

**Zeitschrift:** Bauen + Wohnen = Construction + habitation = Building + home : internationale Zeitschrift

**Herausgeber:** Bauen + Wohnen

**Band:** 19 (1965)

**Heft:** 10

**Rubrik:** Résumés

### **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:** 07.02.2026

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



## Résumés

### Salle de sport et d'exposition à Gènes

(Pages 380-383)

Projet: gruppo studio palasport, Genova  
Coordinateur: Franco Sironi

Architectes: Lorenzo Martinoia, Franco Sironi

Ingénieurs: Leo Finzi, Remo Pagani

Ce projet avait également été signé lors du concours par P. L. Nervi, A. Nervi et L. Daneri.

Cette salle ronde d'un diamètre de 160 m, d'une hauteur maxima de 27 m comprend une arène disponible qui permet le montage d'une piste pour cyclistes de 222,22 m. Le terrain de jeu est de 40/70 m. La salle est équipée de toutes les installations annexes nécessaires pour monter une patinoire, un ring de boxe avec 10 000 spectateurs, une piste avec 7000 spectateurs et une surface d'exposition de 30 000 m<sup>2</sup>.

La conception structurelle est basée sur l'idée de s'adapter aux divers usages de la salle par des systèmes différents:

tandis que le terrain de sport exige une surface sans appuis, une zone d'exposition peut très bien être subdivisée. Cette pensée a dicté également le plan de la salle. Le bâtiment comprend une zone centrale destinée aux manifestations sportives et une zone extérieure utilisée comme surface d'exposition. L'anneau extérieur est en béton armé. Dans chaque plan de sommier se trouvent deux appuis, se suivant dans le sens radial, pour recevoir les sommiers de la couverture. Les sommiers du rez-de-chaussée ont un grand porte-à-faux vers l'extérieur, un petit vers l'intérieur, ceux du premier niveau un petit vers l'intérieur, un grand vers l'extérieur et ceux de la couverture ont un grand porte-à-faux dans les deux sens. Ainsi, les hauteurs intérieures, spécialement celles au-dessus de la surface d'exposition varient beaucoup et donnent des espaces très différenciés.

La salle d'exposition est en béton armé, tandis que la couverture au-dessus de la salle des sports est composée d'une résille de câbles qui se compose de deux faisceaux de câbles d'acier précontraints dont l'ancrage se situe à la tête des sommiers en porte-à-faux. Au centres, ils sont écartés par une coque composée de barres rigides dont la forme est celle d'une enveloppe de révolution simple d'un paraboloïde hyperbolique. Le faisceau supérieur sert d'appui à une couverture de plaques en matière synthétique translucide.

Les tractions des câbles sont reprises au bord par un anneau de compression qui transmet les charges normales constantes et les charges obliques variables aux têtes des sommiers en porte-à-faux.

Ainsi cette construction logique en elle-même répond directement aux exigences d'un programme: une construction légère en câbles d'acier franchit un grand espace et une construction massive en béton armé sert d'ancrage au tout.

Heinz Isler, Burgdorf

### Technique et typologie des voiles concaves

(Pages 384-388)

Lorsqu'on expose un voile de savon qui s'est formé à l'intérieur d'un cadre à une légère surpression d'un côté, il se forme une bosse de l'autre. Selon le choix du cadre et de l'intensité de la pression, il en résulte une

multitude de formes qui sont toutes douées des caractéristiques idéales suivantes:

surfaces minima

le rayon de courbure de Gauss est constant à travers toute la surface le voile de savon subit partout les mêmes tractions le voile ne subit ni de poussées, ni de moments

Lorsqu'on utilise un cadre rectangulaire ou carré, on obtient une sorte de colline dont la forme a pu être à peu près reprise pour les voiles concaves. Si ce voile est appuyé par des supports obliques sur tout son pourtour, son poids propre et la charge de la neige provoquent les mêmes sollicitations que la pression sur le voile de savon.

Les réactions ne changent que de signe, car la gravitation tend vers le bas et la pression de gaz vers le haut. Le voile ne travaille donc qu'à la compression ses réactions sont partout égales il ne subit ni des poussées ni des moments.

Par adjonction d'éléments chargés, il est possible de remplacer les appuis obliques par quatre seuls appuis d'angle, sans trop remédier au cas de charge idéal.

Toutefois, les réactions normales ni sont plus égales en tout lieu du voile, mais elles ne forment nulle part des réactions de traction, et les poussées et les moments fléchissants sont très petits.

Ce voile concave appuyé aux angles est un élément de couverture idéal pour des halles de tout genre.

Un voile seul déjà, présente les avantages d'un espace intérieur sans appuis, de portée latérale libre et d'une grande unité architecturale. La simplicité de la forme de la couverture laisse deviner les lois physiques naturelles. Lorsqu'on juxtapose ces voiles, on peut créer des halles de longueur indéterminée, dont l'intérieur est exempt d'appuis.

Mais, comme la longueur du voile est du même ordre de grandeur que sa largeur, même des halles très longues conservent une certaine générosité et n'ont plus d'effet étouffant.

