Zeitschrift: Tracés : bulletin technique de la Suisse romande
Herausgeber: Société suisse des ingénieurs et des architectes
Band: 143 (2017)
Heft: 20: Ingénierie "Swiss made"

Artikel: Prototype à l'échelle "record du monde"
Autor: Ekwall, Thomas
DOI: https://doi.org/10.5169/seals-736777

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: 15.07.2025

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

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

Relier 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 Içtas Astaldi ont remporté le mandat.

Tablier à formes multiples

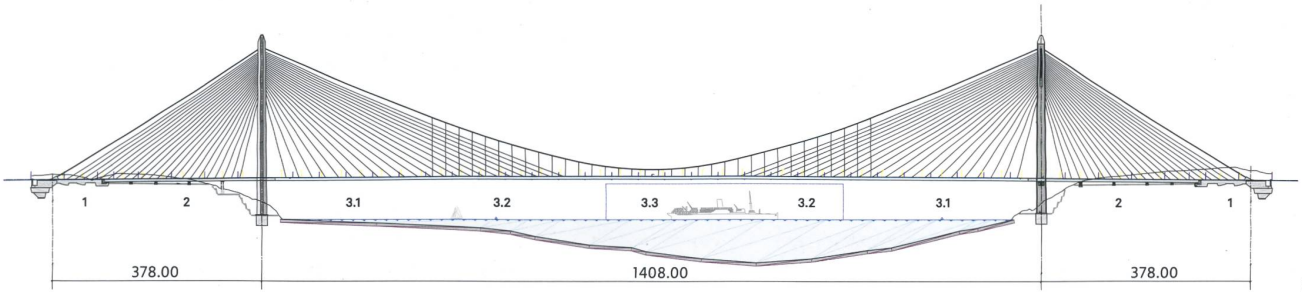
Afin de réaliser la portée centrale de 1408 m, le tablier change plusieurs fois de système statique. Entre le bloc d'ancrage du câble principal et la travée de rive, dans la zone nommée «Ground Approach», le tablier fonctionne comme un radier de 94 m de longueur servant de contrepoids aux premières nappes 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.

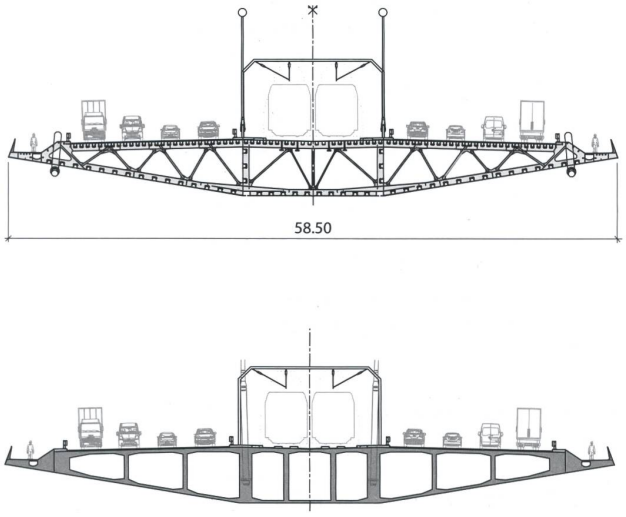
Un pont suspendu à haute rigidité

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



2



3

4

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 Içtas 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

5 Tête de pylône avant la mise en œuvre de la selle de déviation
(Les documents illustrant cet article sont de T-engineering intl.)