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

Band: 4 (1952)

Artikel: Pont Corneille

Autor: Velitchkovitch, Jean / Schmid, André

DOI: https://doi.org/10.5169/seals-5057

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: 03.09.2025

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

BII 4

Pont Corneille

La conception des assemblages soudés et les procédés d'usinage et de montage dans la reconstruction du Pont Corneille

Corneille Bridge

The arrangement of the welded connections, and the machining and erecting methods adopted during reconstruction

Pont Corneille

Die Anordnung der geschwessten Verbindungen und die Bearbeitungs- und Montageverfahren beim Wiederaufbau

JEAN VELITCHKOVITCH et ANDRÉ SCHMID
Ingénieur des Ponts et Chaussées Ingénieur des Arts et Manufactures, Paris

Au centre de Rouen, le pont Corneille franchit, de part et d'autre de l'Ile Lacroix, les deux bras de Seine et les quais du port. Sa longueur totale est de 300 m.; sa largeur de 28 m.

Il est constitué de deux ouvrages rigoureusement symétriques par rapport au centre de l'Ile. Ces ouvrages, du type cantilever à poutres multiples sous chaussée et trottoir, ont une portée principale de 100 m. (fig. 1 et 2) et comportent une travée centrale indépendante de 34 m. s'appuyant sur deux consoles de 33 m., prolongées par des travées de rive reliées à leurs extrémités à des contrepoids. Les intrados des arches sur les bras de Seine sont en arc de cercle de 237 m. de rayon. Les intrados de rive sont également en arcs de cercle prolongés à leurs extrémités par des tangentes horizontales. Le contrepoids sont constitués par des massifs en béton armé reposant sur des pieux en béton armé à section carrée. Les travées de rive sont ancrées sur les contrepoids par des appuis à biellettes permettant les déplacements horizontaux capables d'absorber les dilatations. Les parties inférieures fixes des appareils d'appui sont reliées aux massifs des contrepoids par de fortes tiges d'ancrage. Les appuis centraux, du type classique à rotules sont supportés par des massifs en béton armé, fondés également sur pieux de section carrée.

Les poutres principales sont au nombre de 9, espacées sous chaussée de 3 m. avec

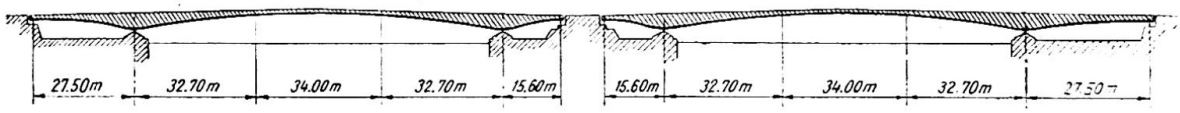

Fig. 1. Elévation des 2 tabliers

Fig. 2. Pont Corneille à Rouen

espacements extrêmes de 4 m. 20. Ce sont des poutres-caissons à âmes pleines. Les âmes sont distantes de 0 m. 80 entre axe. Elles ont une hauteur minimum de 1 m. 30 au milieu de la travée centrale, une hauteur maximum de 5 m. 20 sur piles. Elles sont renforcées par des systèmes de raidisseurs longitudinaux et transversaux, formés par des fers I coupés au milieu et soudés par leur âme de part et d'autre de l'âme de la poutre, sauf sur les poutres de rives où les raidisseurs sont disposés uniquement sur la face intérieure et renforcés. Des cadres à l'intérieur des poutres et des entretoises entre poutres assurent la rigidité transversale de l'ouvrage.* Le poids de la charpente métallique est de 4 800 tonnes.

L'originalité des travaux réside d'une part dans l'emploi exclusif de la soudure comme mode d'assemblage, d'autre part dans la réalisation en usine d'éléments de grande taille mis en place par des moyens de levage puissants sans recours à des charpentes provisoires, qui auraient été impossibles à établir en raison de l'intensité du trafic fluvial sur la Seine.

La présente note est étroitement limitée aux deux points suivants:

Conception des assemblages soudés,
Organisation du travail en usine et montage.

* La forme des cadres intérieurs permet la circulation dans les caissons où l'on pénètre par des trous d'homme.

I. Conception des assemblages soudés

La soudure s'est imposée à deux titres. En raison de la faible épaisseur de clé (1/77 de la portée) imposée par la double nécessité de respecter un gabarit de navigation très important et des cotes d'accès relativement basses, il y avait intérêt à alléger le poids de métal.

De plus, en raison de la situation du pont au centre d'une grande ville, il était opportun de réaliser un ouvrage dont l'aspect et les lignes s'harmonisent avec le site. La soudure seule permettait d'obtenir des parements lisses d'un aspect sobre.

Le mode d'assemblage par soudure s'adaptait par ailleurs très bien. Il était possible, en effet, de concevoir l'ouvrage de telle manière que les plus gros éléments constitutifs du cantilever, c'est-à-dire les consoles sur appuis, soient d'un poids légèrement inférieur à 150 tonnes qui est la puissance de levage de la grande bigue du Port de Rouen. Les soudures sur poutres principales en place pouvaient donc être évitées. Il se trouva, de plus, que l'usine d'une des entreprises adjudicataires des travaux était située à moins de 1 km. de l'emplacement du pont et reliée à lui par une voie ferrée à grand gabarit, si bien que les gros éléments ont pu être entièrement fabriqués à l'usine et mis en place sans assemblage complémentaire à proximité du pont.