Mais les vrais avantages de ces voiles n'entrent en ligne de compte qu'au moment, où l'on fait des assemblages dans les deux sens. Comme les appuis ne se situent qu'aux rencontres des angles des voiles, de grands espaces peuvent être couverts avec un minimum d'appuis intermédiaires: une halle de quatre éléments ne comprend qu'un seul appui intermédiaire, une halle de neuf voiles n'en comporte que quatre. L'ordre de grandeur de ce type de voile exécuté ces dernières années dans de nombreux pays est de 300, 400 et 500 m<sup>2</sup>. On exécutait principalement des éléments carrés, mais il existe également des éléments rectangulaires.

Or, il est possible d'obtenir des surfaces de 1600 m<sup>2</sup> de base en un seul voile appuyé aux angles.

Malgré l'économie de ce type de construction, une grande halle de neuf éléments n'a pas encore été réalisée (40/40 m: 14 400 m<sup>2</sup>).

Exemples: voir illustrations

Les grandeurs normalisées qui sont souhaitables à cause des coffrages n'ont pu être respectées que dans 60% des cas, car la grandeur et la forme des terrains concrets exigeaient une adaptation particulière dans chaque cas.

Les grands lanterneaux en polyester assurent un éclairage suffisant des halles (coupole de 5 m de diamètre pour un voile, couvrant 300 à 400 m<sup>2</sup>).

Pour les calculs, il faut tenir compte qu'un lanterneau de ce type apporte au moins le double de lumière qu'un vitrage en façade.

Or, l'orientation des éléments ne joue pas de rôle.

Au moyen de mécanismes électriques, pneumatiques ou hydrauliques, les lanterneaux peuvent être levés pour ainsi assurer une excellente ventilation sans courants d'air. La chaleur qui s'accumule sous la coupole en été peut sortir directement à l'extérieur. Sans grandes modifications, les bords des voiles peuvent être transformés en ponts roulants, en utilisant les mêmes sections pour les câbles de bordure (env. 10 t). Des grues légères (1 à 2 t) peuvent être directement ancrées dans le voile avec en renforcement local.

L'exécution de ces voiles est extrêmement rapide. Elle correspond à celle de la préfabrication.

Comme ces couvertures sont étanches

dès le début, les aménagements intérieurs peuvent s'effectuer par n'importe quel temps.

Le gros-œuvre d'un voile de 100 m<sup>2</sup> par exemple prend à peu près 10 à 14 jours par une équipe formée, pour le durcissement il en faut encore autant. Lorsqu'on travaille à double, le temps de durcissement correspond à l'étape d'exécution suivante. On a donc un rythme continu de 15 à 20 jours.

Ces voiles ont des surfaces minima, ce qui signifie une économie du coût du matériaux.

Ce n'est que la fabrication des coffrages qui est plus compliquée que sur des chantiers traditionnels.

Or, un système d'éléments constructifs très simples permet de réduire beaucoup cette difficulté.

La résistance dans le temps des voiles est peu connue. Il serait donc intéressant d'observer des ouvrages construits.

Résultats mesurés à la plus grande construction de ce type. (54/58 m: 3200 m<sup>2</sup> couverts par un seul voile.)

Les diagrammes montrent les déformations verticales du voile pendant les premières quatre années. Au début, on peut constater une montée, due à la précontrainte. Au centre, on montre les déformations enregistrées pendant une journée ensoleillée type. Le dernier point donne l'état, quatre ans après l'exécution.

On constate que la flèche maxima est inférieure à 15 mm, ce qui équivaut au 5000ème de la portée diagonale. Selon les tolérances admissibles, on pourrait accepter une flèche de 26 cm.

Comme l'épaisseur du voile au sommet est de 15 cm, donc équivalente à celle d'une dalle d'immeuble, dont la portée est 100 fois plus petite, on peut dire que les voiles à double courbure sont économiques.

La forme de ces voiles n'est d'ailleurs nullement tenue à un plan rectangulaire ou carré et à des côtés droits.

On peut trouver d'autres formes, par des essais sur maquette.

Les dessins suivants montrent quelques formes concaves qui s'intègrent à un système de lignes et de points.

Les esquisses de principe théoriques, publiées dans B+W 8/59, ont été développées entretemps et appliquées.

Il est certain que le proche avenir ouvre encore de nombreuses nouvelles possibilités à partir de ces principes de base, pour créer des voiles formellement et fonctionnellement satisfaisants.

Harrison et Abramovitz, New York

### Salle d'assemblées de l'université d'Illinois, Urbana

Ingénieur: Amman et Whitney

Achèvement: 1963

(Pages 389-393)

Cette salle polyvalente se situe sur un terrain carré, entouré de routes et d'un parking de 2000 voitures. La coupole fortement nervurée sur son socle oblique domine l'ensemble.

Des rampes courbes donnent accès au niveau d'entrée, intermédiaire, d'où l'on monte et descend dans les tribunes fortement inclinées de l'arène. L'étage de service mi-enterré où l'on descend par des escaliers depuis l'entrée, mais qui a des accès extérieurs directs comprend les caisses, bureaux, salles de réunion, restaurants, cuisines et locaux sanitaires pour visiteurs. Le sous-sol comprend des vestiaires, des salles d'eau et des dépôts. L'arène ronde offrant 15 863 places fixes et 1000 places supplémentaires, est conçue pour des réunions, des manifestations sportives, des concerts et des représentations théâtrales. Par des cloisons mobiles, on peut créer un espace autonome sous forme d'une section de cercle avec 4200 places.

La salle, entièrement climatisée, est construite en béton armé.

