

# Réalisation du pont à haubans de Saint-Nazaire

Autor(en): **Ciolina, F. / Foucriat, J.C.**

Objektyp: **Article**

Zeitschrift: **IABSE congress report = Rapport du congrès AIPC = IVBH  
Kongressbericht**

Band (Jahr): **10 (1976)**

PDF erstellt am: **08.08.2024**

Persistenter Link: <https://doi.org/10.5169/seals-10468>

## **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.

Vc

### Réalisation du pont à haubans de Saint-Nazaire

Stahlschrägseilbrücke in Saint-Nazaire

Cable-Stayed Steel Box Girder Bridge in Saint-Nazaire

F. CIOLINA

Chef Département Etudes

Compagnie Française d'Entreprises Métalliques

Paris, France

J.C. FOUCRIAT

Ingénieur

Le pont à haubans intégré au viaduc qui franchit l'estuaire de la LOIRE entre SAINT-NAZAIRE et SAINT-BREVIN, est un ouvrage métallique de 720 m de longueur : une travée centrale de 404 m de portée flanquée de 2 travées latérales de 158 m. Il dégage un gabarit de navigation maritime de 61 m de hauteur sur une largeur de 300 m (Figure 1).

Le profil en long de la chaussée est une parabole de paramètre 6 428 m. Il supporte une chaussée de 12 m et deux trottoirs. Le tablier a une largeur hors tout de 15 m.



Figure 1 - Pont de SAINT-NAZAIRE

Un pont à haubans a été préféré à un pont suspendu qui aurait nécessité des massifs d'ancrage coûteux en raison de la grande hauteur des piles, environ 50 m et de la profondeur des fondations : 5 m d'eau plus 40 m de vase et sable.

Pour assurer un bon comportement aérodynamique de l'ouvrage, il a été choisi :

- un tablier en forme de caisson assez mince dont la hauteur dans l'axe de la chaussée n'est que de 3,20 m et dont les âmes sont inclinées
- des pylônes triangulaires et un haubanage fixé aux parois latérales des caissons et quasi convergent en tête des pylônes.  
Une telle architecture donne à la structure une grande rigidité de torsion.

Le développement de l'étude aérodynamique a confirmé que le pont ainsi conçu présente une vitesse critique de "flutter" très largement supérieure aux vitesses de vent possible en son site. Par contre, il a fallu le munir de déflecteurs permettant de réduire l'amplitude des oscillations verticales dues aux échappements tourbillonnaires.

La construction de l'ouvrage selon le procédé classique : montage des travées latérales en prenant appui sur des piles intermédiaires provisoires, a été jugé trop coûteux en raison de la hauteur des piles et de la profondeur des fondations. Le processus de construction retenu tire profit du fait que les travées latérales sont en site aquatique et que la C.F.E.M. possède un atelier en bord de la mer Méditerranée à FOS. Quatre tronçons de tablier, longs de 96 m y ont été construits puis acheminés à l'aide de barges marines jusqu'au port de SAINT-NAZAIRE (Figure 2). Là, assemblés deux à deux pour constituer les travées de rive et les amorces de la travée centrale du pont, ils ont été amenés sur le site et placés, en profitant de la marée, sur un système élévateur reposant sur l'embase des piles (Figure 3).

