en bois recouvert d'Aluman et protégé en plafond par du Vetroflex, selon les indications données à la figure 6. Le coût de l'ossature métallique a été estimé à Fr. 800 000.— et les éléments d'ancrage en béton à Fr. 1 000 000.—. La quantité d'acier est de 40 kg/m² ou 3,7 kg/m³.

Nous n'avons pas fait de maquette de cette deuxième solution, mais nous pensons en donner une idée à titre de comparaison par une photo du marché couvert de San Cristovao à Rio de Janeiro, ouvrage malheureusement inachevé, que nous avons eu l'occasion de visiter lors du voyage SIA au Brésil (fig. 7).

Désirant toutefois ménager encore plus de vue depuis le bois de Beaulieu et l'avenue du Mont-Blanc, la Direction du Comptoir suisse a fait étudier une solution entièrement nouvelle, qui a l'avantage d'offrir plus de surfaces d'exposition et beaucoup plus de souplesse pour la location de celles-ci. Le projet d'exécution a été mis au point à partir de ces données et est décrit plus haut par les architectes. Nous nous permettons de donner plus loin quelques détails techniques complémentaires à cette description. La coupe générale d'exécution, figure 8, permet de comparer l'évolution des études au cours des années.

Détails techniques du projet exécuté

La dalle couvrant la halle inférieure a fait l'objet de nombreuses études, car elle devait répondre à de multiples exigences. Il était tout d'abord nécessaire qu'elle soit le plus mince possible, pour permettre à l'éclairage unilatéral de pénétrer le plus profondément possible à l'intérieur des halles et le plafond de cette dalle ne devait pas engendrer la monotonie sur la longueur de construction exceptionnelle de 200 m. Comme la distance entre piliers était fixée pour des raisons commerciales à 9,60 m dans les deux sens et que la surcharge était de 1000 kg/m² pour une bonne partie de la surface, il valait la peine de rechercher soigneusement la meilleure solution. Finalement, nous avons proposé de construire une dalle à champignons jointifs. Pratiquement en plafond, on voit une suite de pyramides renversées dont les pointes reposent sur les piliers. Cet effet de pyramide est encore visuellement renforcé par le fait que le dessus de la dalle est provisoirement incliné. Par la suite, cette dalle est remise à niveau par un béton de remplissage, qui en même temps crée des caniveaux de distribution indispensables à l'alimentation des stands supérieurs (voir fig. 9, 10). Dans les diagonales des champs, on a marqué les arêtes par des fers Jordahl nécessaires pour la décoration des stands. Cette solution, à notre connaissance inédite en Suisse, a posé de nombreux problèmes à l'exécution, notamment pour le coffrage — aucune surface n'est horizontale — et les armatures : pour celles-ci, plus de 10 000 types de barres différentes ont été nécessaires.

Les piliers sur lesquels repose la dalle ont été préfabriqués en usine. C'est la première fois qu'on a recours dans la région lausannoise, à la préfabrication lourde. Trois raisons militaient en faveur de cette solution : gain de temps, environ trois semaines, ce qui est loin d'être négligeable pour une construction du Comptoir

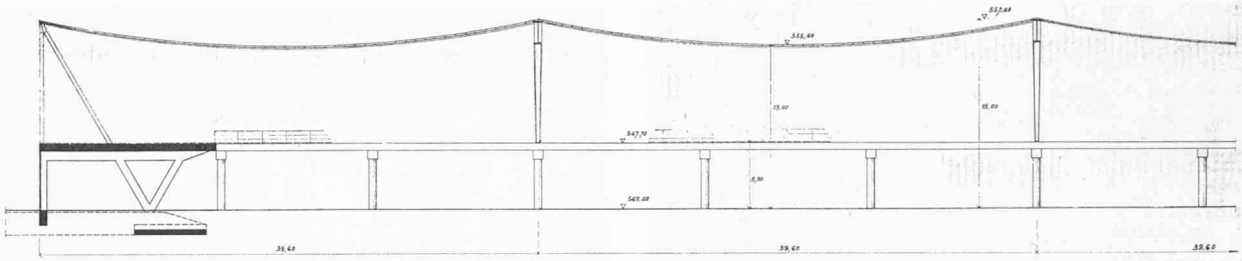

Fig. 4. — Toiture suspendue, coupe longitudinale.

