

# 04/05 steeldoc

Stades



## Une aile d'avion pour toit

**Maître de l'ouvrage**

Coop, Suva, Winterthur Leben

**Architectes**

Architektengemeinschaft Luscher/Schwaar & Rebmann

**Ingénieurs**

Beyeler Ingenieure AG, Berne  
Electrowatt Infra AG, Zurich

**Année de construction**

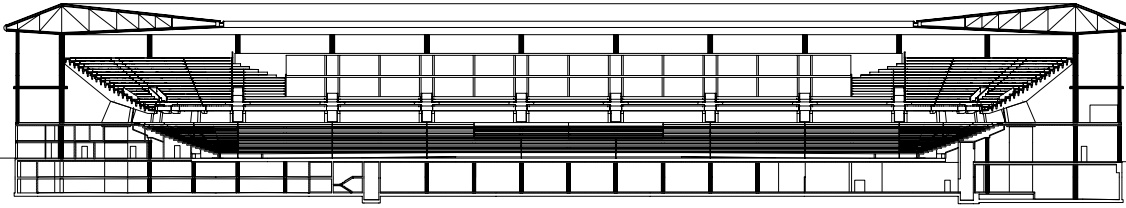
2005



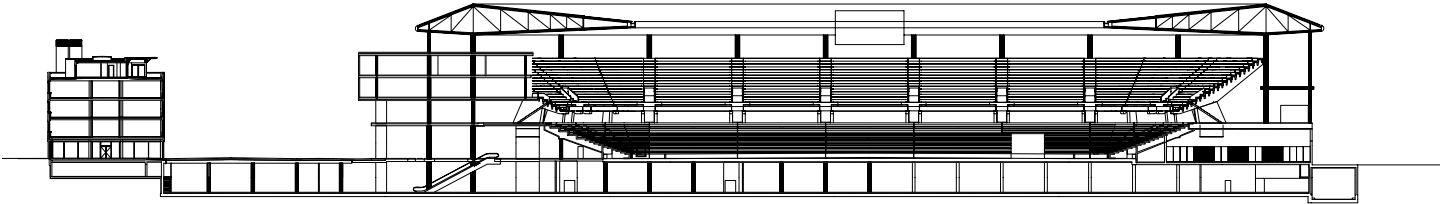
**A l'emplacement de l'ancien stade de football de Wankdorf, s'élève, à présent, un édifice à fonctions multiples servant également de stade national à l'Association suisse de football. Au-dessus du nouveau stade flotte une structure légère en acier alors qu'un tissu semi-transparent en acier l'enveloppe.**

L'ancien stade de Wankdorf devait sa notoriété au « miracle de Berne », la finale mémorable du championnat du monde 1954 entre la Hongrie et l'Allemagne. Cependant, son état ne répondait plus aux exigences actuelles de sécurité et de confort. Dès la fin des années 1980 déjà, l'entrepreneur Bruno





Coupe en long



Coupe transversale

Marazzi a développé un projet pour un nouveau stade dont il s'est fait le promoteur. Dès le début, il était évident que le financement d'un aménagement voué exclusivement au sport n'était pas possible. Afin de rentabiliser le projet, il fallait le compléter par d'autres fonctions. Ainsi, on y avait ajouté un cinéma multiplexe de dix salles, un hôtel, des bureaux offrant 500 places de travail et l'inévitable centre commercial pour attirer les consommateurs tous les jours.

En 1998, un premier concours d'architecture a été organisé entre douze participants, où le projet du bureau des architectes zurichois Rebmann, Rebmann, Meier a été classé en tête. Toutefois, en 1999, la ville de Berne a imposé un nouveau concours entre les cinq participants primés, sur la base du projet de Rebmann. Cette fois-ci, le mandat a été attribué au groupe formé par l'architecte lausannois Rodolphe Luscher et son partenaire bernois Schwaar & Partner (2e prix l'année précédente) auquel le bureau Rebmann a été intégré. En 2000, un plan était prêt, mais le projet d'un multiplexe se heurtait à des oppositions, ce qui a nécessité un nouveau remaniement avec davantage de surfaces de bureaux à la place du cinéma et de l'hôtel. Les travaux pouvaient enfin commencer et l'ensemble a été inauguré au milieu de l'année 2005. L'Association suisse de football l'a aussitôt baptisé «Stade de Suisse».