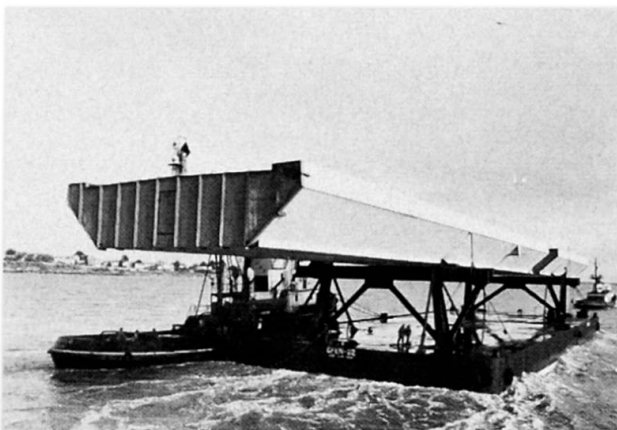


Figure 2 - Transport de tronçon de tablier

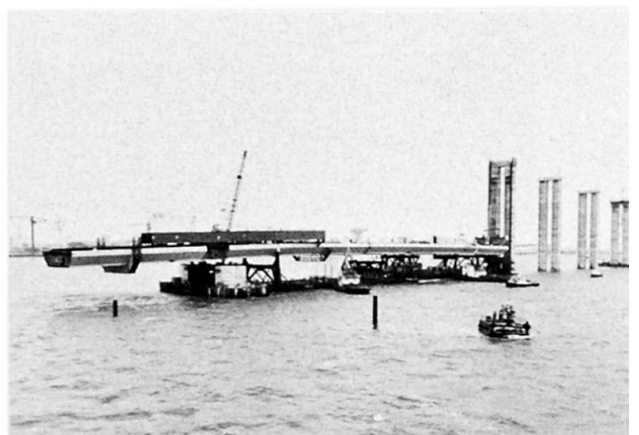


Figure 3 - Mise en place d'une travée latérale

Après construction des fûts des piles principales à l'aide de coffrages glissants, le tablier du pont a été hissé jusqu'à son niveau définitif (Figure 4). Le dispositif de hissage est analogue à celui déjà utilisé par la C.F.E.M. en 1971 lors de la construction du viaduc de MARTIGUES. Le tablier a servi de monte charge et porté le pylône couché, divers engins de levage, une baraque de chantier, etc... Après que les pylônes aient été redressés, la travée centrale a été montée à l'avancement en porte à faux par tronçons complets de 16 m approvisionnés sous le pont et levés à l'aide d'une chèvre (Figure 5), puis assemblés au tronçon précédent par boulonnage et soudage.

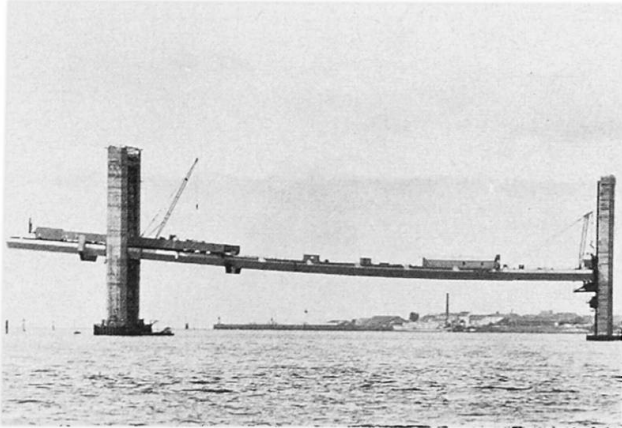


Figure 4 - Travée latérale en cours de hissage

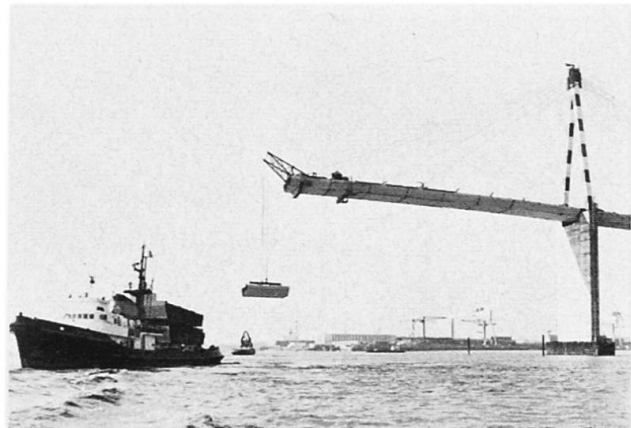


Figure 5 - Levage d'un tronçon de la travée centrale

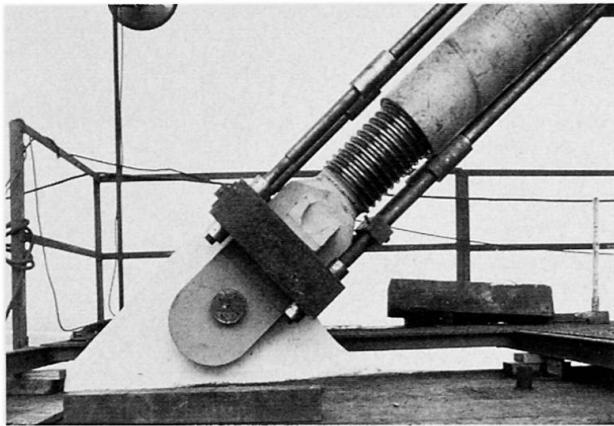
Des aciers soudables à hautes caractéristiques mécaniques ont été utilisés en certaines parties de l'ouvrage.

