04/05

steeldoc

Stades

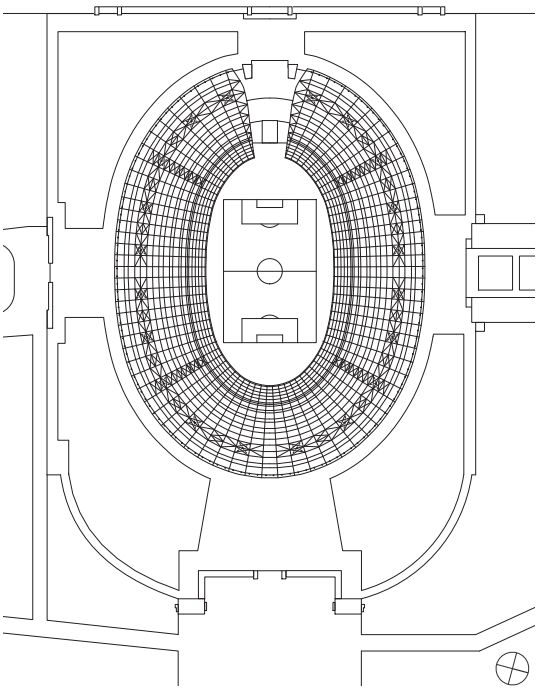
Une vaste tente céleste sur Berlin

Maître de l'ouvrage
Land de Berlin, représenté par l'Administration du Sénat pour le développement urbain

Architectes
gmp architectes : von Gerkan, Marg und Partner, Hambourg/Berlin

Ingénieurs
Krebs und Kiefer, Darmstadt/Berlin,
Schlaich, Bergermann und Partner, Stuttgart

Durée des travaux
juillet 2000 à juillet 2004



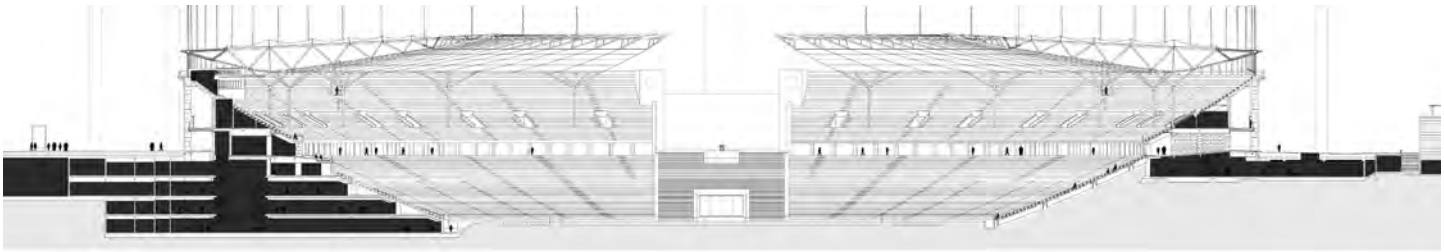
Comme temple de la culture du corps, le stade Olympique de Berlin a connu, en 1936, un sommet mémorable. Par une intervention architecturale prudente, l'ouvrage, bénéficiant de la protection des monuments historiques, a été modernisé et transformé en un pur stade de football. La nouvelle couverture des tribunes constitue un prolongement du vénérable édifice et y ajoute, en même temps, une présence imposante.

Le stade olympique de Berlin fait partie du « terrain de sport du Reich » construit en 1934–1936 pour les jeux olympiques d'été, selon les plans de l'architecte Werner March. La porte de Marathon interrompt, côté ouest, le large ovale du stade avec des tribunes à faible inclinaison pour ouvrir une échappée sur le Maifeld et le Glockenturm. L'ensemble, datant de la période du national-socialisme, est classé monument historique.

La transformation du stade olympique en une arène polyvalente, répondant en même temps aux exigences footballistiques, nécessitait des travaux d'assainissement et de modernisation importants, dont la couverture complète des tribunes n'était pas le moindre. La toiture est une structure légère en acier, en porte-à-faux, continue et constante dans sa conception. Celle-ci permettait non seulement la discontinuité de la toiture à l'endroit de la porte de Marathon pour

La toiture légère prend sous ses ailes le monument. Les 20 poteaux arborescents et une série d'appuis en périphérie du toit constituent les seuls points de contact entre l'ancien et le nouveau.

