

# Prototype à l'échelle "record du monde"

Autor(en): **Ekwall, Thomas**

Objektyp: **Article**

Zeitschrift: **Tracés : bulletin technique de la Suisse romande**

Band (Jahr): **143 (2017)**

Heft 20: **Ingénierie "Swiss made"**

PDF erstellt am: **11.09.2024**

Persistenter Link: <https://doi.org/10.5169/seals-736777>

## **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.

# Prototype à l'échelle « record du monde »

Ouvrage d'exception suspendu au-dessus du Bosphore, le pont Yavuz Sultan Selim est le plus long pont mixte ferroviaire et routier du monde.

Thomas Ekwall

**R**elier l'Europe à l'Asie avec un troisième pont suspendu au dessus du Bosphore, tout un symbole! Le concept innovant de T-ingénierie, en collaboration avec Michel Virlogeux, propose de placer trafic routier et ferroviaire sur un tablier à un seul niveau stabilisé par des câbles de rigidification.

Jusqu'à présent, les transports terrestres en partance du sud-est européen à destination des pays asiatiques devaient traverser Istanbul pour enjamber le Bosphore. Le nouveau pont Yavuz Sultan Selim désengorge la métropole et crée une nouvelle liaison en périphérie, proche du futur troisième aéroport d'Istanbul censé devenir le plus grand du monde.

Ce défi technique était formulé dans le cadre d'un concours de concession de type BOT (construction-exploitation-transfert) pour le tronçon d'autoroute du Nord Marmara. Le pont suspendu de plus d'un kilomètre de portée devait intégrer deux voies de chemin de fer, huit voies de circulation automobile et deux voies piétonnes, tout en respectant un délai de construction de seulement 36 mois. Grâce à un parti pris innovant, les ingénieurs de l'équipe du concessionnaire İçtas Astaldi ont remporté le mandat.

## Tablier à formes multiples

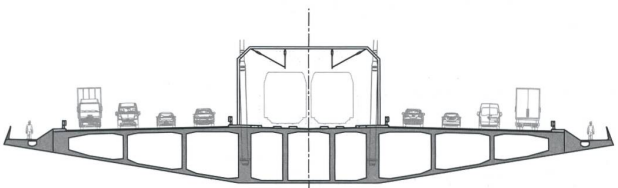
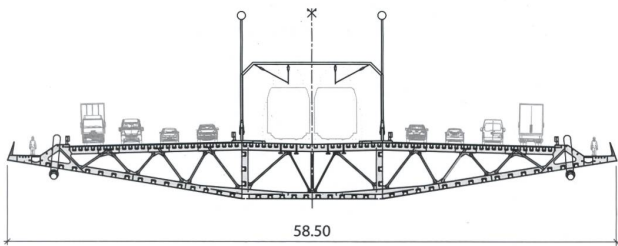
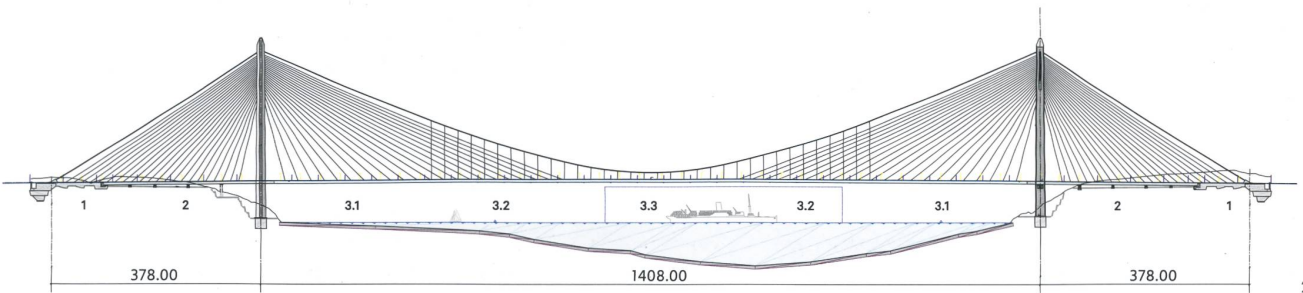
Afin de réaliser la portée centrale de 1408 m, le tablier change plusieurs fois de système statique. Entre le bloc d'ancrage du câble principal et la travée

de rive, dans la zone nommée «Ground Approach», le tablier fonctionne comme un radier de 94 m de longueur servant de contrepoids aux premières nappes de haubans. Dissociée de celui-ci et reprenant les haubans restants, la travée de rive est constituée d'un caisson en béton de 308 m de longueur sur six appuis. Dans la travée centrale, afin de minimiser le poids de la construction, le tablier devient un caisson métallique de 1360 m de longueur avec dalle orthotrope, soutenu tous les 24 m. On y distingue la zone rigidifiée haubanée, la zone de transition haubanée suspendue ainsi que la zone centrale suspendue. Le tablier en acier a été livré en éléments (ayant un poids allant jusqu'à 870 t) par barge, montés par un derrick depuis le tablier ou par traction hydraulique depuis les câbles principaux en zone centrale.