Si les premiers projets proposaient une combinaison intéressante entre l'ovale du stade et les autres volumes, réunis sous un toit flottant, le projet réalisé est plus modeste. La toiture rectangulaire est supportée par des colonnes en béton armé se succédant à un rythme régulier. Elle est constituée par des poutres en treillis de 40 m de long, se projetant en porte-à-faux au-des-

sus du terrain de jeu. A l'origine, elle devait bénéficier d'un éclairage multicolore depuis l'intérieur. Côté sud du stade, un volume contient, au quatrième niveau, des loges louées à des entreprises. Les deux tribunes, répondant aux directives sévères de la FIFA et de l'UEFA, offrent 52 000 places assises. Conformément aux conceptions actuelles, les tribunes sont placées aussi près que possible du terrain. Pour d'autres manifestations, comme des concerts, l'édifice offre jusqu'à 40 000 places.

#### Toit flottant en acier

Le toit sert en première ligne au confort des spectateurs ; il recouvre, en effet, toutes les places assises ou debout des tribunes. Mais il est aussi appelé à remplir d'autres fonctions. Ainsi, la plus importante centrale d'énergie solaire de Suisse y est aménagée couvrant une surface de 5300 m<sup>2</sup>. Une plateforme surplombant le toit permet de la contempler au cours d'une visite mémorable. En outre, le toit abrite diverses installations techniques : affichage LED, éclairage, haut-parleurs, microphones, caméras vidéo, chemins de câbles, conduites d'évacuation des eaux et passerelle d'entretien.

Naturellement, le toit doit répondre aux exigences statiques et techniques, mais il doit aussi exprimer l'intention esthétique des architectes : telle une aile d'avion, il doit « flotter » au-dessus du stade. Cette idée a guidé la conception de la couverture du toit qui enveloppe la structure, y compris le porte-à-faux de 29 m. La face inférieure du toit est revêtue de caissons métalliques. Grâce à des plaques en polycarbonate, le bord du toit, sur une largeur de 8 m, est transparent afin d'éviter des ombres trop nettes sur le terrain.



Le bord intérieur du toit est couvert de plaques transparentes en polycarbonate pour éviter les ombres trop nettes sur le terrain de jeu.



### Structure porteuse

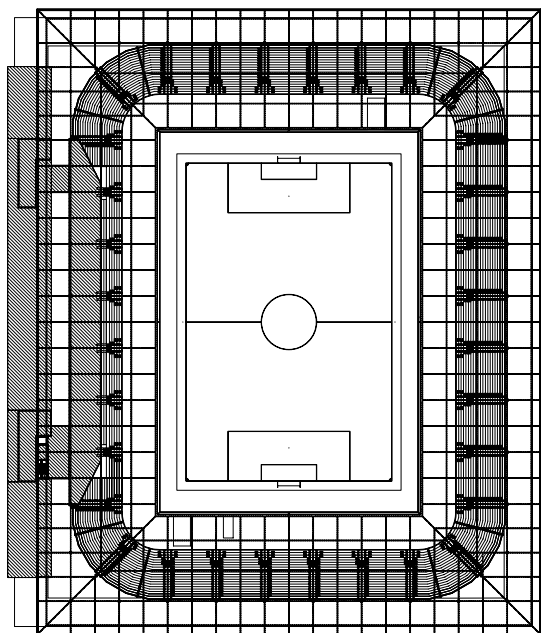
La structure du toit comprend 40 poutres en treillis principales, distantes de 16,00 m ou de 17,16 m. Ces poutres, d'une hauteur maximale de 5,10 m et longues de 40 m, dont 29 m en porte-à-faux, s'appuient sur des poteaux en tube d'acier de Ø 815 mm et sont ancrées à leur extrémité extérieure par des tubes d'acier de Ø 457 mm. Cette structure principale est complétée par des poutres transversales et des poutres secondaires. Ainsi, la portée des pannes a pu être réduite respectivement à 8,00 et 8,58 m. Les charges déterminant les dimensions sont celles dues à l'action de la neige et du vent.

