

Les ponts métalliques et les ponts à poutrelles enrobées de béton des chemins de fer français: quelques tendances

Autor(en): **Bastien, H.**

Objektyp: **Article**

Zeitschrift: **IABSE publications = Mémoires AIPC = IVBH Abhandlungen**

Band (Jahr): **5 (1937-1938)**

PDF erstellt am: **19.04.2024**

Persistenter Link: <https://doi.org/10.5169/seals-6148>

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.

LES PONTS MÉTALLIQUES ET LES PONTS À POUTRELLES ENROBÉES DE BÉTON DES CHEMINS DE FER FRANÇAIS.

Quelques tendances.

DIE STAHLBRÜCKEN UND DIE BRÜCKEN MIT EINBETONIERTEN TRÄGERN DER FRANZÖSISCHEN STAATSBAHNEN

**STEEL BRIDGES AND CONCRETE-ENCASED STEEL BEAM BRIDGES ON THE FRENCH STATE RAILWAYS.
SOME RECENT TRENDS.**

H. BASTIEN, Ing. en Chef attaché au Service Central de la Voie, Chemins de Fer P. L. M., Paris *).

On se propose, dans la présente note, d'indiquer quelques tendances qui se manifestent actuellement dans le renforcement ou la construction des ponts à charpente métallique des chemins de fer français.

Ces tendances, sans être générales, paraissent cependant assez nettement marquées pour qu'il soit intéressant de les signaler.

Les exemples qu'on donnera seront pris parmi les ouvrages les plus caractéristiques qui ne sont pas toujours les plus importants.

Renforcement d'ouvrages anciens.

Bien que la rouille soit l'ennemie principale des charpentes métalliques, il est rare que les ponts sous rails meurent de cette maladie, car ils sont l'objet de soins vigilants.

Il est fréquent, en revanche, que leur résistance devienne insuffisante, en raison de l'accroissement du poids et de la vitesse des trains.

Avant de remplacer un ouvrage important, on examine donc, en général, s'il est possible de renforcer ses parties faibles, car cette solution est parfois peu coûteuse.

On utilise divers procédés: renforcement par enrobage en béton armé, renforcement par addition de pièces métalliques rivées ou soudées.

Le premier procédé a été appliqué, en particulier, à quelques grands viaducs de construction ancienne, dont les fermes maîtresses, constituées par des arcs en fonte, étaient devenues insuffisantes.

La figure 1 donne une vue du Viaduc de la Voulte, sur le Rhône. Cet ouvrage, construit en 1861, pour une voie, comporte cinq arches de 55 m d'ouverture; les quatre arcs porteurs en fonte et les entretoisements de ces arcs et des tympans présentaient des cassures et des fissures dues à la trop grande rigidité de leurs liaisons mutuelles. Les semelles inférieures des arcs ont été renforcées par des ronds en acier de 36 mm enrobés dans un hourdis en béton armé, formant, en outre, contreventement général d'intrados. D'autre part, la voie — posée sur ballast — et les trottoirs reposent sur une dalle générale nervurée en béton armé qui répartit transversalement les surcharges

*) Conférence libre présentée au 2^{ème} Congrès de l'A. I. P. C., Berlin, octobre 1936.

sur les quatre arcs (dans d'autres ouvrages, cette dalle forme aussi poutre de rigidité et soulage les arcs).

Cette solution a permis de réaliser une économie importante (50 % environ du coût d'un ouvrage neuf).