Les aciers utilisés, de nuance "acier Martin 42," ont été soumis aux prescriptions du Cahier des Charges général des Ponts-et-Chaussées de 1949. Ils ont été soumis en particulier aux essais de résilience et leur composition chimique a été vérifiée.

A titre de précaution, il a été fait également de nombreux examens macrographiques. Il a été effectué aussi des essais complémentaires destinés à renseigner sur la résistance du métal à la décohésion: essai Kommerell avec pliage sur cordon de soudure longitudinal, essai Hautmann avec pliage sur rainure avec entaille.

Les essais ont tous été satisfaisants.

Les principes qui ont guidé la conception des assemblages soudés se résument ainsi:

(*a*) L'épaisseur des pièces à souder et les dimensions des cordons de soudure sont réduites au minimum afin d'éviter d'importantes tensions internes. Ainsi les cordons d'angle attachant les âmes sur les semelles sont des cordons discontinus variant de 6 à 11 mm. Un simple cordon d'étanchéité de 3 est ajouté dans la partie libre: il est destiné à protéger des risques de corrosion.

L'épaisseur des pièces soudées ne dépasse jamais 25 mm. Les semelles comportent des plats dont les dimensions varient entre 300/20 et 1 240/25. L'épaisseur des âmes varie de 12 mm. sur la travée indépendante à 16 et 20 mm. sur la poutre-console.

(*b*) Les croisements et les accumulations de soudures sont évités afin de ne pas créer localement les tensions polyaxées dues au retrait dans différentes directions. Ainsi les cordons d'attache des raidisseurs d'âmes en 1/2 profilé I sont interrompus au droit du croisement avec les soudures bout à bout des tronçons d'âmes. Ainsi les joints bout à bout des semelles et des âmes ne sont jamais placés dans la même section transversale.

(*c*) Les changements brusques de section sont évités afin de ne pas créer localement des tensions polyaxées dues à l'effet d'entaille. Ainsi dans les jonctions bout à bout de semelles d'inégale épaisseur la semelle la plus épaisse est coupée en chanfrein sur une longueur de 7 cm. avant la jonction. Les extrémités des semelles de renfort sont également découpées en trapèze. Par ailleurs, la ligne d'intrados des consoles est galbée sur les appuis de façon à permettre le découpage d'une tôle unique et à éviter

ainsi en un point particulièrement dangereux une accumulation de soudure et un changement brutal de section.*

Un contrôle permanent sévère des soudures est effectué par l'Administration. Les soudeurs ont dû subir l'examen classique au cours duquel il a été exigé l'exécution de cordons de soudure dans toutes les positions.

Chaque soudeur est tenu de marquer son travail par un poinçon personnel.

En cours d'exécution, le contrôle se fait par radiographie. Il a permis de déceler au départ quelques très légers défauts de chanfreinage ou de gougeage entraînant un manque de pénétration; il permet en tout temps de tenir la main à la qualité du travail.

II. Organisation du travail en usine—Montage

L'exécution des différents assemblages soudés est menée d'après les principes suivants:

(*a*) Les pièces sont bridées le moins possible, de façon que le retrait se fasse assez librement et n'entraîne pas de tensions locales importantes. Ainsi, les joints transversaux sont toujours exécutés avant les joints longitudinaux; les joints longitudinaux sont effectués en commençant par l'exécution d'abord sur la première face, ensuite sur la seconde, d'une passe manuelle de fond, puis d'une seconde passe manuelle. Ces quatre passes sont exécutées au pas de pélerin très allongé. Enfin, les passes de finition au moyen de la machine Union-Melt sont exécutées sans précaution particulière.

(*b*) Les soudures sont exécutées, autant qu'il est possible, symétriquement sur chaque face des pièces, de façon que les différences de retrait sur les deux faces n'entraînent pas de déformations.† Les assemblages ont été étudiés de façon que presque tous les éléments puissent être retournés.

(*c*) La plus grande partie des soudures manuelles est effectuée à plat.

(*d*) Une partie importante des soudures est effectuée automatiquement (à l'appareil Union-Melt). La soudure automatique avec un bon réglage permet une pénétration très régulière et donne un aspect impeccable. Elle permet d'atteindre une vitesse de 15 m. à l'heure pour les soudures à plat et 20 m. à l'heure pour les soudures d'angle.

Pour les poutres indépendantes (fig. 3), l'âme est constituée de quatre tôles qui sont d'abord soudées à plat bout à bout, puis oxydécoupées suivant le gabarit. Les semelles sont préparées sur toute leur longueur sur un chantier horizontal. Les cadres sont préparés sur gabarit et soudés sur montage pivotant. Pour l'assemblage, la semelle inférieure est placée sur un bâti la mettant en forme, les deux âmes y sont plantées avec interposition des cadres intérieurs; elles sont ensuit recouvertes par les semelles supérieures. Le soudage des cordons d'attache des semelles sur les âmes est effectué simultanément sur les semelles inférieures et supérieures par huit soudeurs. Les poutres indépendantes, une fois terminées, sont posées sur grands wagons plats (fig. 4) pour être transportées à pied d'œuvre.

La réalisation des consoles était délicate en raison de leurs grandes dimensions.

* A noter que cette disposition a été également recommandée afin de permettre un raccordement agréable entre les lignes d'intrados des travées centrales et des travées de rives dont les rayons de courbure sont très différents.