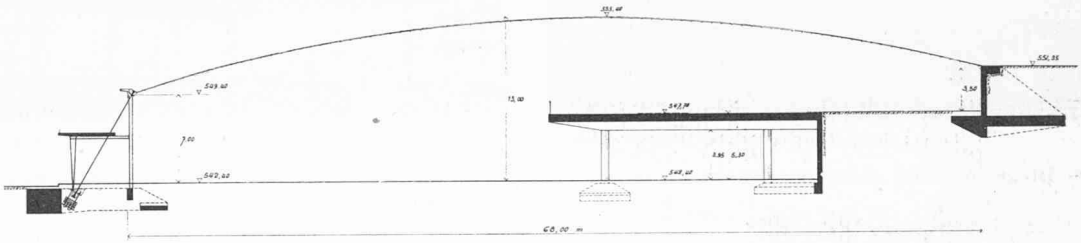

Fig. 5. — Toiture suspendue, coupe transversale.

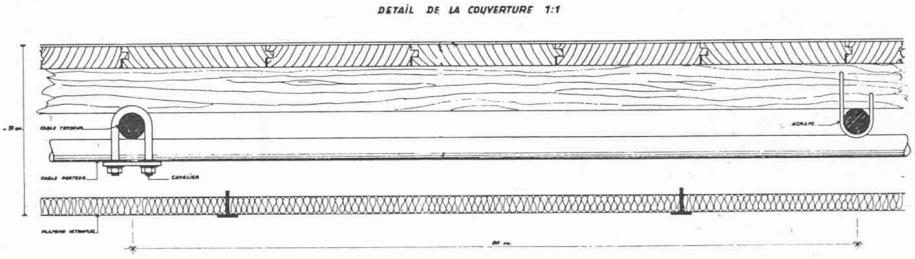

Fig. 6. — Détail de la toiture suspendue.

suisse, aspect impeccable et qualité du béton fixée — et respectée — à 600 kg/cm² de compression sur cube à 28 jours, ce qui a permis de diminuer notablement la section portante. Une usine spécialisée d'Etoy a fabriqué et livré sur place 130 piliers en forme de croix à section variable pesant 3 tonnes la pièce. La forme de croix a été choisie afin de cacher dans les angles rentrants les nombreuses conduites existantes et futures descendant des caniveaux supérieurs. Ces piliers ont des fers Jordahl à hauteur standard pour la fixation des parois de stands et sont renforcés dans leur partie inférieure par des cornières afin de les protéger contre les chocs (voir fig. 9). Statiquement, ces piliers sont constitués comme appuis-pendules, la dalle étant raidie horizontalement par le mur de soutènement nord.

La dalle est interrompue dans sa longueur par des joints de dilatation qui se trouvent au bord des pavillons supérieurs. Les deux éléments de dalle se trouvant dans les espaces entre les pavillons supérieurs ont dû être réalisés en béton précontraint, car la portée entre piliers était notablement plus grande. Ces dalles supportent en plus les escaliers d'accès au niveau des pavillons supérieurs, escaliers qui sont suspendus au moyen de tiges en acier à haute résistance et dégagent ainsi entièrement l'accès des entrées principales dans la grande halle.

Les trois pavillons carrés de 48 m de côté au niveau supérieur sont réalisés en acier. Outre le gain de temps grâce à la fabrication en atelier, on obtient une construction très légère, ce qui nous a évité de renforcer

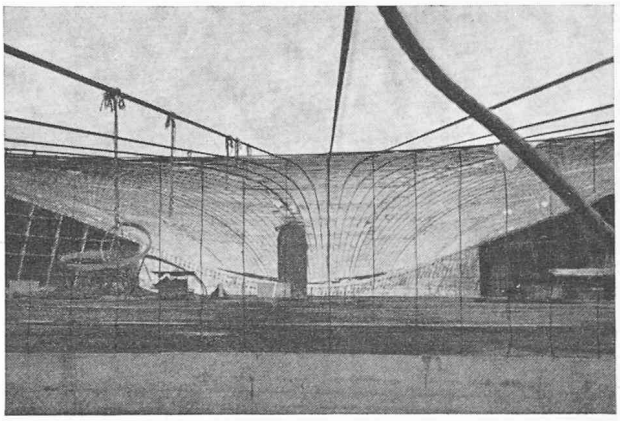

Fig. 7. — Le marché couvert de Rio de Janeiro.