La calotte se compose de 24 éléments courbes, formant une structure réticulée.

Au sommet ils sont assemblés par un anneau de compression, et à la base par un anneau de traction. Ce n'est donc pas un voile.

L'exécution a commencé par l'anneau de traction et l'anneau de compression à partir d'un échafaudage libre. Ensuite, les nervures ont été coulées par paires situées les unes en face des autres. L'infrastructure est également réticulée. Elle transmet les charges de la coupole aux appuis largement en retrait et porte les tribunes inférieures.

Tandis que l'anneau de compression, la structure réticulée de la coupole, l'anneau de traction et la structure réticulée sous cet anneau sont en béton léger, les appuis et les fondations circulaires, reliant les appuis sont en béton lourd.

Le diamètre de base de la coupole est de 121 m, la hauteur au sommet de 18,20 m. L'épaisseur de la structure réticulée est uniformément de 8,9 cm, sa hauteur maxima de 2,27 m. Sous la structure on a posé une barrière de vapeur et une isolation en plaques de ciment et de bois aggloméré de 5,08 cm d'épaisseur. L'isolation extérieure est assurée par 4 couches de matière synthétique. Les eaux pluviales sont reçues par un chéneau logeant l'anneau de traction et menées au sol à travers les vides de la structure réticulée.

Remarques critiques:

En comparaison avec d'autres salles de cette dimension, la conception structurelle purement fonctionnelle apparaît clairement. L'arène se délimite à l'intérieur par les rangs de sièges et par la coupole. Ce qui délimite l'espace intérieur, est lisible en tant que forme plastique mais également purement constructive à l'extérieur.

Cette clarté de lecture est due à l'absence de piliers extérieurs, comme ceux du palais des sports à Rome par exemple. Au contraire, c'est l'infrastructure des tribunes inférieures qui sert d'appui à la coupole. C'est une solution simple et logique, mais difficile à réaliser. Le vitrage oblique en retrait du rez-de-chaussée souligne la volonté conceptionnelle du parti.

Or, on peut critiquer la solution formelle de la coupole même, et spécialement les raccords entre l'anneau de traction et la structure réticulée, ainsi que la forme de ces nervures. Par la double courbure de la construction, on a des surcouppement qui nuisent à l'image d'ensemble.

Jürgen Joedicke, Stuttgart

### Architecture et construction

(Page 394)

Malgré l'importance du mot «construction» dans le langage des architectes, la signification qu'on lui attribue n'est pas sans équivoque.

Ce terme est-il purement abstrait?

Descrit-il la forme constructive ou simplement un principe régulateur technique?

Pour mieux cerner ce terme, il est utile d'observer les procédés de réalisation sur lesquels est basée la construction:

chaque construction est secondée par un calcul, définissant la forme, le matériau et les dimensions de l'ouvrage. Les calculs s'effectuent en deux étapes:

1) calcul statique pur, déterminant l'équilibre des forces sous l'influence des charges extérieures.

détermination des dimensions en tenant compte de la résistance des matériaux.

Systèmes statiques:

1) système statique

2) système hyperstatique

1) le poids propre intervient dans l'évaluation de structure à partir d'efforts et normaux, mais la forme de l'ouvrage n'en est pas directement dépendante. Pour un poids propre identique d'éléments de structure de forme différente, les diagrammes des moments et des efforts reste identique.

Or, pour le dimensionnement d'un élément de structure à partir d'efforts et de charges déterminées, il est indispensable d'en déterminer également la forme.

Par exemple: la réaction d'une poutre chargée à la flexion est le quotient du moment de flexion par le moment d'inertie.

Le calcul d'un système hyperstatique est foncièrement différent.

La résistance aux charges extérieures dépend entièrement de la forme de l'ouvrage, qui elle, est déterminante pour les réactions intérieures et pour le dimensionnement des éléments de structure.

Par exemple dans le calcul d'un cadre articulé intervient le rapport entre le moment d'inertie de la colonne et celui du sommier.

Or, pour le calcul statique (à l'exception des systèmes statiques) la détermination a priori des portées et des sections d'une structure sont indispensables. Comme ceci implique le choix d'une forme perceptible, la détermination formelle est donc antérieure au calcul.



Donc le terme de «construction» n'est ni en terme abstrait, ni un principe régulateur, mais il est forcément lié à l'idée d'une forme concrète.

Construction = forme constructive. On retrouve d'ailleurs ce même sens dans d'autres domaines techniques, car en mécanique «construction» signifie p. ex. la composition et la détermination formelle des éléments d'une machine et leur assemblage.

Lorsqu'on parle de «construction» en architecture, il s'agit des éléments qui assurent la stabilité d'un ouvrage, c'est à dire de sa résistance aux sollicitations extérieures.

La construction est donc la somme d'éléments porteurs statiques nécessaires à l'équilibre d'un ouvrage.

Si cette définition est exacte, le critère essentiel ne peut être que la stabilité.

Mais on introduit d'autres critères de valeur actuellement, surtout, lorsque la discussion porte sur le rapport entre l'architecture et la construction.

Ainsi, on exige une forme, traduisant exactement les données statiques, et une utilisation aussi efficace que possible (fonctionnelle) de l'ouvrage selon le maximum de charges admissibles.

Mais ces exigences ne sont essentielles que pour des ouvrages à grande portée, où les matériaux sont sollicités jusqu'à la limite de leur résistance.