Vue ouest



Coupe transversale

La discontinuité marquée des tribunes à l'endroit de la porte de Marathon trouve sa contrepartie dans celle de la toiture.

Les spectateurs VIP sont accueillis dans des loges et des locaux de réception avec des sièges confortables. Ici, la substance originale a été conservée autant que possible.

conserver l'échappée historique, mais également le montage sans interruption de l'exploitation.

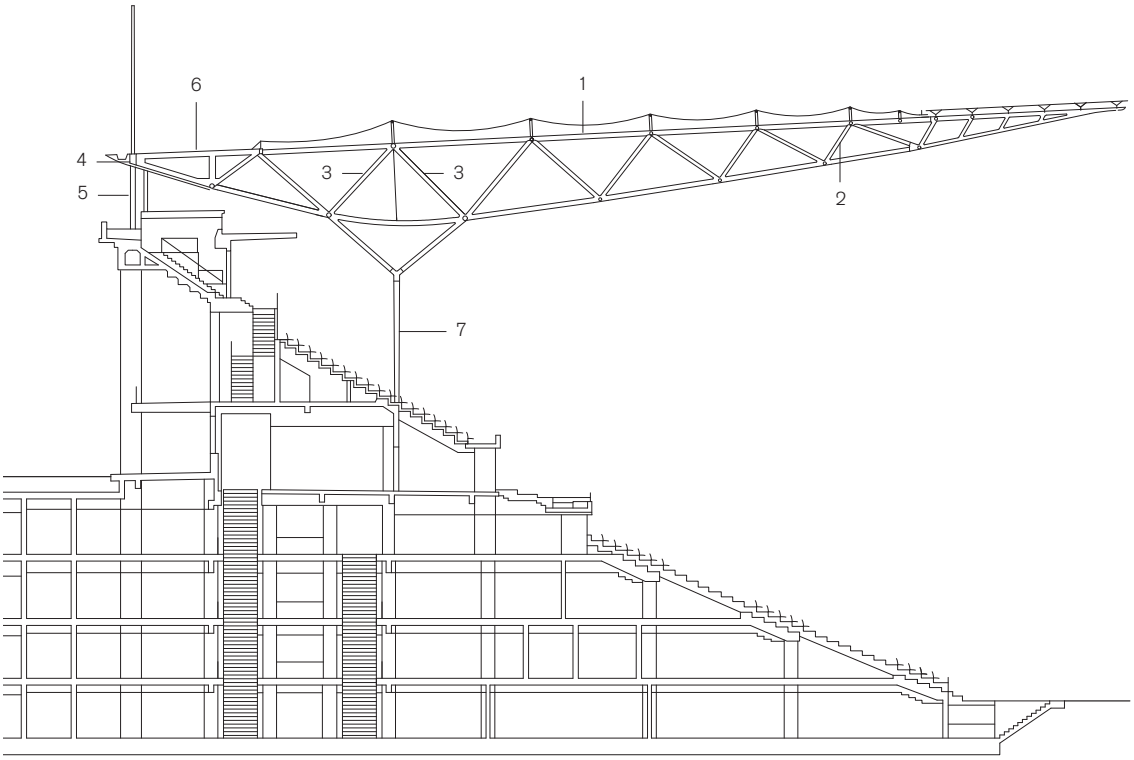
Toiture légère

La structure porteuse du toit a été subdivisée en 76 segments radiaux, suivant la configuration des tribunes, par des fermes à treillis aux dimensions extérieures identiques. La longueur de ces fermes radiales, déterminant la profondeur du toit, est de 68 m partout. Alors que la membrure supérieure est droite, la membrure inférieure est arrondie à proximité du poteau en forme d'un arbre. Pour des raisons esthétiques, l'extrémité des fermes pointant vers l'intérieur est formée par une poutre Vierendeel. Côté extérieure, la ferme est fixée, par une plaque frontale rigide, contre une solive continue en caisson. L'extrémité extérieure des fermes, travaillant comme poutre mixte acier-béton, fait partie d'un anneau extérieur de section triangulaire, en béton armé. Ce dernier n'assure pas seulement la rigidité horizontale de la toiture mais sert aussi de contrepoids au porte-à-faux.