certains piliers au rez. En fait, les piliers supportant aussi le pavillon supérieur ne voient leur charge augmentée que de 10 %, ce qui nous permet de garder la même section. L'étude de la charpente s'est portée essentiellement sur la recherche de sections minima pour les grands cadres principaux s'entrecroisant à 90° et entièrement soudés. On a obtenu ainsi à la base des montants une section en double T de 150×150 mm seulement. Cette section augmente graduellement jusqu'à 500×1200 à l'angle supérieur et rediminue à 200×600 au centre de la traverse. Pour arriver à ces sections, il a fallu utiliser partiellement de l'acier à haute résistance. Dans chaque carré central supérieur

Photo : Group. off. photographes Comptoir suisse.

Fig. 10. — Etage inférieur, piliers et dalle-champignon.

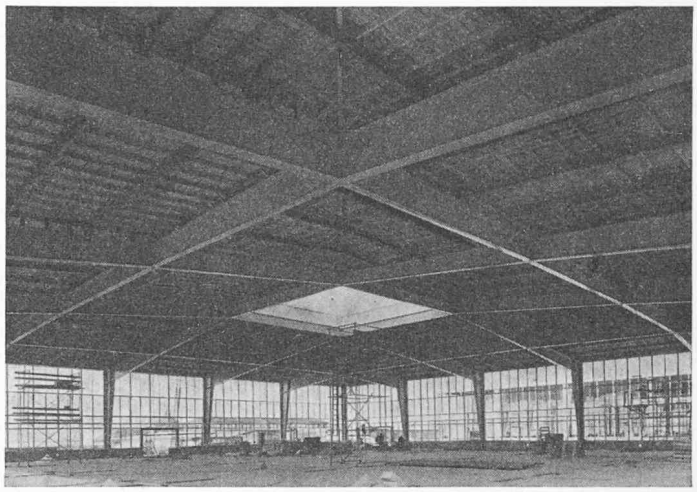

Photo Vuillemin, Lausanne.

Fig. 11. — Pavillon métallique, vue intérieure avant la pose du plafond.

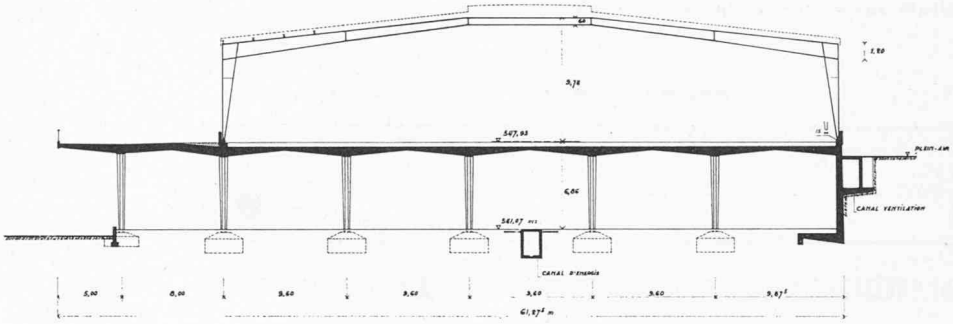

Fig. 8. — Projet exécuté, coupe transversale sur un pavillon.