Pour le raidissement de la structure, des entretoises sont aménagées dans les plans inférieur et supérieur. La stabilisation horizontale du toit, contre l'effet du vent et du séisme, est assurée par les poteaux qui sont maintenus, sur une longueur de 11 m sur 15, par des poutres préfabriquées en béton armé des tribunes. A noter que la rigidité de ces poutres est dix fois plus importante dans le sens transversal que dans le sens longitudinal.

### Montage

Malgré les grandes portées, la structure ne pèse, sans les poteaux, qu'environ 75 kg/m<sup>2</sup>. Ayant une surface de 24 000 m<sup>2</sup>, son poids total s'élève quand même à 1800 t, à quoi s'ajoutent 500 t pour les poteaux ainsi que 500 t pour un radier en construction mixte. L'organisation du montage a été déterminée par les possibilités de transport et de stockage sur place ainsi que par la capacité des engins de levage disponibles. Dans une première phase, le « sac à dos » a été mis en place, c'est à dire la ceinture extérieure de la structure. Le montage de la partie en porte-à-faux a suivi dans une seconde étape. Les éléments de dimensions plus petites ont été assemblés, sur le futur terrain de jeu, en unités plus importantes, d'une longueur correspondant à deux portées entre les poteaux.

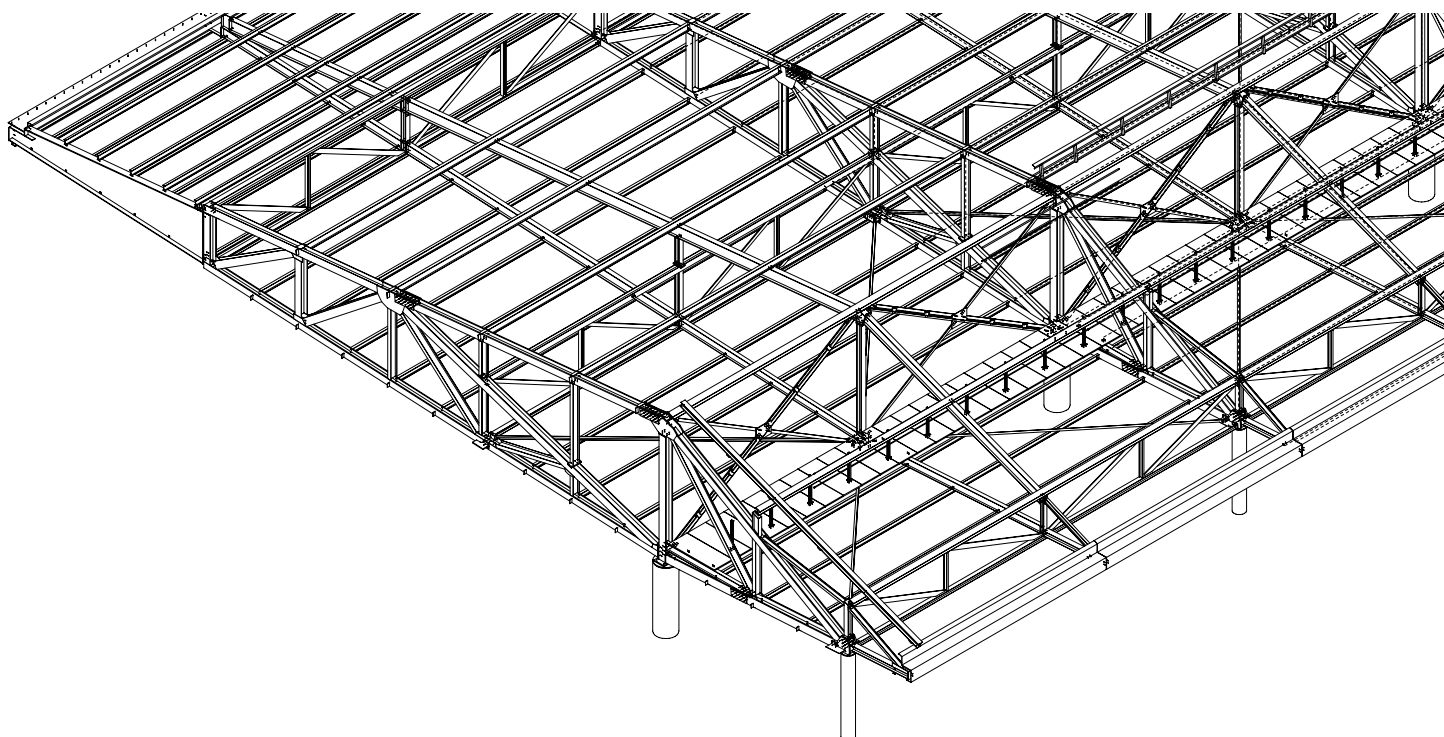
Une enveloppe en acier pour plus de lumière et d'air  
Les tissus métalliques ont été employés, pour la première fois dans l'architecture, par Dominique Perrault dans la nouvelle Bibliothèque Nationale à Paris. Depuis lors, d'autres architectes éminents, comme Jean Nouvel, Norman Foster ou Mario Botta, ont eu recours à ces tissus métalliques semi-transparents pour l'agencement des façades. Pour l'enveloppe du Stade de