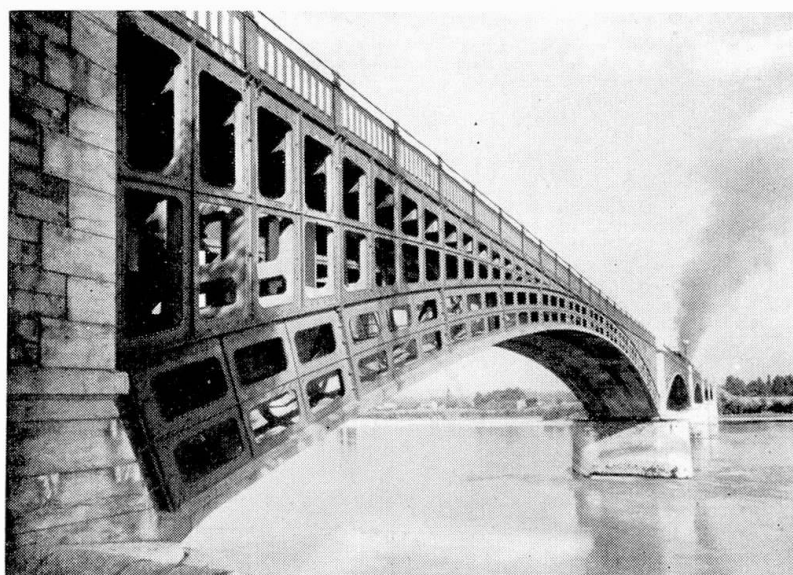


Fig. 1.
Rhonebrücke der Voulte — Viaduc de la Voulte — Bridge over
the Rhone at Voulte.

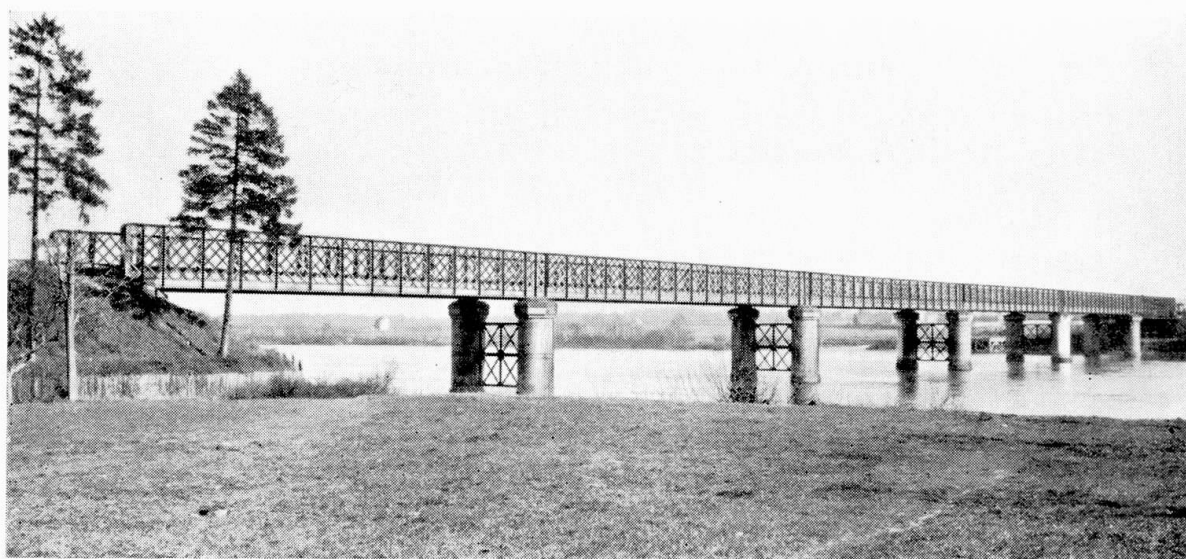


Fig. 2.
Seinebrücke bei Orival — Viaduc d'Orival — Bridge over the Seine at Orival.

On a renforcé par addition de pièces rivées des ouvrages relativement importants, par exemple (fig. 2) le pont d'Orival sur la Seine, de 283 m de longueur, à six travées solidaires et à tablier inférieur, pour deux voies. Les treillis, en fers plats, ont été doublés; les membrures des poutres et les pièces de pont ont été renforcées par addition de semelles et les longerons ont été remplacés.

Avec cette méthode, il n'est pas toujours possible de fixer les nouvelles pièces sans affaiblir temporairement l'ouvrage, ce qui est souvent une gêne sérieuse. La soudure à l'arc électrique donne, à cet égard, de grandes facilités; elle permet, en outre, d'alléger les pièces additionnelles, dont la section n'est plus diminuée par les trous de rivets.