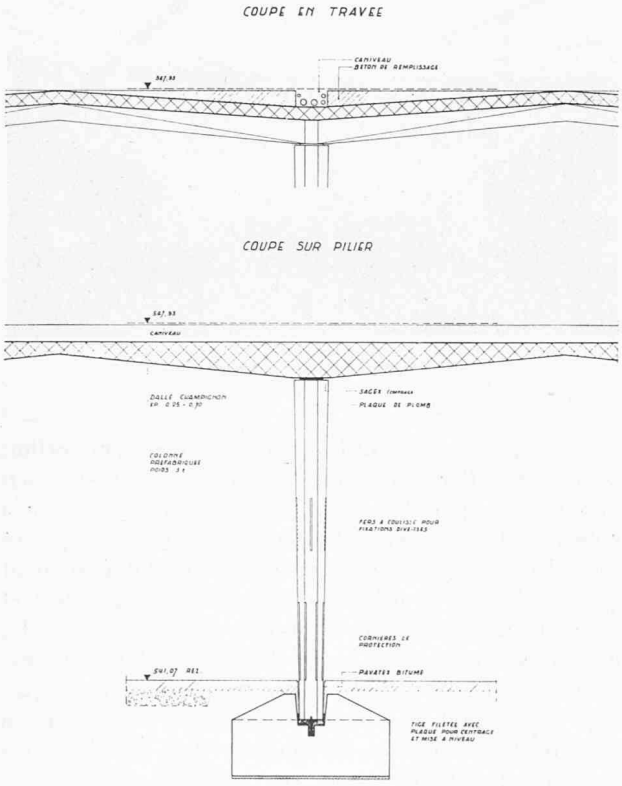

Fig. 9. — Détail d'un pilier et de la dalle-champignon.

se trouve une plaque autoportante en plastique renforcé de fibres de verre, mobile sur un axe qui assure ainsi d'une manière originale l'éclairage et la ventilation en plafond de chaque halle. Ces trois pavillons, qui sont un bon exemple du niveau actuel des possibilités de la charpente métallique, ont posé tant à l'étude — il s'agit d'un système hyperstatique du 2e degré avec moments d'inertie variables — qu'aux plans et à l'exécution, de nombreux problèmes qui ont été résolus très favorablement (fig. 11).

L'exécution des travaux a commencé par le terrassement de 69 000 m³ de terre, immédiatement après le Comptoir 1960, soit début octobre. La construction des murs de soutènement contre la colline du bois de Beaulieu devait suivre parallèlement aux travaux de terrassement. Malheureusement, du fait principalement du mauvais temps qui a régné à la fin de l'année 1960 et du très mauvais terrain à l'extrémité ouest, ces murs n'ont pu être exécutés qu'au printemps de cette année. Grâce au temps exceptionnel qui a régné à cette époque et au dynamisme des entrepreneurs, le retard du gros-œuvre a pu être rattrapé et les travaux terminés à temps. On réalisera l'importance du travail, si on sait que 10 500 m³ de béton, 24 000 m² de coffrage, 1300 tonnes d'armatures et 3 km de câbles de précontrainte ont été mis en œuvre dans l'espace de sept mois seulement ! Il y a lieu d'ajouter les 350 tonnes de charpente