La forme ainsi que les dimensions d'un pont de 1000 m de portée sont entièrement dictés par la statique et la résistance des matériaux, tandis qu'une poutre de 10 m de portée pourra avoir des formes variées, car les matériaux ne seront jamais sollicités jusqu'à la limite de leur résistance dans ce cas.

Donc, plus il s'agit de petites portées, plus la détermination formelle est arbitraire et indépendante des données statiques.

L'exemple du pont illustre bien les possibilités de choix entre différents systèmes constructifs:

une portée de 1000 m exige une structure suspendue, tandis qu'une portée de 10 m permet n'importe quel type de structure.

La portée influence également le choix du matériau:

pour 1000 m, de portée, on est contraint à l'acier;

pour 10 m de portée, tous les matériaux sont à peu près applicables.

Or, la chance et le dilemme de l'architecture actuelle résident dans les possibilités de choix de systèmes statiques, et de matériaux, selon des critères relatifs d'efficacité qui dictent une forme adaptée aux diagrammes des moments et des efforts, et des sections minima nécessaires à la résistance.

Or, les seuls critères de choix d'un grand ouvrage d'art servent à assurer la stabilité, en adaptant la forme et les matériaux aux charges et aux réactions données.

Mais la construction en tant qu'architecture n'est pas seulement soumise aux critères statiques, car elle délimite des espaces, elle définit un élément plastique et constructif.

La forme d'un pont suspendu est purement et rationnellement fonctionnelle comme celle d'un marteau ou d'un bateau de compétition, dessiné au 19ème siècle.

Celle d'un ouvrage construit dépend de critères complexes, difficiles à déterminer, qui deviennent plus arbitraires, lorsque l'ouvrage s'éloigne du déterminisme des dimensions en tenant cas limite.

Ainsi, le choix des dimensions de colonnes, sur lesquelles repose un bâtiment bas n'est pas dicté principalement par les charges et par l'utilisation du matériau jusqu'aux limites de sa résistance, mais par des critères esthétiques et plastiques, par la volonté de donner une expression de légèreté ou de sécurité massive.

De même, la forme entièrement adaptée à la statique des cadres du rez-de-chaussée de l'UNESCO à Paris n'est pas une nécessité, mais répond surtout à la volonté de rendre intelligible le système porteur du bâtiment. Ainsi, en architecture, les critères de choix ne peuvent pas s'abriter derrière des besoins purement fonctionnels (comme pour les grands ouvrages d'art). Ils sont surtout d'essence esthétique. Ils font partie d'une liberté de choix arbitraire qui dépend de la volonté d'expression de l'auteur.

Or, le désir d'établir des théories déterminant les critères de choix provient du manque d'assurance que les archi-

tectes éprouvent actuellement dans le domaine formel.

Kenzo Tange, Tokio

#### Projet des salles de sport à Tokio

Projet: 1962

Exécution: 1963/64

(Pages 395-398)

Conscient des responsabilités d'un projet d'une telle ampleur, j'entends à remercier tous mes collaborateurs ayant permis la réalisation rapide de ses salles qui outre l'olympiade, devront encore longtemps servir les japonais pour leurs manifestations sportives.

Les principes constructifs sont élaborés par Yoshikatsu Tsuboi avec ses collaborateurs, l'architecture s'est faite en collaboration avec Koji Kamija et les membres du Urbanist and Architects Team. (Urtec.)

L'ensemble se compose d'une grande salle de 15 000 personnes, avec deux piscines servant également de patinoire, d'une petite salle de 4000 personnes avec un terrain servant à tous les jeux sportifs, et d'un bâtiment de liaison avec l'administration un restaurant et une promenade.

Le problème essentiel réside dans le choix du système porteur, qui, en occurrence est un système de structure suspendue pour des raisons statiques, vu la grande portée - économiques, car la concavité d'une structure suspendue occupe moins de place que la convexité d'une coupole qui se chauffe ainsi plus difficilement - et architecturales, car l'acier est un matériau dont on n'a pas encore tiré entièrement partie.

Personnellement, le choix de cette forme ouverte m'intéresse à cause de sa signification psychologique. Cette forme n'enferme pas, permet un passage naturel entre les deux salles et des agrandissements futurs faciles à réaliser. L'élément principal des salles est constitué par les câbles suspendus entre deux gros appuis et ancrés en bout des bâtiments. Les tribunes en demi-lunes, situées le long des câbles, sont incurvées dans leur partie supérieure pour permettre une meilleure vue. La couverture est suspendue entre les câbles et les tribunes: elle se compose de nombreux câbles et de poutres en acier. L'ouverture formée par l'espace entre les deux câbles sert de lanterneau. Les charges sont transmises aux fondations à travers l'infrastructure des tribunes. L'enveloppe extérieure courbe est raide par le rapport entre la courbure supérieure des tribunes et celle des câbles.

Comme le rapport entre l'espace et la construction s'intensifiait au cours de l'étude, les divers éléments sont difficilement perceptibles d'une manière isolée, maintenant.

Par exemple: l'emplacement des câbles est étroitement lié à la conception formelle des tribunes.

Toutes les données, autant que les participants responsables de la conception sont étroitement liés: le moindre changement avait tout de suite des répercussions sur d'autres domaines fonctionnels, constructifs, jusqu'à la conception spatiale même, où la meilleure visibilité restait déterminante.