Pourtant, le procédé de renforcement par soudure est parfois en défaut; ce fut le cas au Viaduc de Vernaison sur l'Isère, dont la figure 3 donne une

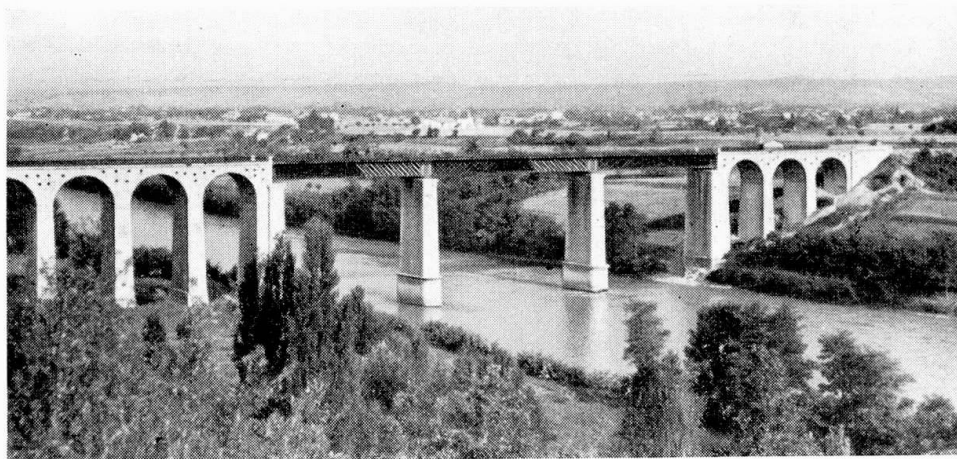


Fig. 3.
Isèrebrücke bei Vernaison — Viaduc de Vernaison — Bridge over the Isère at Vernaison.

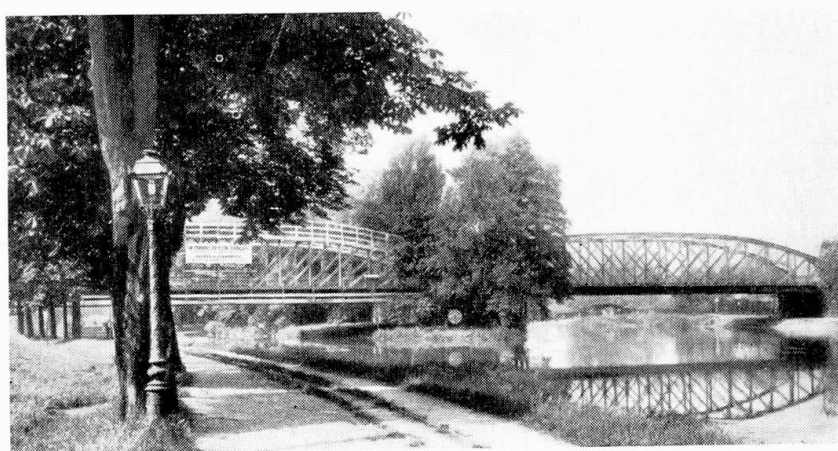


Fig. 4.
Brücke über die Ill und über den Rhein-Rhonekanal — Pont sur l'Ill et le canal du Rhône au Rhin — Bridge over the Ill and over the Rhine-Rhone canal.

vue d'ensemble. Cet ouvrage, à deux voies et à tablier supérieur, comporte trois travées solidaires de 34 m 40—43 m 40—34 m 40 de portée; il est constitué par quatre poutres principales à treillis multiple en fers plats, reliées entre elles par des contreventements. On a renforcé les parties faibles des membrures et on a doublé un certain nombre de diagonales comprimées de part et d'autre des appuis sur piles. Mais l'ouvrage, de construction ancienne, est en fer; lorsqu'on voulut souder les pièces de renforcement des barres de treillis sur les âmes des membrures, celles-ci s'ouvrirent comme les feuillets

d'un livre, et on dut attacher les plats de renforcement au moyen d'éclisses soudées sur ces plats et rivées sur les âmes des membrures.