Poteaux arborescents

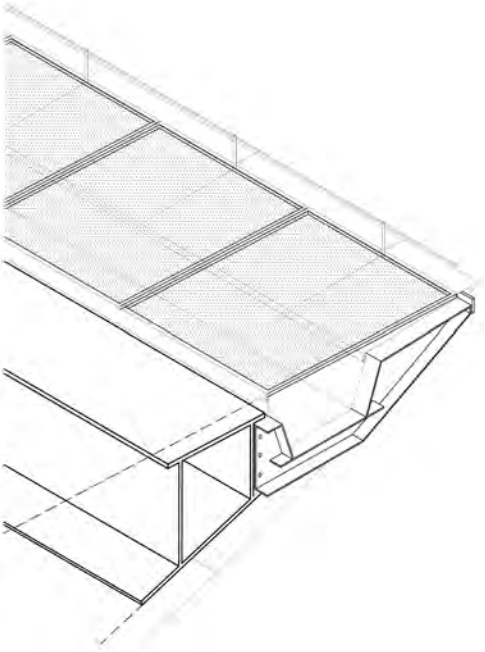
Pour limiter l'entrave à la vue, les poteaux en forme d'arbre, supportant la toiture, distants de 32 à 40 m, sont, autant que possible, placés en arrière des tribunes. Le tronc des vingt poteaux élancés, hauts de 8,50 m, a une section circulaire pleine et la forme d'un cône renversé dont le diamètre diminue, de 350 mm au nœud placé au sommet, à 250 mm à l'appui. Tout comme les quatre branches émergeant du nœud coulé au sommet des poteaux, ces derniers sont en acier forgé trempé ayant une limite d'élasticité de 735 N/mm^2 pour supporter une charge de 1200 tonnes par poteau.

Les charges de la nouvelle toiture des tribunes sont réparties entre les vingt poteaux en forme d'arbre et 132 poteaux extérieurs disposés dans l'axe des piliers d'origine en calcaire conchylien tout autour de l'édifice. Les poteaux en forme d'arbre supportent une poutre continue en treillis à trois membrures. Elle sert d'appui aux fermes radiales et de raidisseur à la toiture. Enfin, pour compenser les déformations verticales près de l'extrémité des fermes, une poutre à deux membrures y est disposée.