Les plus grandes difficultés se présentaient pour la coordination de l'ouvrage, car les travaux avaient été confiés à des spécialistes qui risquaient de perdre la vue d'ensemble. Dès le début du chantier, les travaux avaient été décentralisés, ce qui rendait à peu près impossible un contrôle sur l'ensemble.

Finalement, un bureau d'étude sur le chantier qui groupait tous les spécialistes améliorait la situation.

Comme l'aménagement spatial avait été confié à environ 20 personnes, dont chacun avait ses propres idées formelles, la coordination en était difficile. Or l'unité de forme est indispensable pour un espace aussi gigantesque. Malgré l'utilisation du module, il avait été difficile de penser en m et en cm, lorsque les dimensions sont de l'ordre de grandeur de 100 m.

Je n'estime pas avoir atteint cette unité formelle: Pour la réalisation de la structure tendue de la couverture une infrastructure comprimée était nécessaire.

Ainsi, l'arc constitue le principe de base des constructions en béton; mais auquel on ne s'est pas tenu strictement.

Quoique la salle soit déterminée par l'acier des grands câbles et le béton des grands appuis, on y rencontre en plus une foule de matériaux comme l'aluminium, le verre, des plaques blanches, du marbre etc. qui gênent un peu l'effet d'unité.

Dans la petite salle, c'est presque exclusivement du bois qui accompagne les matériaux de la structure. Les couleurs dominantes sont le gris et le brun.

Pour résoudre les problèmes spaciaux, il y avait une collaboration avec des sculpteurs et des peintres. (Sculpture de Seiji Shimizu dans le grand foyer, céramique murale de Yasuo Mizui au foyer de la petite salle.) On a cherché une intégration des arts, et on propose une collaboration étroite avec des sculpteurs même pour la conception architecturale.

La conception des meubles fait également partie de l'étude d'ensemble (sièges empilables en polyester de Sori Yanagi, meubles pour salles de séances, restaurants et locaux représentatifs etc.).

La conception du bâtiment de liaison n'avait été déterminée que bien après la définition formelles des salles de sport, lors de l'étude des aménagements extérieurs et des accès. Ce bâtiment-route, servant essentiellement de liaison est un couloir, le long duquel se situent les bureaux administratifs et en bout le restaurant et un bassin d'entraînement. La toiture accessible devient une promenade pour les visiteurs des deux salles de sport. L'implantation des bâtiments sur le terrain ainsi que l'Intégration urbanistique cependant, ne sont pas satisfaisantes.

Visuellement, le terrain est trop petit pour une telle masse construite. Or, il n'y a pas assez de parkings pour les 10.000ers de spectateurs.

En outre, il avait été nécessaire de créer un passage pour piétons à l'entrée Harjuji qui n'est pas réussi. Il est également regrettable que l'entrée Shibuya se situe dans une région d'une telle densité urbaine. Les bâtiments qui l'entourent, comme l'hôtel de ville les administrations et les immeubles de bureaux pourtant construits récemment sont d'une qualité et de fonctions si inégales qu'ils ne formeront jamais une unité satisfaisante avec les salles de sport.

#### Conception structurale

(Pages 399-404)

##### A. Grande salle de sport:

Infrastructure:

Elle se compose de deux arcs orientés l'un vers l'autre avec un angle de 180° qui prennent naissance à l'appui et mènent vers le pylône d'en face.

Dans la région centrale, les arcs s'élèvent du sol pour se départager en éléments de garde-fou et de couverture.

Les appuis et les fondations des pylônes sont reliés entre eux par des câbles de traction. Comme les appuis ne se trouvent pas dans un seul plan, ces câbles sont pliés. Pour recevoir les charges de la couverture, les parois sont nervurées aux abords des pylônes. Dans la zone centrale, les poutres suspendues de la couverture sont fixées aux éléments départagés des arcs, pour transmettre les charges au sol des tribunes qui a la fonction d'un sommier couché.

Couverture:

Deux câbles de 33 cm de diamètre, composés de 31 fils d'acier de 52 mm de diamètre et de 6 cordes de 34,5 mm de diamètre, sont tendus dans le sens longitudinal de la salle à travers deux pylônes et ancrés dans deux fondations.

La distance entre les pylônes est de 126 m, la flèche maxima est de 9,635 m. Les câbles sont reliés entre eux par des éléments qui maintiennent la distance et au centre par une construction réticulée. La distance maxima est de 16,80 m et de 2,58 au droit du pylône.

Perpendiculairement aux câbles principaux se trouvent des poutres suspendues qui s'appuient d'une part au câble de traction par un appui articulé et d'autre part au bord en demi-lune supérieur des tribunes. Hauteur entre 50 et 100 cm, épaisseur de l'âme 12 mm, dimensions des ailes: 22/190 mm.

L'ingénieur en dit:

Le premier projet prévoyait des câbles également pour la structure secondaire. Or, la forte courbure de la toi-

ture désirée par l'architecte s'avérait inéconomique, ainsi, on avait abandonné les câbles pour des poutres travaillant à la traction ainsi qu'à la compression. Lors d'un cas de charge asymétrique, les poutres servent de raidissement. La distance entre les poutres est de 4,50 m.

Perpendiculairement aux poutres suspendues, il y a des cordes passant par des ouvertures dans les poutres qui servent à la précontrainte de l'ensemble.