Stade de Suisse – vue sur le toit



Pour donner l'impression d'une aile d'avion, la structure en acier est entièrement recouverte.



Isométrie de la structure en acier

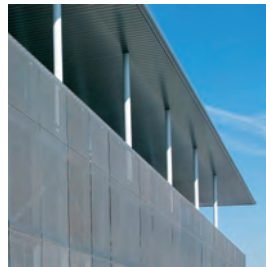
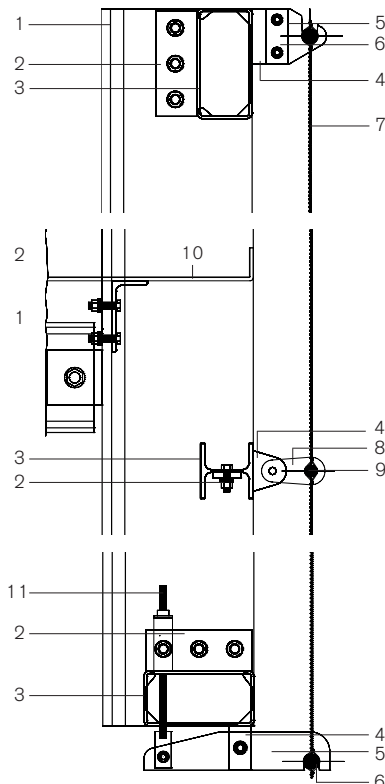


Le tissu en acier est un matériau résistant aux intempéries. Avant son application, on a procédé à des essais physiques.

Suisse, on a utilisé un tissu de câble en acier fin. Pour éviter les effets désagréables comme des vibrations et des battements, tous les tissus ont dû être précontraints et les forces d'ancrage nécessaires ont dû être introduites dans les tissus aux points de fixation. Comme les structures en câbles ne peuvent pas transmettre des efforts dans une direction perpendiculaire à leur axe, ceux-ci ont dû être repris par les fixations qui devaient donc aussi permettre certaines déformations. Ainsi, les lés suspendus se balancent au vent sans lui offrir de résistance. Les dés ont une longueur de 8 à 10 m et une largeur allant jusqu'à 4,5 m. Par mesure de précaution, on a procédé à des essais préalables en soufflerie et des mesures destinées à déterminer l'effet de la formation de glace. (ef)

Coupe vertical à travers la façade métallique

- 1 Sous-construction
- 2 Raccord à la sous-construction
- 3 Profilé porteur
- 4 Raccord au profilé porteur
- 5 Suspension de la façade en tissu d'acier inoxydable
- 6 Élément porteur de la façade 26 mm
- 7 Treillis en acier inoxydable du type omega 1520
- 8 Attache oscillante des éléments de façade en tissu métallique
- 9 Barre ronde pour suspension intermédiaire 20 mm
- 10 Passerelle en tôle striée
- 11 Ressort à tension 34 mm (132,5 N/m<sup>3</sup>)