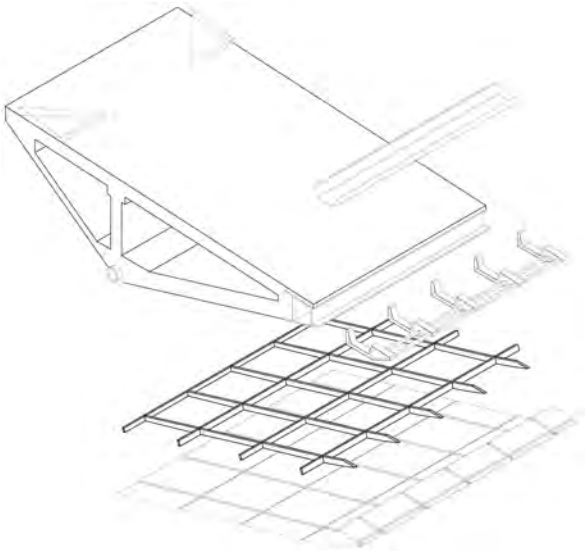


Toiture du stade
Coupe
Echelle 1:500

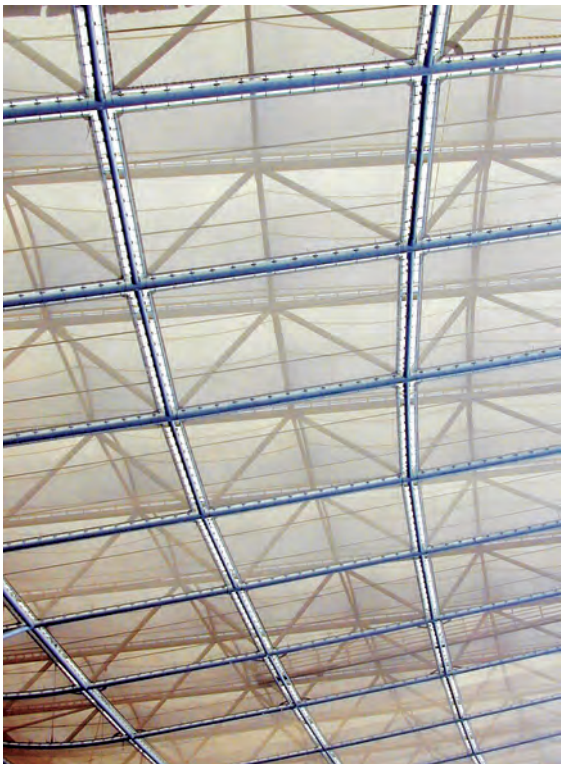
1 Ferme radiale en treillis
2 Entretoise à deux membrures
3 Entretoise à trois membrures
4 Solive du bord
5 Poteau extérieur
6 Anneau en béton armé
7 Poteau en forme d'arbre