† Dans le cas particulier des raidisseurs sur poutres de rive qui ne sont placés qu'à l'intérieur du caisson, des chaudes au chalumeau ont été exécutées en ligne continue au verso des cordons d'attache des raidisseurs pour créer un retrait égal et de sens contraire à celui de la soudure. Les déformations, qui étaient d'ailleurs extrêmement faibles, ont disparu.

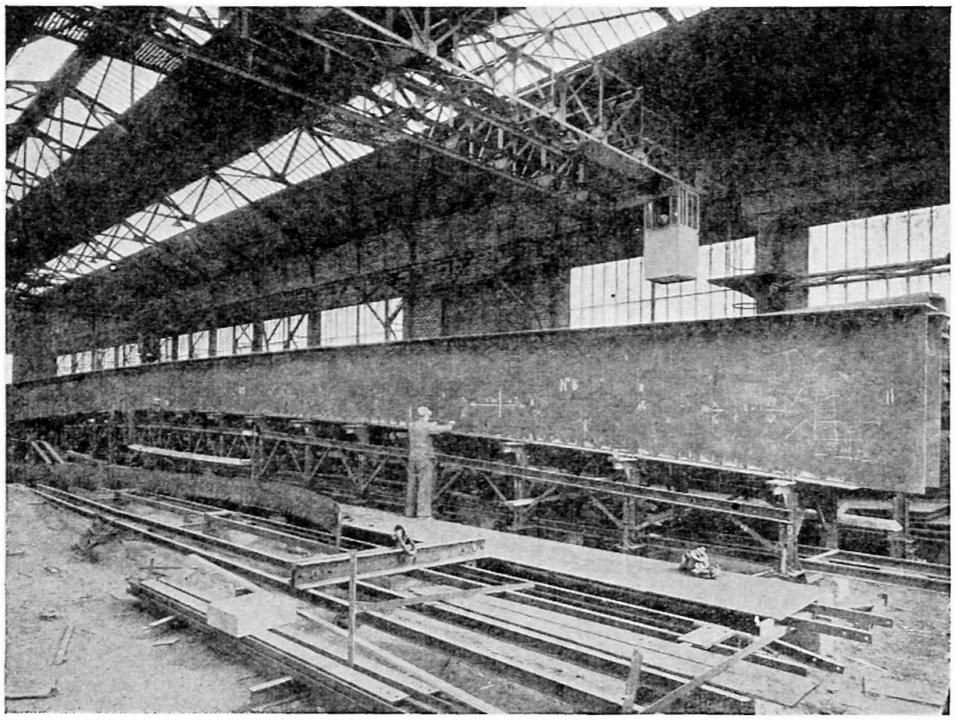

Fig. 3

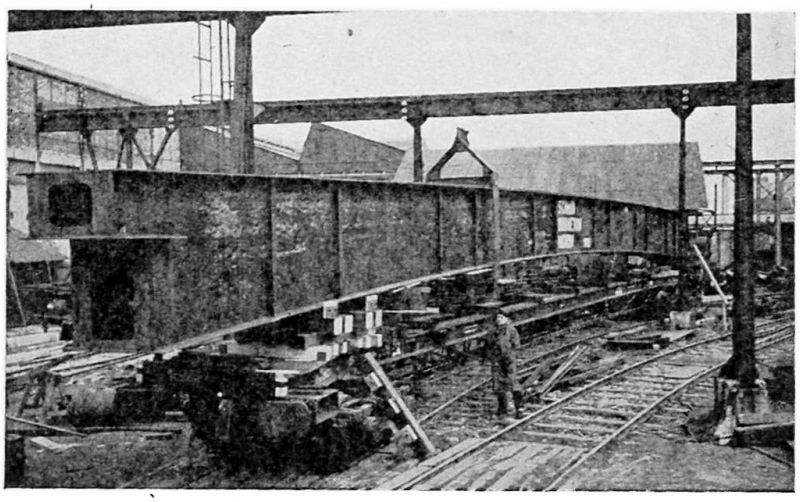

Fig. 4

La semelle inférieure s'exécute à part en tronçons qui seront assemblés plus tard sur le bâti général.

Chaque âme munie de sa semelle supérieure, de ses raidisseurs et pour l'une d'entre elles des cadres intérieurs, est décomposée en deux ou trois éléments dont les dimensions longitudinales sont limitées par celles des tables équipées de dispositifs de retournement.

Pour chacun de ces éléments, on commence par mettre en place les tôles préalablement découpées qui constitueront l'âme. L'exécution s'effectue d'après le programme suivant:

Les différentes tôles sont pointées et l'on exécute côté première face, une première, puis une seconde passe manuelle sur les joints transversaux et une seule passe manuelle sur les joints longitudinaux. On effectue le montage de la semelle supérieure par pointages assez rapprochés. L'indéformabilité de l'assemblage, semelle-âme, est assurée par des taquets que l'on démontera au moment de l'exécution des soudures au moyen de la machine Union-Melt.

On retourne l'élément. Après le burinage des envers de soudures manuelles effectuées sur première face, on exécute deux passes manuelles sur les joints transversaux et longitudinaux, en commençant par tous les joints transversaux. La passe de finition Union-Melt est faite ensuite en commençant également par les joints transversaux. On exécute le cordon de fixation de la semelle à l'âme au moyen de la machine Union-Melt.