La toiture se compose de plaques métalliques dont les raccords sont soudés. Comme la surface a une double courbure, un effet statique supplémentaire semblable à un effet de voile est provoqué par les plaques métalliques soudées entre elles. B. Petite salle de sport:

Infrastructure:

En plan elle forme un arc de cercle qui s'ouvre entre l'appui et le pylône. L'arc mène vers la fondation de l'appui et du pylône et s'élève dans la partie centrale au-dessus du sol. L'arc est départagé au centre d'une manière semblable à celui de la grande salle, pour former des cintres supérieurs et inférieurs qui sont reliés entre eux par des éléments à effet de cadre. Les extrémités sont massives. Les éléments verticaux reçoivent les poutres suspendues de la couverture.

Couverture:

Un tube d'acier en spirale relie la pointe du pylône avec l'appui. Le tube est relié au pylône par des éléments qui maintiennent la distance.

Entre le tube en spirale et l'appui en béton armé circulaire sont disposées des poutres suspendues qui reçoivent la toiture composée de plaques en acier soudées entre elles.

#### Passerelle pour piétons franchissant un auto-route

(Pages 405-410)

Exercice pratique du cours de «Construction Pratique» de la section d'architecture de l'Ecole Technique à Stuttgart (prof. Dr.-Ing. Curt Siegel).

Les projets de construction pratique doivent faire prendre conscience l'étudiant des possibilités de réalisation de ses idées architecturales, car les maquettes, illustrant bien ses idées plastiques permettent trop facilement l'escamotage des incompatibilités statiques et constructives.

Par ailleurs, les projets uniquement basés sur une logique de calcul n'impliquent pas forcément des qualités architecturales.

Ainsi, lors de l'élaboration d'un projet, la conception architecturale est indissociable d'une idée constructive, dont l'importance équivalente à l'idée créative implique des répercussions sur l'expression architecturale dans l'étude poussée d'un projet.

Les sujets d'étude préférentiels qui permettent la prise de conscience de cette interdépendance sont:

station de funiculaire, hangar d'avions, château d'eau, salle de sports, tremplin de ski, gare, tribunes etc.

Le problème présent posé aux étudiants des semestres supérieurs est inscrit dans un contexte réel qui tient compte de facteurs autres que techniques: cette passerelle pour piétons est reliée avec un parking, elle doit tenir compte de l'échelle humaine (gravier les escaliers, prendre des tournants à pied etc.), et le terrain concret est accidenté.

3 types de solutions de principe sont écoulés de cette étude faite par 40 élèves:

ouvrages résistants à la flexion, à la compression et à la traction, dont les aspects formels sont le résultat immédiat du système choisi.

D'ailleurs, la conception de base doit déjà exprimer lisiblement le système statique adapté.

Après avoir choisi le système, il s'agit de calculer les sections essentielles pour dimensionner l'ouvrage et vérifier sa forme.

Un calcul statique complet n'est ni le but, ni le devoir de l'architecte. Il lui suffit de pouvoir établir des dimensions approximatives qui découlent surtout d'une compréhension du fonctionnement des divers systèmes statiques.

La vérification du projet par une maquette d'étude est indispensable. Les maquettes consistent donc l'essentiel de ce projet, à part d'un rapport descriptif exposant la déduction intellectuelle et la méthode de travail de chaque élève, des calculs sommaires, des esquisses et des plans.



Les projets présentés veulent également illustrer que la statique est une partie intégrante de l'architecture et que sous cette forme elle ne suscite plus cette horreur traditionnelle chez les étudiants, car ils ne se sentent pas limités dans leur travail créatif, mais secondés, car leurs travaux perdent ainsi leur part de dilettantisme.

Martta et Ragnar Ypyä, Helsinki

## Ecole Spéciale Bancaire de Pohjoismaiden Yhdyspankki Vuosaari près de Helsinki

(Pages 411-418)

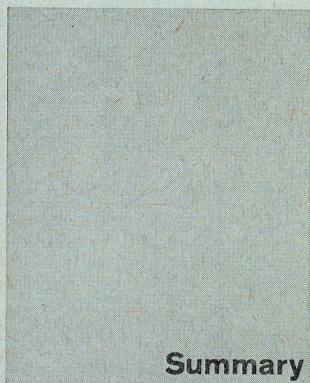
L'ensemble se compose de salles de cours séjours, salles à manger et dortoirs, car les cours pour toute la Finlande sont concentrés à cet endroit. En outre, on a les locaux représentatifs de la banque et un hôtel.

Donc, en plus des problèmes dus à la complexité du programme, il y a celui du niveau social très différent des divers occupants de l'ensemble. Le terrain se situe sur une pente sud au bord de la mer. Il est couvert d'une forêt peu dense, de blocs erratiques et d'une végétation basse épaisse.

Pour s'intégrer à ce paysage, le parti est pavillonnaire. Au nord, 5 volumes forment un angle ouvert pour les accès. Ils comprennent l'administration, les salles de cours, de séjour et à manger avec les cuisines et les logements pour employés. L'hôtel s'oriente sur le lac. Au bord de l'eau on a en plus un sauna, des tremplins etc. Les bâtiments principaux sont reliés entre eux par des passages couverts vitrés.