Le cas est heureusement assez rare et des ouvrages importants ont pu être renforcés par soudure, sans incident. Voici, par exemple (fig. 4), un pont sur l'Ill et le Canal du Rhône au Rhin. Cet ouvrage, qui porte deux voies, est à deux travées indépendantes de 52 m de portée. Les poutres principales, à double paroi, sont du type semi-parabolique à treillis composé. On les a renforcées par une nouvelle poutre en acier à assemblages soudés,



Fig. 5.
Zufuhrviadukt in der Plaine-St-Denis — Estacade d'accès, à la
Plaine-St-Denis — Access viaduct in the Plaine St.-Denis.



Fig. 6.
Aire-Brücke — Pont sur l'Aire — Bridge over the Aire.

introduite entre leurs parois et réunie à celles-ci par soudure après mise en charge de la poutre de renforcement, qui supporte ainsi son poids propre et les deux tiers de la charge permanente primitive.

Pose des voies sur ballast.

Lorsqu'un ouvrage doit être remplacé ou transformé, on en profite, naturellement, pour améliorer les dispositions anciennes.

Une amélioration qu'on tend souvent à réaliser, si elle ne doit pas être trop onéreuse et s'il s'agit d'un ouvrage portant des voies à trafic important, consiste à poser les voies sur ballast. Elle procure, en effet, de sérieux avantages: meilleure tenue des voies; pose facile des appareils de voie;

suppression d'éléments de la construction particulièrement vulnérables; diminution du bruit au passage des trains et, enfin, atténuation des effets dynamiques des surcharges par une transmission plus élastique des chocs et par l'augmentation du poids mort.

a) Ponts à poutrelles enrobées de béton.

Lorsqu'il s'agit d'ouvrages de faible importance, le pont à poutrelles complètement enrobées de béton, de construction simple et d'entretien peu onéreux, est habituellement employé.



Fig. 7.

Mosson-Brücke — Pont sur la Mosson — Bridge over the Mosson.

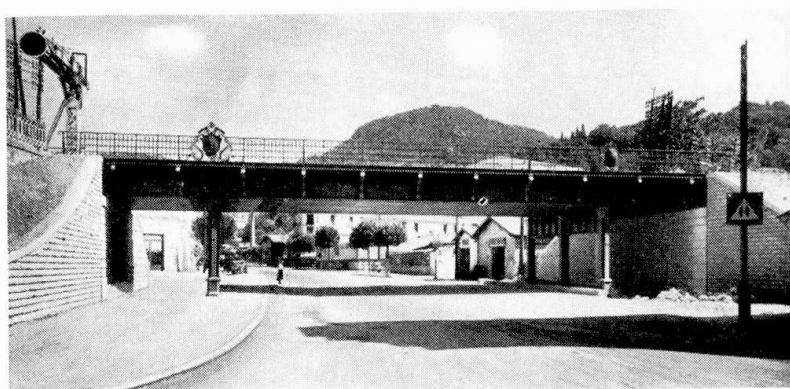


Fig. 8.

Brücke über den Boulevard Bischoffsheim in Nizza — Pont sur le boulevard Bischoffsheim, à Nice — Bridge over the Boulevard Bischoffsheim, Nice.

L'ouvrage est construit à son emplacement définitif (les voies étant, le cas échéant, déviées ou posées sur des ponts provisoires) ou bien il est construit à côté de l'ouvrage à remplacer et ripé à la place de celui-ci entre deux passages de trains.

La figure 5 représente l'estacade d'accès d'un ouvrage construit à la Plaine-St-Denis, près de Paris. Cette estacade comprend onze travées de 15 m de portée, constituées par des poutrelles de 700×300 mm enrobées de béton, prenant appui sur des piles en béton légèrement armé (la place disponible ne permettait pas de faire un remblai avec talus; d'autre part, des murs de soutènement auraient créé un obstacle de grande longueur dans une région où la traversée des voies est déjà difficile).

La portée des tabliers à poutrelles enrobées atteint parfois 20 m. C'est le cas de la travée centrale d'un pont à trois travées indépendantes (fig. 6) construit sur l'Aire. L'ouvrage est biais; le tablier de la travée centrale, qui a 19 m 75 d'ouverture biaise, est constitué par 16 poutrelles Grey de 1 m 008 $\times$ 300, de 21 m 40 de longueur, complètement enrobées de béton.