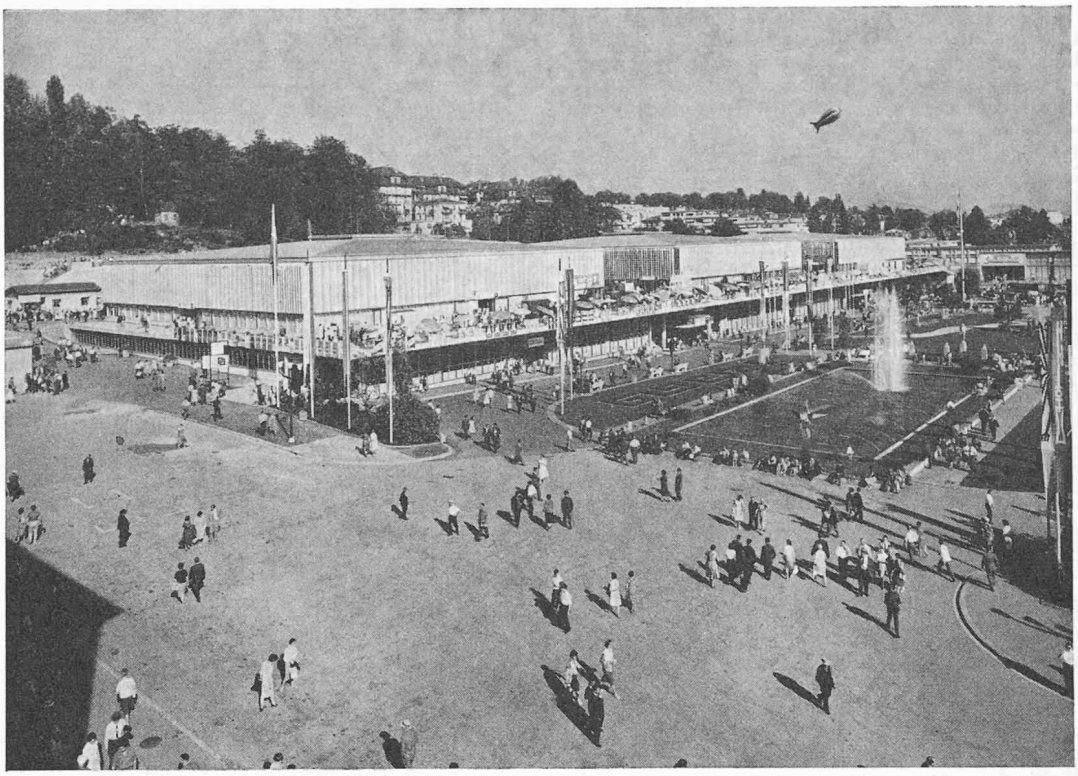

Photo : Group. off. des phot. du Comptoir suisse.

Fig. 12. — Vue générale des halles nord pendant le Comptoir.

métallique qui ont été montées sur place en deux mois, après avoir été assemblées en atelier et déposées à proximité du chantier en attendant le montage.

Malgré le délai très court pour les études définitives — la décision officielle de construire n'a eu lieu que trois mois avant le début des travaux — le Comptoir suisse a pu terminer l'aménagement définitif de la place Beaulieu d'une façon élégante et rationnelle. Nous avons pu heureusement bénéficier d'un esprit de collaboration très large entre la Direction du Comptoir, les architectes et les entreprises des quatre lots principaux, soit Oyex-Chessex & Cie S.A., Dentan Frères, Foretay S.A. et la maison Zwahlen & Mayr, que nous tenons à remercier très vivement ici. Nous ne voulons pas oublier non plus les collaborateurs de notre bureau, et particulièrement M. A. Chassot, ingénieur.

ACTUALITÉ INDUSTRIELLE (20)

Quelques remarques sur les problèmes d'énergie

1. Statistiques

Les statistiques indiquent qu'en 1960 la Suisse a consommé en chiffres ronds :

— 18 milliards de kWh d'énergie électrique
— 360 millions de mètres cubes de gaz de ville
— 4 millions de tonnes de produits pétroliers
— 3 millions de tonnes de combustibles solides

Ceci représente, en énergie brute, environ 92 milliards de kWh, dont la répartition peut être évaluée comme suit, si l'on tient compte encore de l'apport du bois et de la transformation, par les usines à gaz, de la houille en coke :

— électricité (hydro-électrique) :		21 %
— charbon :		25 %
— bois :	moins de	1 %
— gaz de ville :		2 %
— produits pétroliers :		51 %

En fonction des besoins, cette énergie se répartit environ comme suit :

— usages domestiques et artisanat :	12 %
— chauffage :	55 %
— industrie :	11 %
— transport :	21 %

En ce qui concerne le coût de cette énergie, nous l'évaluons, toujours pour 1960, à 2 milliards de francs.

Ces statistiques, qui n'ont rien d'absolu, appellent quelques commentaires :

1. A lui seul, le chauffage représente plus de la moitié (55 %) de la totalité de nos besoins énergétiques.
2. Les produits pétroliers couvrent assez exactement la moitié (51 %) de nos besoins en énergie.
3. Les usages domestiques, l'artisanat et le chauffage mobilisent 67 % de nos besoins énergétiques.
   (On peut donc admettre que les besoins en énergie des immeubles locatifs représentent environ 60 % de la totalité de nos besoins énergétiques).
4. Nous importons près de 80 % de l'énergie que nous consommons.

2. Unités d'énergie

Lorsqu'on est appelé à s'occuper des problèmes d'énergie, on ne peut manquer de s'étonner du fait que nous sommes souvent plus sensibles à telle forme d'énergie qu'à une autre. Voici quatre exemples :