**Lieu** Stade de Suisse, Papiermühlestrasse, Berne  
**Maître de l'ouvrage** Coop, Suva, Winterthur Leben  
**Architectes** Architektengemeinschaft Luscher/Schwaar & Rebmann ; Rodolphe Luscher, Lausanne ; Schwaar und Partner, Berne ; Felix Rebmann, Zurich  
**Entreprise générale** Marazzi Generalunternehmung AG, Muri bei Bern  
**Ingénieur civil** Beyeler Ingenieure AG, Muri bei Bern  
 Electrowatt Infra AG, Zurich  
**Construction métallique** ARGE Baltensperger AG, Hôri et Schneider Stahlbau AG, Jona  
**Tissu de la façade** E. Pfister & Cie AG, Dietlikon (étude par Ingenieurbüro Lenz, Steinen (D) et Wolke AG, Lengnau BE)  
**Quantité d'acier** environ 3000 t (poteaux et radier inclus)  
**Surface du toit** environ 23 000 m<sup>2</sup>; dont 19 000 m<sup>2</sup> en tôle et 4000 m<sup>2</sup> en matériau transparent  
**Coût global** 350 millions de francs suisses  
**Coût du stade** 70 millions de francs suisses  
**Année de construction** 2005

# Impressum

steeldoc 04/05, décembre 2005  
Construire en acier  
Documentation du Centre suisse de la construction métallique

Editeur :  
SZS Centre suisse de la construction métallique, Zurich  
Evelyn C. Frisch, Directrice

Conception graphique :  
Gabriele Fackler, Reflexivity AG, Zurich

Rédaction et layout :  
Evelyn C. Frisch, Zurich

Traduction française: Pierre Boskovitz, Sainte-Croix

Crédits photographiques :  
Page de titre : Stade Olympique de Berlin, Fritz Busam  
Editorial : Athènes ; Palladium Photodesign  
Barbara Burg + Oliver Schuh, Cologne  
Site olympique à Athènes : Palladium Photodesign  
Barbara Burg + Oliver Schuh, Cologne  
Stade Olympique de Berlin : Heiner Leiska (pp. 12, 14, 16) ;  
Fritz Busam (p. 13) ; gmp (p. 16 en haut, p. 17)  
Allianz Arena à Munich : Allianz Arena München GmbH, Munich  
(p. 18 en haut, pp. 20, 21) ; Christoph von Haussen/artur,  
Cologne (p. 19)  
Waldstadion à Francfort : Heiner Leiska ; Boris Roessler/dpa  
(p. 24 en bas) ; gmp (p. 24 en haut, p. 25)  
Stade de Suisse à Berne : Philipp Zinniker, Berne

Sources :  
Les informations sur les projets et les plans proviennent des  
bureaux d'étude respectifs.  
Stade Olympique de Berlin, Allianz Arena à Munich, Waldstadion  
à Francfort : textes et plans de détail repris de Dokumentation  
590, avec l'aimable autorisation du Stahl-Informations-Zentrum,  
Düsseldorf ; rédaction : circa drei, Munich

Administration, abonnements et vente de numéros isolés :  
Andreas Hartmann, SZS

Impression :  
Kalt-Zehnder-Druck AG, Zoug

ISSN 0255-3104

Abonnement annuel Suisse CHF 40.-/étranger CHF 60.-  
Numéros isolés CHF 15.-  
Sous réserve de changements de prix.

Construire en acier/steeldoc® est la documentation d'architec-  
ture du SZS Centre suisse de la construction métallique et paraît  
quatre fois par an en allemand et en français. Les membres du  
SZS reçoivent l'abonnement ainsi que les informations techni-  
ques du SZS gratuitement.

Toute publication des ouvrages implique l'accord des architectes,  
le droit d'auteur des photos est réservé aux photographes. Une  
reproduction et la traduction même partielle de cette édition n'est  
autorisée qu'avec l'autorisation écrite de l'éditeur et l'indication  
de la source.