On retourne une seconde fois l'élément. On effectue alors, côté première face, la passe de finition et le second cordon de fixation de la semelle sur l'âme au moyen de la machine Union-Melt et l'on soude les raidisseurs.

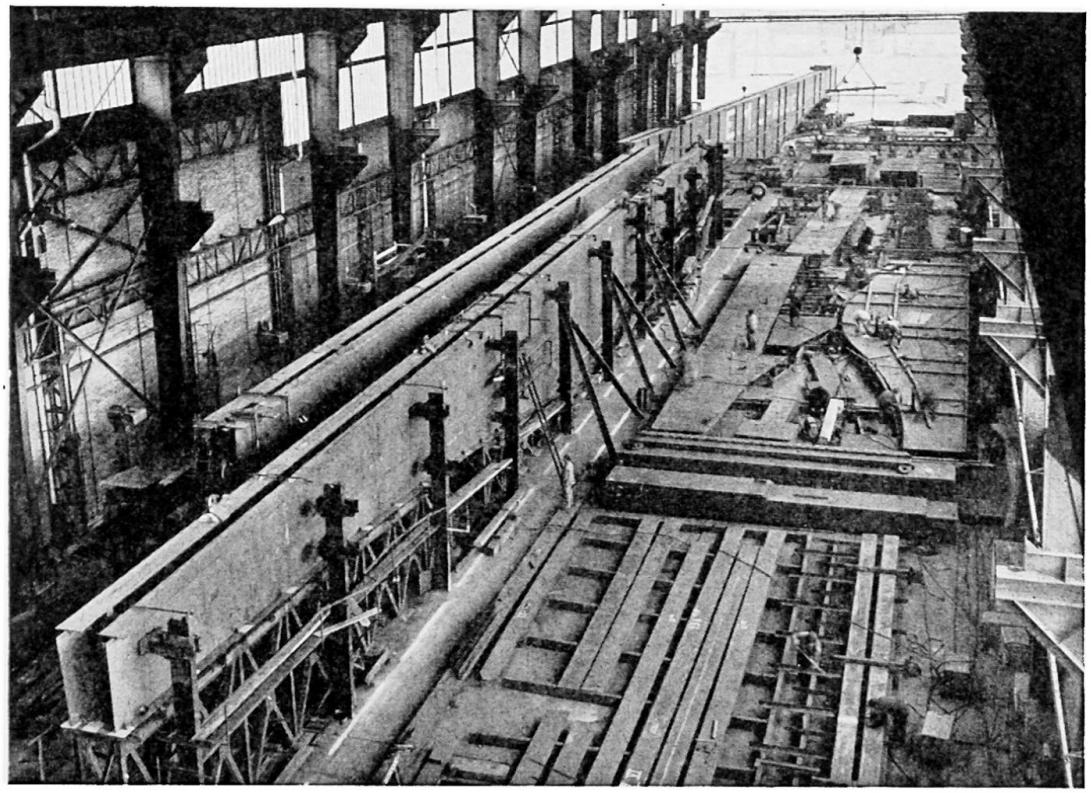

Fig. 5

L'élément est retourné une troisième fois. On effectue côté seconde face, la soudure des raidisseurs, des cadres, des renforts centraux et voiles.

Pour une âme sur deux on soude alors les cadres intérieurs du même type que ceux des poutres indépendantes.

L'assemblage des âmes et de la semelle inférieure (fig. 5) s'effectue dans l'ordre suivant sur un bâti général épousant exactement la courbe d'intrados des consoles:

(*a*) Mise en forme des semelles inférieures sur le bâti.

(*b*) Mise en place de la première âme munie de sa semelle supérieure, de ses raidisseurs et des cadres intérieurs.