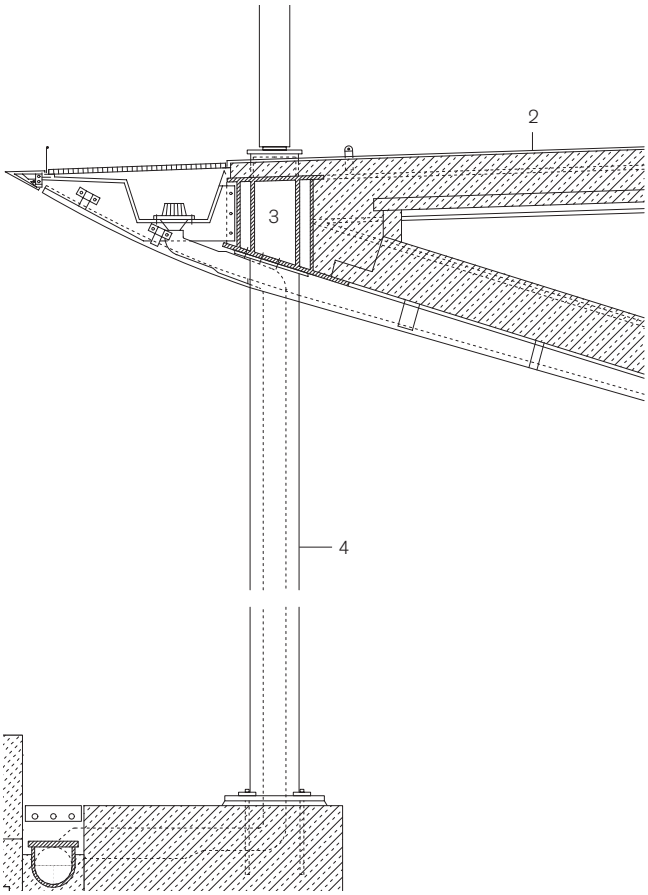
Isométrie du bord extérieur du toit

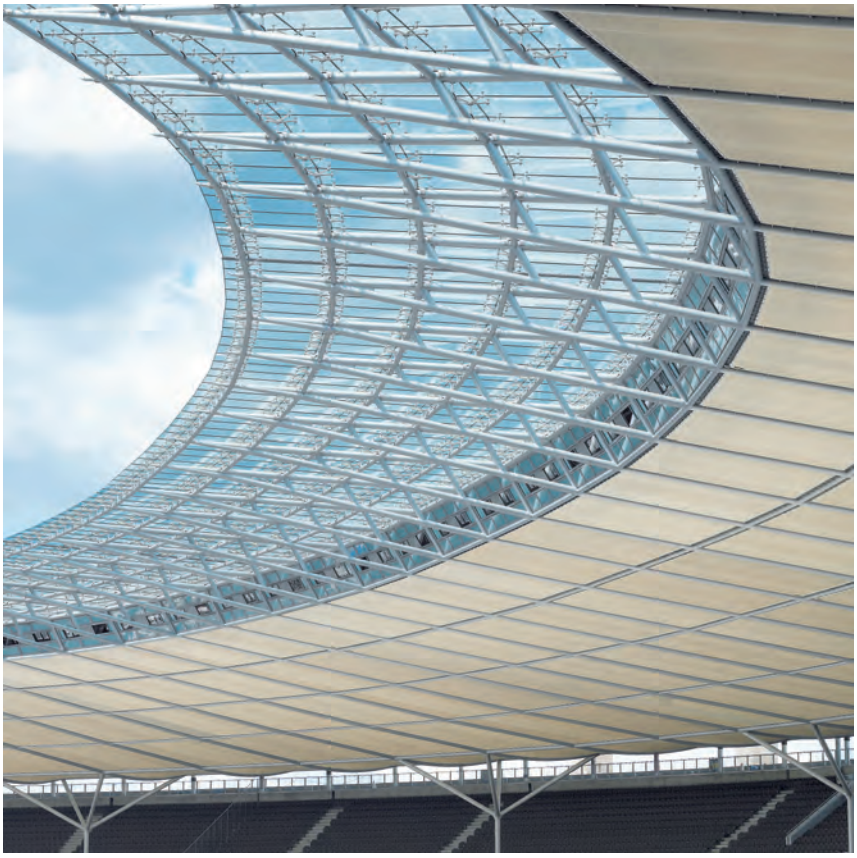


Isométrie du système de rigoles



A travers le tissu translucide en fibre de verre revêtu d'une couche de PTFE, on entrevoit en filigrane le treillis à tubes d'acier.