La partie ouest de l'hôtel est destinée aux hôtes extérieurs, la partie est sur deux niveaux, comprend les chambres des internes, orientées au sud et vers le lac. Accouplées par deux, les chambres peuvent être subdivisées par des parois pliantes de manière à satisfaire aux diverses exigences, selon le niveau social des hôtes. Une telle unité peut comprendre de un à quatre lits. Les trois petits pavillons carrés au centre du terrain sont destinés respectivement à l'administration et à la réception, avec à l'étage des salles de cours, à des séances en auditoire subdivisible et à la restauration. L'étage supérieur de la cantine comprend des salons de réception pour la banque. Les services, à l'écart de l'accès des visiteurs sont situés au sous-sols des logements pour employés.

La structure est, soit squelettique, soit composée de parois intérieures pleines porteuses. Or, les matériaux apparents sont indépendants à la conception statique. On ne souligne pas non plus la flexibilité intérieure relativement simple. Le plan masse est agréable, sans pour autant exprimer un parti fort. Le charme de l'ensemble réside dans l'exécution soignée et depuis l'étude poussée des détails architecturaux.



## Summary

### Sports Arena and Exhibition Hall in Genoa

(Pages 380-383)

Plan: gruppo studio palasport, Genova  
Coordinator: Franco Sironi

Architects: Lorenzo Martinoia, Franco Sironi

Engineers: Leo Finzi, Remo Pagani

This plan was also subscribed at the time of the competition by P. L. Nervi, A. Nervi and L. Daneri.

This circular hall with a diameter of 160 meters, a maximum height of 27 m.,

comprises an arena permitting the setting up of a track for cyclists 222.22 m. in length. The playing field is 40 x 70 m. The hall is equipped with all the necessary installations for a skating rink, a boxing ring with 10,000 spectators, a track with 7000 spectators and an exhibition surface of 30,000 sq. meters.

The structural idea is based on the notion of adaptation to the various uses of the hall by means of different systems:

whereas the sports field requires a clear surface without supports, an exhibition area can very well be subdivided. This idea has likewise dictated the plan of the hall. The building comprises a central tract intended for sports events and an external zone used for exhibitions. The exterior ring is of reinforced concrete. At each girder level there are two supports arranged radially to receive the sleepers of the roof structure. The sleepers of the ground floor have a large canopy projecting outwards, a small one inwards, those on the first floor the reverse arrangement, and those of the roof canopies projecting in both directions. Thus, the interior heights, especially those above the exhibition surface vary greatly and produce highly differentiated volumes. The exhibition hall is of reinforced concrete, whereas the roof above the sports arena is composed of a network of cables made up of two bundles of pre-stressed steel cables anchored at the head of the canopy sleepers. In the centre, they are separated by a spreader system with the shape of a hyperbolic paraboloid. The upper bundle serves as support to a roof of translucent synthetic plates.

The cable tractions are taken up on the periphery by a compression ring which transmits the normal constant loads and the oblique variable loads to the heads of the sleepers. Thus, this construction, which in itself is logical, is directly in keeping with the requirements of the program:

a light steel cable construction spans a large space and a solid reinforced concrete onstruction serves to anchor the whole building.

Heinz Isler, Burgdorf

### Technique and typology of concave shell constructions

(Pages 384-388)

When you expose a soap bubble formed within a framework to a slight pressure on one side, there is formed a swelling on the other.

According to the choice of the framework and the intensity of the pressure, there results a multitude of shapes which are all endowed with the following ideal characteristics:

minimal surfaces  
the radius of Gauss curvature is constant throughout the entire surface  
the soap bubble everywhere undergoes the same traction  
the bubble does not undergo thrusts nor moments

When there is employed a rectangular or square framework, there is obtained a sort of hill the shape of which could be more or less applied to concave shells.

If this shell is supported by oblique props around its entire periphery, its own weight and the snow load have the same effects as the pression on the soap bubble.

The reactions change only their sign, for the force of gravity is downwards and the gas pressure upwards.

The shell thus reacts only to compression; its reactions are everywhere equal; it does not undergo thrusts nor moments.

By addition of loaded elements, it is possible to replace the oblique supports by four single corner supports.

However, the normal reactions are no longer equal throughout the shell, but they nowhere constitute traction reactions, and the thrusts and the bending moments are very small. This concave shell supported at the corners is a roof element that is ideal for hall constructions of all kinds.

Even a single shell offers advantages: an interior space that is support-free, free lateral span and a high degree of architectural unity.

The simplicity of the shape of the roof reveals the physical laws involved. When one juxtaposes these shells, one can create halls of indeterminate length, whose interior is support-free.

However, as the length of the shell is comparable to its width, even very long halls preserve an expansiveness that is in no way constrictive.

However, the real advantages of these shells emerge only when assemblages are effected in both directions. As the supports are located only at the junctions of the corners of the shells, large spaces can be roofed over with a minimum of intermediate supports: a fourelement hall comprises but one intermediate support, a nine-shell hall only four. The order of size of this type of shell executed during the last few years in many countries ranges from 300 to 400 to 500 sq. meters. There have been erected mainly square elements, but there are also rectangular elements.

Now then, it is possible to obtain surfaces with a base of 1600 sq. meters beneath one single shell supported at the corners.

Despite the economy of this type of construction, a large hall of nine elements has not yet been realized (40/40 m.: 14,400 sq. meters).