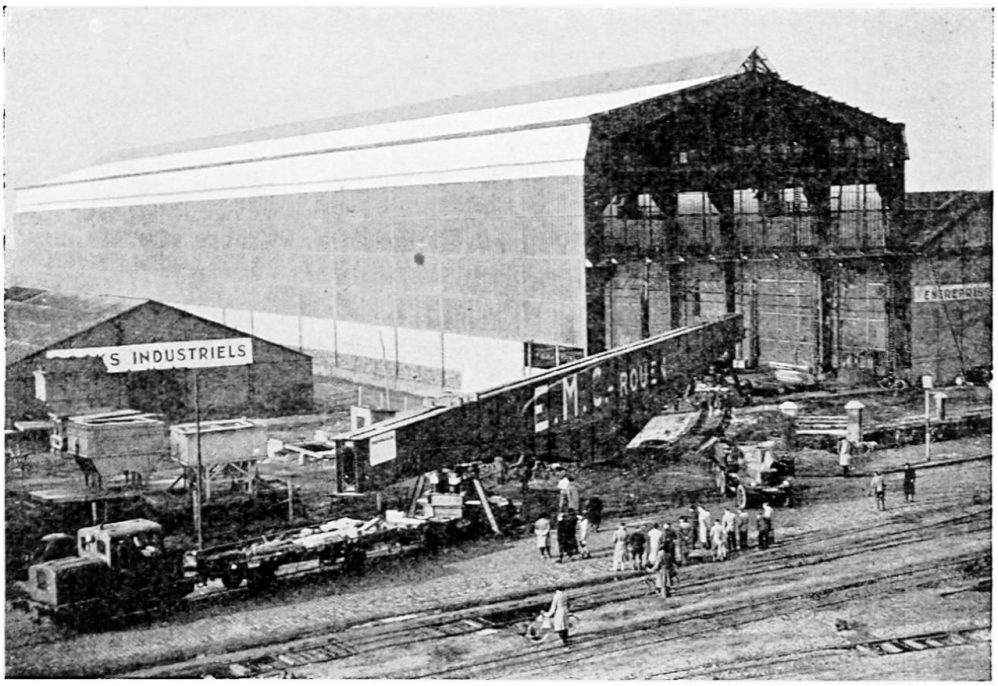

Fig. 6

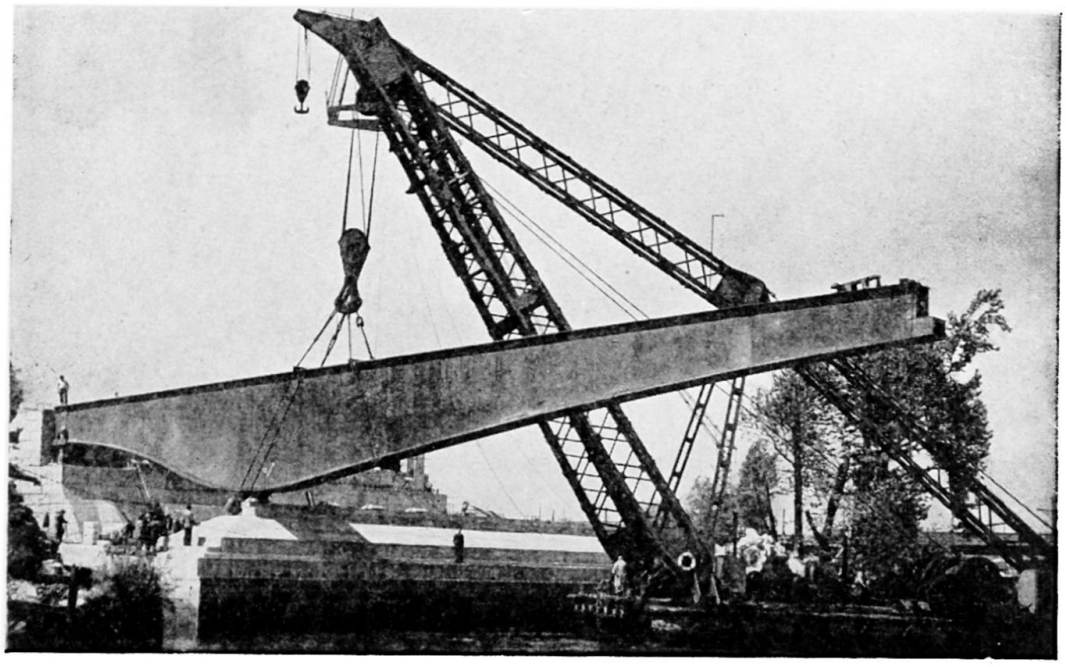

Fig. 7. Mise en place première partie

Le premier élément de la première âme est mis en place et soudé sur la semelle inférieure. Les autres éléments de la première âme sont placés à leur tour sur la semelle inférieure et soudés les uns aux autres de proche en proche, simultanément par l'âme et par la semelle supérieure. Ces éléments sont ensuite soudés à la semelle inférieure.

(*c*) Mise en place de la seconde âme munie de sa semelle supérieure et de ses raidisseurs, soudage de cette seconde âme sur les cadres, puis sur la semelle inférieure.

La poutre console une fois terminée, est levée par vérins et ripée sur la voie de desserte de l'usine. Des wagons plats sont amenés sous chaque extrémité de la poutre qui est redescendue sur eux. La poutre est alors prête à être transportée (fig. 6).

Le montage sur place s'effectue à l'aide d'engins de levage flottants. La bigue de 150 tonnes s'approche du quai où sont stockées les poutres consoles à proximité du pont. Chaque poutre est suspendue au crochet de la bigue par un élingage à quatre brins de 63 mm. de diamètre chacun, l'élingage passant sous la poutre dans un berceau (fig. 7) placé de telle manière que l'extrémité sur culée de la