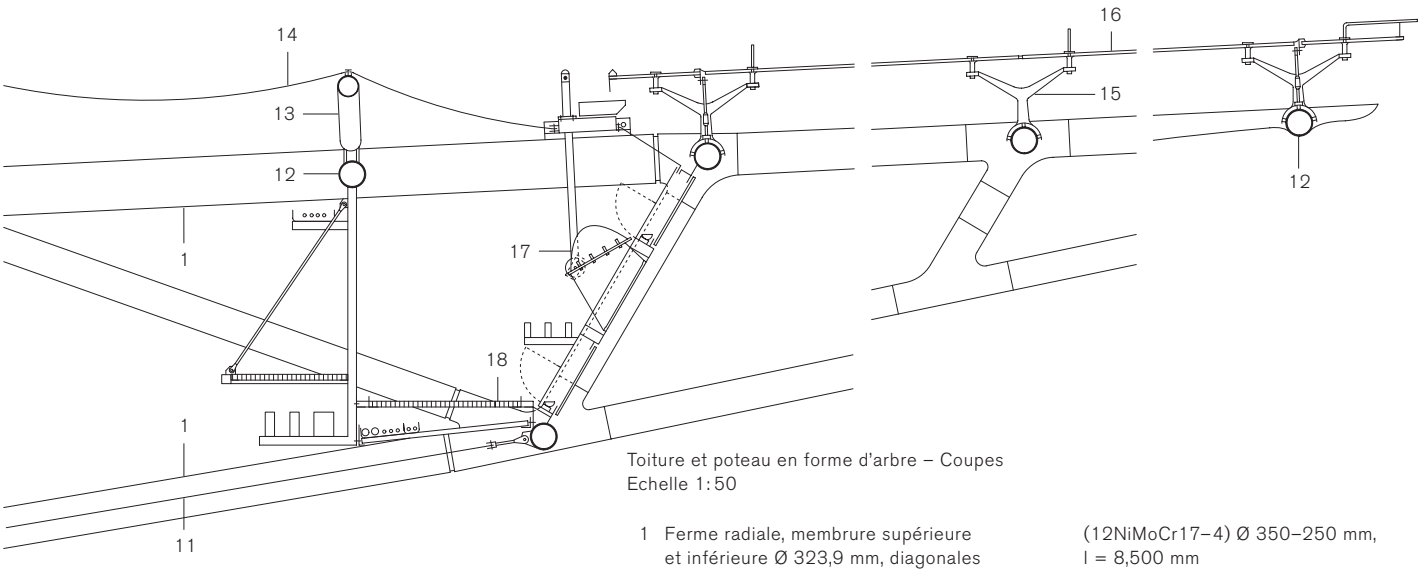




Troiture translucide
Sur les deux faces de la toiture est tendue une membrane de tissu en fibres de verre, recouverte d'une couche de PTFE, repoussant la saleté et résistant au feu. Des arcs tubulaires, courant dans le sens tangentiel et fixés à la membrure supérieure des fermes au droit des nœuds fournissent la double courbure nécessaire à la portance des membranes.

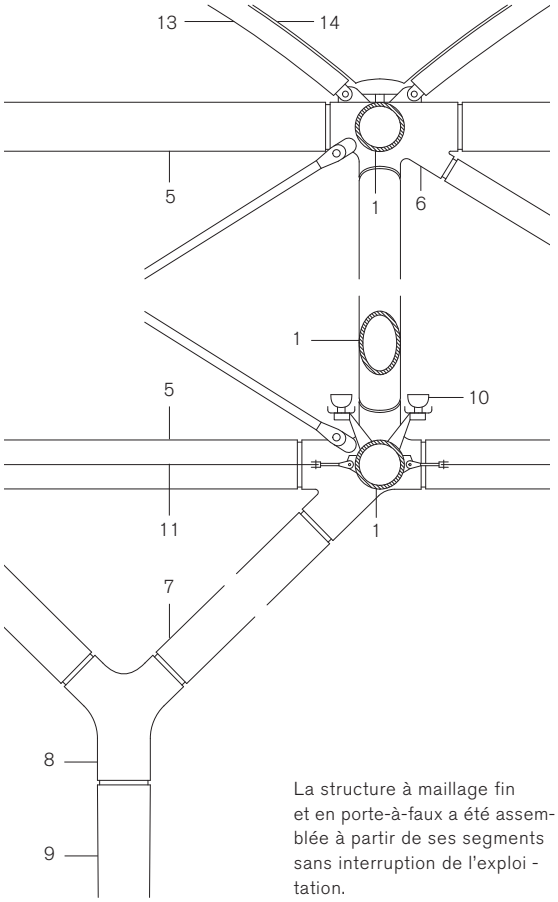
Le revêtement inférieur est tendu dans le plan et forme des mailles ouvertes pour laisser apercevoir la structure et pour permettre le passage du son des haut-parleurs et de la lumière de l'éclairage, tous deux disposés dans le volume de la toiture.

Ces installations sont en effet aménagées entre la membrane inférieure et une couverture sur environ 13 m de largeur réalisée en plaques de verre de sécurité composite, appuyées sur quatre points et partiellement précontraintes. (cd)



Toiture et poteau en forme d'arbre – Coupes
Echelle 1:50

1 Ferme radiale, membrure supérieure et inférieure Ø 323,9 mm, diagonales Ø 273 mm
2 Contrepoids : élément préfabriqué en béton armé
3 Solive de bord
4 Poteaux extérieurs : tubes d'acier Ø 323,9–355,6/10–80 mm
5 Entretoise à trois membrures, membrures : tube d'acier Ø 323,9 mm
6 Nœud coulé
7 Barre en acier Ø 290 mm
8 Nœud coulé (GS-18 NiMoCr 3–6)
9 Tronc du poteau en acier, section pleine (12NiMoCr17–4) Ø 350–250 mm, l = 8,500 mm
10 Tubes d'éclairage
11 Tissu en fibres de verre, à mailles ouvertes, revêtu de PTFE
12 Tube d'acier Ø 177,8 mm
13 Support en arc, tube d'acier Ø 139,7/5 mm
14 Tissu en fibres de verre, revêtu de PTFE
15 Appui ponctuel en acier coulé
16 VSG 2 x 10 mm, inclinaison 5 %
17 Réflecteur de lumière diffuse
18 Passerelle d'entretien



La structure à maillage fin et en porte-à-faux a été assemblée à partir de ses segments sans interruption de l'exploi - tation.

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'architecture 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 techniques 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.