Les haubans sont fixés sur les parois latérales de la tête du pylône et sur des appendices des âmes du caisson. La fixation est faite par l'intermédiaire de chapes, d'axes et de rotules sphériques. La résistance effective de l'ouvrage dépend bien sûr, essentiellement de la bonne tenue des parois latérales de la tête du pylône et des appendices du caisson. Ces pièces assemblées à l'ossature par soudage devaient avoir une épaisseur de 80 mm ; Elles sont soumises à des contraintes d'ensemble modérées mais localement des contraintes élevées peuvent apparaître qu'aucun calcul ne peut prévoir avec précision. Il fallait les réaliser en acier très ductile ; Nous avons choisi un acier élaboré au four électrique par la Société MARREL : l'acier AMCO calmé à l'aluminium et dégazé sous vide. Ses caractéristiques sont les suivantes :

- Composition chimique	0,11	C	0,16
(teneur en %)	1,45	Mn	1,65
	0,10	Si	0,35
	0,20	Ni	0,40
		Cv	0,25
		Mo	0,10

## - Caractéristiques mécaniques

	E Travers kg/mm <sup>2</sup>	R Travers kg/mm <sup>2</sup>	A %	KCV-50° en long kg/cm <sup>2</sup>
Valeur minimale exigée	30	-	-	3,5
Moyenne des essais	37,1	53,2	31,4	16,9
Moyenne moins 2 fois l'écart type	33,7	49,8	26,7	4,5



Dispositif d'ancrage des haubans sur les caissons et  
Dispositif de mise en torsion des haubans

Les chapes ont été pour les mêmes raisons réalisées en acier moulé à haute résistance. En fonction des efforts développés par les haubans, 2 familles de chapes ont été réalisées avec des aciers de caractéristiques différentes :

Nuance d'acier moulé	E kg/mm <sup>2</sup>	R kg/mm <sup>2</sup>	A %	KCV-20° en long kg/mm <sup>2</sup>
30 NCD 8 M				
Valeur minimale exigée	45	80	15	3,5
Moyenne des essais	75,2	87,8	19,9	11,6
Moyenne moins 2 fois l'écart type	69,9	84,1	14,8	9,6
25 MD 25 M				
Valeur minimale exigée	36	65	15	3,5
Moyenne des essais	51,9	69	22	7,9
Moyenne moins 2 fois l'écart type	47,5	64,7	17,8	4,5

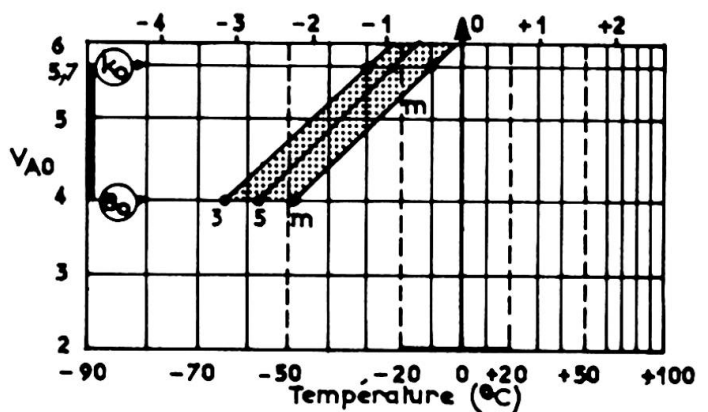
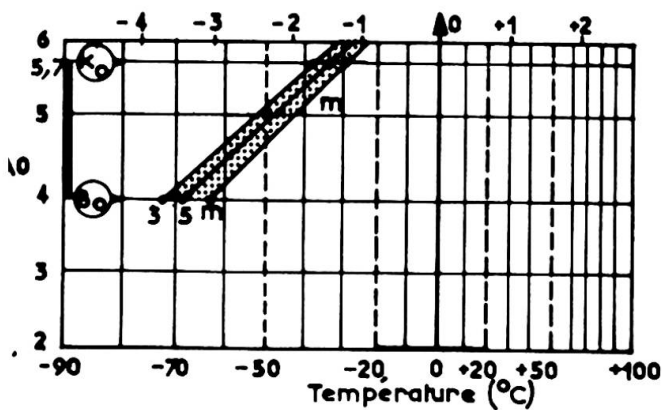
En situation de hissage, les travées de rive ont été considérablement plus sollicitées qu'elles ne peuvent l'être dans l'ouvrage terminé. Une étude a montré qu'il était plus économique de construire le fond du caisson en acier de limite d'élasticité égale à 42 kg/mm<sup>2</sup> que d'adopter une tôle de plus forte épaisseur dont le supplément de poids aurait contribué à augmenter sensiblement les sollicitations. Il fallait toutefois, que l'acier choisi soit soudable sans qu'il soit nécessaire de prendre de précautions coûteuses. Une étude confiée à M. SCHNADT nous a permis de sélectionner des aciers présentant avant et après soudage des caractéristiques mécaniques en long et travers satisfaisantes. Le tableau ci-dessous résume les caractéristiques mécaniques exigées et celles obtenues lors des essais de réception des aciers DILLINAL 55/43 utilisés.