Fig. 8

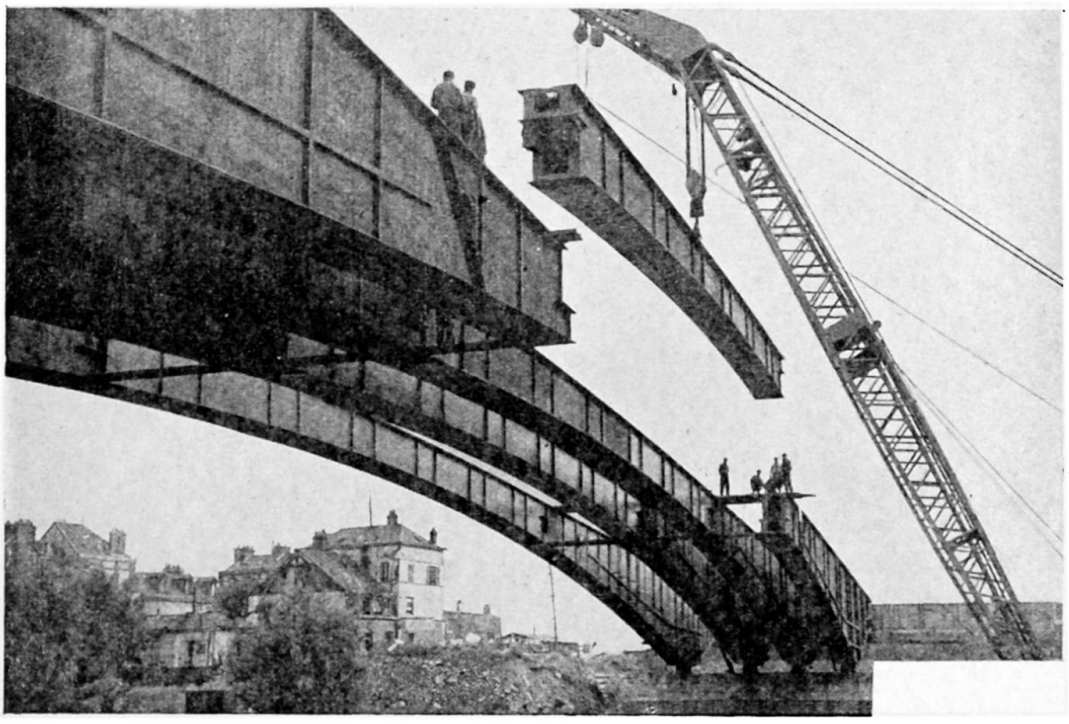

Fig. 9

poutre soit au transport plus basse qu'en position définitive; c'est cette extrémité à laquelle sont attachées les biellettes qui est présentée la première devant l'appui du contrepoids, préalablement mis en place. Dès que les lumières inférieures des biellettes sont en face des lumières des appareils d'appui, on introduit les axes des biellettes (fig. 8). On repose alors la poutre sur l'appui de rive, la dent de l'appareil lié à la poutre venant s'ajuster entre les dents de l'appareil lié au sol avec une précision