Les pylônes inclinés en béton armé sont constitués de deux sections triangulaires d'environ 15 m de côté, qui se rejoignent en tête. Ils ont été réalisés avec des coffrages glissants, puis finalisés avec des coffrages autogrimpants ACS pour intégrer les blocs d'ancrages des haubans et la selle de déviation du câble principal. Les deux câbles principaux de type PPWS ont un diamètre de 0,72 m.

## Un pont suspendu à haute rigidité

Le système statique allie pont suspendu et pont haubané et présente à ce titre une similarité avec le pont hybride de Brooklyn (1883). Or, tandis que les



- 1 Mise en œuvre du tablier: les câbles principaux seront ensuite mis à contribution pour le montage de la zone centrale.
- 2 Elévation du pont, échelle 1:12 000. 1 : zone « Ground Approach ». 2 : travée de rive. 3 : travée centrale, dont 3.1 : zone rigidifiée 3.2 : zone de transition 3.3 : zone suspendue
- 3 Coupes du tablier de rive (bas) et tablier central (haut), échelle 1:300.
- 4 Selles de déviation lors du contrôle qualité en usine

### TROIS QUESTIONS À JEAN-FRANÇOIS KLEIN

**Monsieur Klein, vous avez conçu un ouvrage de tous les superlatifs, dont le plus long pont ferroviaire du monde...**

Ce n'est évidemment pas pour cela qu'on l'a construit! Mais en effet, c'est aussi le pont mixte ferroviaire et routier le plus long du monde. Dans le même registre, c'est le pont le plus large avec un seul tablier et ce sont les pylônes en béton les plus hauts qui existent. Enfin, toutes catégories confondues, ce sera la huitième portée de pont du monde.

**Votre concept de tablier sur un seul niveau a été décisif pour l'obtention du projet. Quel en est le principe ?**

En effet, tous nos concurrents ont proposé des solutions de ponts suspendus classiques à deux étages avec le chemin de fer en bas et la route en haut. Les critères opérationnels et surtout esthétiques ont fait pencher la balance en notre faveur. Nous avons proposé un pont de 5,5 m de hauteur statique sur 1408 m, c'est donc vraiment un fil. Pour compenser la rigidité perdue dans le choix d'un tablier à un niveau et garantir les critères stricts d'exploitation ferroviaire, nous avons placé des câbles de rigidification dans les premiers tiers de la travée centrale,

le reste étant suspendu. Le comportement du pont diffère d'un pont à haubans ou d'un pont suspendu. On le découvre, c'est un prototype à l'échelle record du monde.

**Comment avez-vous géré un projet de cette envergure ?**

J'avais, au pic, entre 70 et 80 personnes qui travaillaient sur le projet, réparties entre la Suisse, la Belgique, l'Italie, la France, le Portugal, la Corée et la Turquie. La communication se faisait surtout par vidéoconférences. J'étais sur site au minimum toutes les deux semaines et nous avions trois personnes qui tournaient en permanence sur place. Notez que peu de bureaux spécialisés dans des ouvrages de cette envergure assurent, au-delà du concept, les études d'exécution et le suivi jusqu'à la mise en œuvre.

*Jean-François Klein, ingénieur civil diplômé et docteur ès sciences techniques de l'EPFL; associé du bureau d'ingénieur genevois T-ingénierie (anciennement Tremblet) depuis 1995.*

haubans de Brooklyn sont simplement complémentaires aux suspentes, les haubans du Bosphore rigidifient considérablement le système. En réduisant les déformations latérales du tablier sous les effets du vent (maximum 1,7 m au lieu de 7-8 m pour un pont suspendu classique) ou verticales sous charges d'exploitation au quart de la portée (3,65 m au lieu de 9 m), ils rendent possible le trafic ferroviaire. Pont suspendu à haute rigidité, le pont du Bosphore est un ouvrage d'art de type nouveau.

*Thomas Ekwall est rédacteur à TEC21.*

#### INTERVENANTS

Concessionnaire: ICA: Joint Venture composée de İctas construction (Turquie) et Astaldi (Italie)  
 Conception: Jean-François Klein, T-engineering intl., Genève; Michel Virlogeux, Consultant, Paris  
 Etudes d'exécution: T-engineering intl., Genève; Michel Virlogeux, Paris; Bureau Greisch, Liège (B)  
 Coûts et durée de la concession: 900 mio. \$  
 Ensemble de l'opération, y compris autoroute, hors frais financiers: 2,8 mrd. fr. 10 ans, 2 mois et 20 jours  
 Durée de construction gros œuvre: mai 2013-mars 2016

5 Tête de pylône avant la mise en œuvre de la selle de déviation

(Les documents illustrant cet article sont de T-engineering intl.)