	E long	R long	A %	KCV-20° long	KCV-20° Travers
	kg/mm <sup>2</sup>	kg/mm <sup>2</sup>		kg/cm <sup>2</sup>	kg/cm <sup>2</sup>
Valeur minimale exigée	43	55	19	7	4
Moyenne des essais	48	59,5	28,1	13,1	5,9
Moyenne moins 2 fois l'écart type	43,1	54,8	23,9	9,3	4,2

Les zones thermo vectomiques d'un échantillon de cet acier prélevé dans une tôle de 14 mm sont :

- en long

- en travers



Bien que ce ne soit pas nécessaire pour la résistance de l'ouvrage, il fut décidé de construire les jambes des pylônes en acier Usiten LE 43 Nb Lc. C'est un acier de composition chimique identique à celle de l'acier E 36-4 au niobium calmé à l'aluminium, mais le laminage contrôlé permet d'en relever les caractéristiques mécaniques.

	E Long	R Long	A %	KCV-20° Long	KCV-20° Travers
	kg/mm <sup>2</sup>	kg/mm <sup>2</sup>		kg/cm <sup>2</sup>	kg/cm <sup>2</sup>
Valeur minimale exigée	43	55	19	7	3,5
Moyenne des essais	47,1	57,8	26,2	12,4	5,7
Moyenne moins 2 fois l'écart type	43,1	54,9	22,5	7,3	3,75

Une étude faite sur des échantillons de tôles de même composition chimique, a montré que les aciers livrés à l'état de laminage contrôlé n'étaient pas plus sensibles au vieillissement que les aciers à l'état normalisé provenant de la même coulée.

Les épaisseurs des tôles en acier DILLINAL 55/43 et en acier USITEN LE 43 Nb Lc n'excédaient pas 16 mm. Leur soudage a pu être effectué sans préchauffage selon des techniques similaires à celles utilisées pour l'acier E-36.

#### RESUME

Le viaduc sur la Loire entre Saint-Nazaire et Saint-Brevin comporte un pont métallique haubanné dont la travée principale a une portée de 404 m. Des aciers moulés et des aciers soudables de hautes caractéristiques mécaniques ont été utilisés pour la construction de certaines parties de l'ouvrage.

#### ZUSAMMENFASSUNG

Die Ueberbrückung der Loire zwischen Saint-Nazaire und Saint-Brevin besteht aus einer Stahlschrägseilbrücke, deren Hauptfeld eine 404 m lange Stützweite hat. Für die Herstellung einiger Bauteile wurden hochwertiger Stahlguss und hochfeste schweissbare Stähle benutzt.

#### SUMMARY

The main span of the cable-stayed steel box girder bridge as a part of the viaduct joining Saint-Nazaire to Saint-Brevin over the Loire is 404 m long. Cast high strength steel and welding high strength steel have been used in building some parts of the bridge.