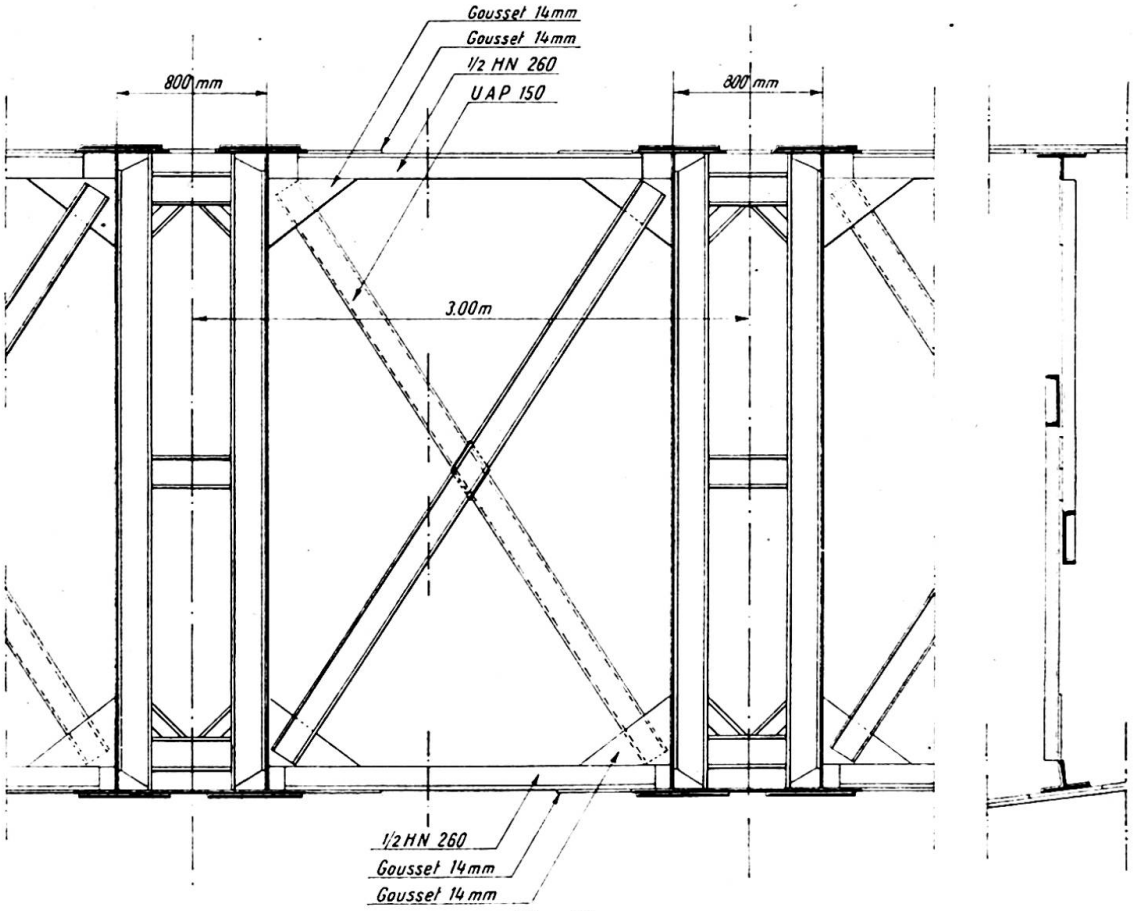

Fig. 10

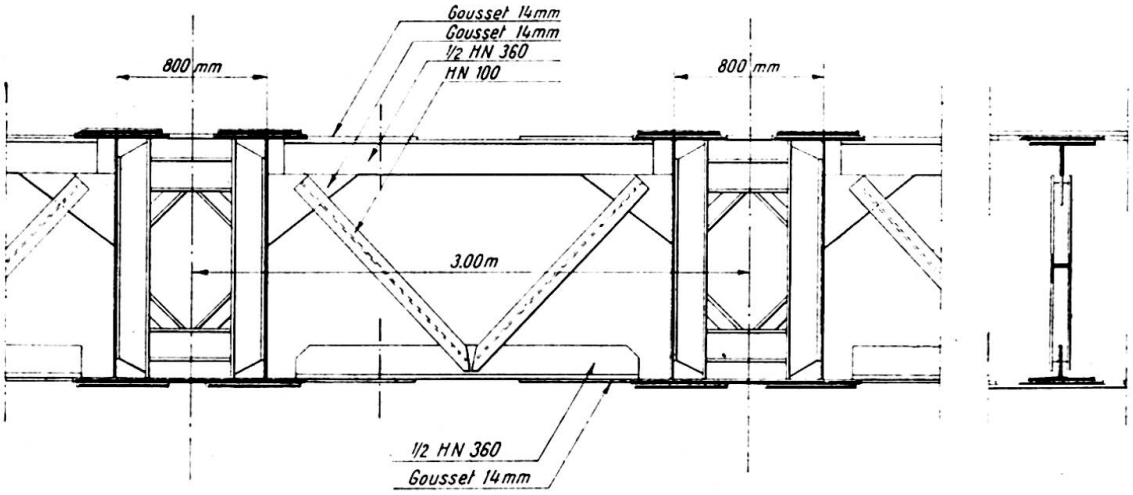

Fig. 11

de l'ordre du millimètre. Le réglage en hauteur de la volée de la console se fait par les écrous des tiges d'ancrage scellées dans la culée.

Il est interposé entre la pièce en acier moulé et le béton de la culée contrepoids, des boîtes en métal mince renfermant un produit bitumineux plastique qui, par écrasement lors du serrage des écrous, éviteront les infiltrations possibles et la corrosion de la partie supérieure des tirants d'ancrage.

La stabilité transversale provisoire de la première poutre-console a été assurée par une jambe de force fixée à la poutre et à des tiges ancrées dans le massif de fondations. Le poutres suivantes sont agrafées à la première par des entretoises provisoires.

Les poutres indépendantes sont mises en place avec une bigue de 50 tonnes (fig. 9) qui vient les poser sur les appuis des consoles.

Trois poutres consoles ou quatre poutres indépendantes peuvent être mises en place en une journée.

Le montage est effectué en quatre phases séparées par intervalles de plusieurs mois, nécessaires pour la fabrication des poutres. La durée totale du montage sera voisine de 20 jours, soit une pose moyenne de plus de 200 tonnes par jour.

Le montage s'achève par la mise en place des entretoisements spécialement conçus de façon à supporter les tolérances de dimensions et de pose des poutres principales.

Les entretoises ne sont pas soudées directement sur les poutres, mais sur des goussets eux-mêmes soudés aux poutres.

Dans les entretoises (fig. 10) de grande hauteur qui sont triangulées en X, les diagonales sont constituées par des profils U dont les âmes sont soudées sur chaque face des goussets verticaux.

Dans les entretoises de faible hauteur, triangulées en V (fig. 11), les diagonales en H sont soudées d'une extrémité aux goussets verticaux, et de l'autre à la traverse inférieure horizontale en T (demi-H recoupé) dont la semelle est inclinée suivant la pente de la semelle d'intrados de la poutre.*

Les poutres ont été éprouvées avant d'être mises en place.

La première poutre indépendante a été simplement mise sur appui et chargée par paquets de tôles à la sortie de l'usine.

Les deux premières poutres consoles ont été essayées à quai avant levage. Elles ont été basculées dans un plan horizontal après renforcement par triangulation des semelles supérieures, mises face à face, et appuyées l'une contre l'autre par les appareils d'appui (fig. 12). Des cadres placés au droit de chaque entretoise ont

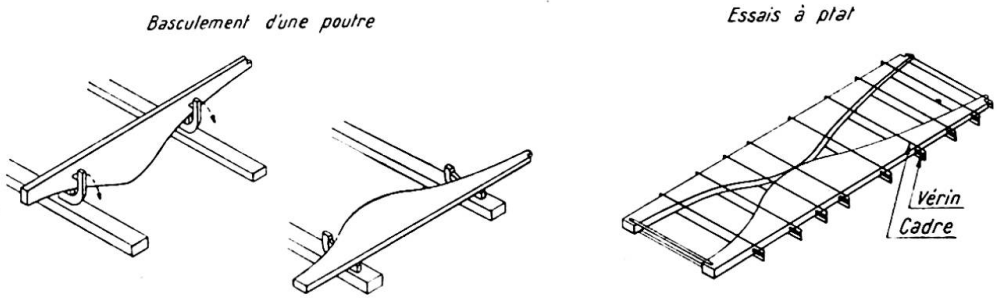

Fig. 12

transmis par vérins hydrauliques des efforts correspondant aux charges de service maximum (fig. 13). Les bielles d'ancrage étant montées se sont trouvées en charge au cours de l'opération. Les flèches mesurées ont été inférieures, tant pour les

* Ces diagonales en H ne sont attachées que par leur âme, la longueur de cette attache a été contrôlée par un essai aux vernis craquants qui a confirmé que la longueur d'attache était suffisante pour la bonne répartition des efforts dans l'entière section de l'H.