Examples: cf. Illustrations

The standardized sizes which are desirable owing to the coverings could be held to in only 60% of the cases, because the size and the shape of the given sites required a special adaptation in each individual case.

The large skylights of polyester guarantee adequate illumination for the halls (dome with 5 meter diameter for a shell covering 300 to 400 sq. meters).

For the calculations, it is necessary to take into consideration the fact that a skylight of this type furnishes at least double the light of lateral windows.

Now then, the orientation of the elements is of no consequence.

By means of electric mechanism, or pneumatic or hydraulic ones, the skylights can be raised to assure excellent ventilation without draughts. The heat that accumulates beneath the dome in summer can pass out directly. Without great modifications, the peripheries of the shells can be transformed into travelling stages, use being made of the same sections for the cables. Light cranes (1 to 2 t) can be directly anchored in the shell with local reinforcement. The execution of these shells is extremely rapid. It is a kind of pre-fabrication. As these coverings are water-tight from the start, the interior fittings can be effected at any time.

The rough work on a shell measuring 100 sq. meters, for example, requires about 10 to 14 days with a trained crew, and an equal additional length of time for the reinforcement.

These shells have minimal surfaces, which means savings on material costs. Only the building of the coffering is more complicated than on conventional projects. Now then, a system of structural elements that are very simple cuts down this difficulty greatly.

The long-term resistance of shells is little known. It would therefore be interesting to observe already constructed projects.

Dimensions of the largest construction of this type: 54/58 m.: 3200 sq. meters covered by a single shell. Results:

The diagrams show the vertical deformations of the shell during the first four years. At the beginning, there can be ascertained a swelling due to the prior stress. In the centre, there are shown the deformations registered during a sunny day. The last point indicates the state four years after execution.

It will be noted that the maximal sag is less than 15 mm., which is equivalent to one 5000th of the diagonal span. According to the admissible tolerances, there could be accepted a sag of 26 cm.

As the thickness of the shell at the summit is 15 cm., thus equivalent to that of a building deck whose span is 100 times smaller, it can be said that shells with double curvature are economically feasible.

The shape of these shells, moreover, by no means depends on a rectangular or square plan and on right angles.

Other shapes can be elaborated by experimenting on models.

The following drawings show some concave shapes which are integrated in a system of lines and points.

The sketches of theoretical principles, published in B+W 8/59, have in the meantime been developed and applied. It is certain that the near future will open up numerous possibilities on the

above-described basis permitting the construction of shells that are formally and functionally satisfactory.

Harrison and Abramovitz, New York

### Auditorium of the University of Illinois, Urbana

Engineer: Amman and Whitney

Completion: 1963

(Pages 389-393)

This polyvalent hall is situated on a square site, surrounded by roads and a parking ground accomodating 2000 cars. The sharply ribbed dome on an oblique foundation dominates the whole.

Curving ramps give access to the entrance level, intermediate, from where there can be reached, up and down, the seats, which slope up steeply around the arena. The semisubterranean utility level, accessible via stairs from the entrance, but with direct access from the outdoors, comprises the box offices, offices, assembly rooms, restaurants, kitchens and sanitary facilities for visitors. The basement level accomodates cloakrooms, lavatories and storerooms.

The round arena with 15,863 fixed seats along with supplementary seating is designed for meetings, sports events, concerts and dramatic performances. By means of movable partitions there can be created an autonomous area having the shape of the chord of a circle, with 4200 seats.

The hall is entirely air-conditioned and is constructed of reinforced concrete. The canopy is composed of 24 curved elements, constituting a net structure. At the top they are pulled together by a compression ring, and at the base by a traction ring. Thus, this is not a shell construction.

Execution began with the traction ring and the compression ring starting from a freestanding scaffolding. Then, the ribs were poured in pairs facing each other. The foundation is also reticulated. It transmits the loads from the dome to the recessed supports, and supports the lower grandstands.

While the compression ring, the reticulated structure of the dome, the traction ring and the reticulated structure beneath this ring are of light concrete, the supports and the circular foundations connecting the supports are of heavy concrete.

The diameter of the base of the dome is 121 meters, the height of the top is 18.20 m. The thickness of the reticulated structure is uniformly 8.9 cm., its maximum height is 2.27 m. Under the structure there has been introduced a water-bar and an insulation layer of agglomerated cement and wood plates 5.08 cm. thick. The exterior insulation is assured by 4 layers of synthetic material. Rain water is taken by a gutter housing the traction ring and is led to the ground via the cavities of the reticulated structure. Critical Commentary:

In comparison with other halls of these dimensions, the purely functional structural conception is clearly in evidence. The arena is set off on the inside by the rows of seats and by the dome. What delimits the interior volume is visible plastically and structurally on the outside.

This clarity is due to the absence of exterior pillars, like those on the sports arena in Rome, for instance. On the contrary, it is the foundation of the lower grandstands that serves as support for the dome. This is a simple and logical resolution of the problem, but one that is difficult to carry out. The recessed oblique glazing of the ground floor emphasizes the vigour of the architectural conception.

Now then, criticism can be made of the formal design of the actual dome, and especially of the unions between the traction ring and the reticulated structure, as well as of the shape of the ribbing. The double curvature of the construction jeopardizes to some extent the clear visual impression of the complex.

Jürgen Joedicke, Stuttgart

### Architecture and construction

(Page 394)

Despite the importance of the term "construction" in the parlance of architects, it remains an ambiguous word.