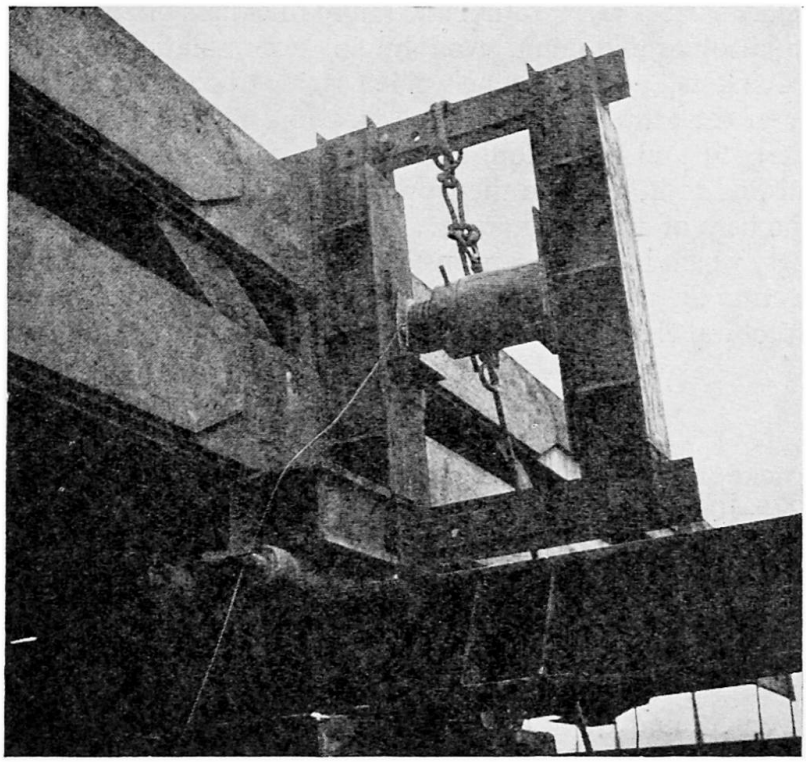

Fig. 13. Essais Pont Corneille. Mise en tension par vérins

poutres indépendantes que pour les consoles d'environ 20% aux flèches calculées. Cette différence semble devoir être attribuée à une valeur du module d'élasticité plus grande que celle qui avait été envisagée.

Le Pont Corneille a été étudié et est réalisé par le Service des Ponts-et-Chaussées de la Navigation de la Seine (4ème Section) (Direction du Port de Rouen). Les Entreprises Métropolitaines et Coloniales et les Etablissements Schmid Bruneton Morin assurent l'exécution de la charpente métallique. Les travaux de fondation sont achevés. Les travaux de charpente métallique sont en cours. La moitié de l'ouvrage est en place.

Résumé

Pont cantilever à 9 poutres à âme pleine en caisson de portée 27—100—15 m.

Entièrement soudé, en acier 42/25, d'épaisseur maximùm 25 mm., soudures réduites au strict minimum, en évitant toute accumulation ou croisement de cordons et en permettant autant que possible les retraits libres des soudures.

Les poutres de travée indépendante de 34 m. pesant 34 tonnes et les poutres consoles de 51 m. et 61 m. pesant 100 et 120 tonnes sont entièrement terminées en atelier, transportées à quai et mises en place à la bigue flottante. Seuls les entretoisements entre poutres disposés pour permettre de larges tolérances d'exécution des poutres sont soudés sur chantier.

Les premiers éléments fabriqués ont été essayés à pleine charge avant mise en place.

Summary

Cantilever bridge with 9 solid-web box-shaped main girders with spans of 27—100—15 m.

Entirely welded; steel 42/25 with a maximum thickness of 25 mm.; welding work reduced to the absolute minimum, avoiding any accumulating or crossing of welds, and provision being made to allow the welded seams to contract as freely as possible.

The girders of the central part, 34 m. long and weighing 34 metric tons, and the cantilever girders, 51 and 61 m. long and weighing 100 and 120 metric tons respectively, were finished completely in the workshops, transported to the river bank, and erected with the help of a floating crane.

The bracings, which had been arranged so as to give a large free space for introducing and erecting the main girders, were the only parts welded on site.

The first structural elements to be finished were tested under full load before being erected.

Zusammenfassung

Auslegerbrücke mit 9 vollwandigen, kastenförmigen Hauptträgern von den Spannweiten 27—100—15 m.

Vollständig geschweisst; Stahl 42/25 mit einer grössten Stärke von 25 mm.; Schweissarbeiten auf das unbedingte Minimum beschränkt unter Vermeidung jeglicher Naht-Anhäufung oder -Kreuzung und bei bestmöglicher Zulassung freier Schrumpfungen der Schweissnähte.

Die Träger des Mittelteiles von 34 m. Länge und 34 Tonnen Gewicht und die Konsolträger von 51 und 61 m. Länge und 100 resp. 120 Tonnen Gewicht wurden vollständig in der Werkstätte angefertigt, ans Ufer transportiert und mit Hilfe eines Schwimmkranes montiert.

Nur die Querverbände, die so angeordnet wurden, dass sich für die Ausführung und Montage der Hauptträger ein grosser Spielraum ergab, sind auf der Baustelle geschweisst.

Die ersten fertigen Bauelemente wurden vor der Montage bei Vollbelastung geprüft.