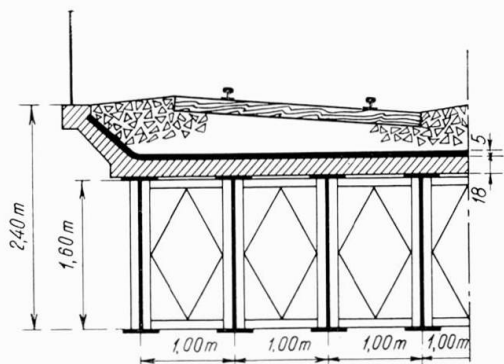


Fig. 9.
Longs Vallons-Brücke bei Rouen.
Viaduc des Longs-Vallons.
Longs Vallons bridge near Rouen.

L'ouvrage peut aussi être à travées solidaires, comme le pont sur la Mosson (fig. 7), de 55 m 54 d'ouverture totale, construit en remplacement d'un pont métallique à deux travées égales, devenu insuffisant. Le tablier de cet ouvrage (4 travées, de 12 m 25—16 m 02—16 m 02—12 m 25) est

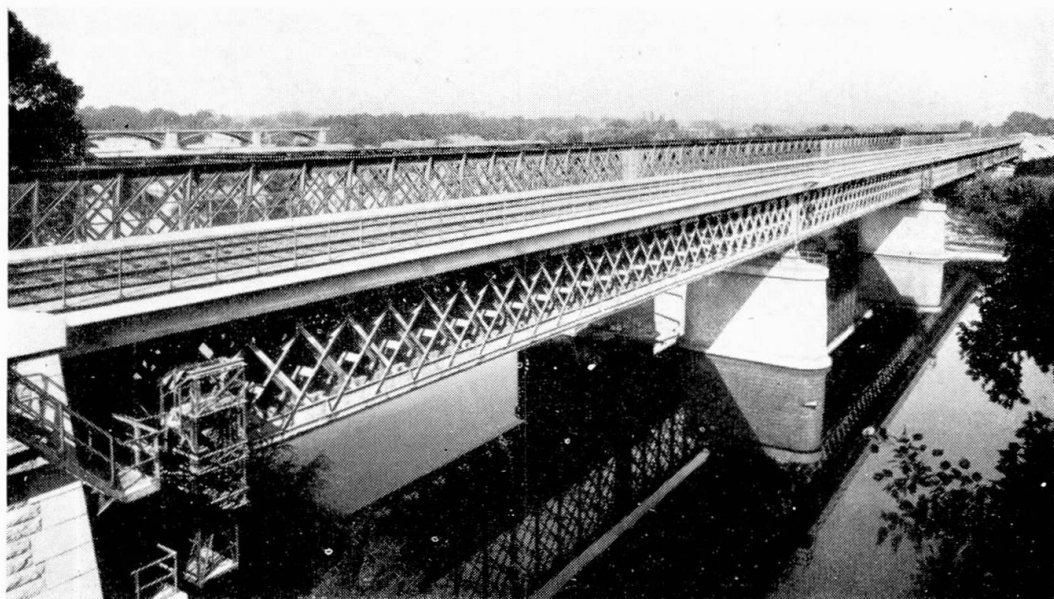


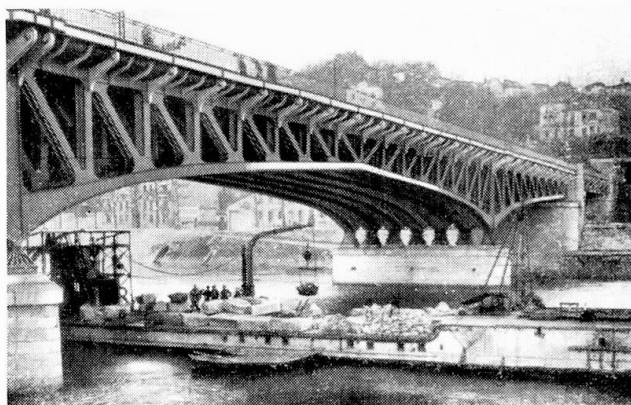
Fig. 10.
Ardèche-Brücke — Viaduc sur l'Ardèche — Bridge over the Ardèche.

constitué par des poutrelles à larges ailes de 500 $\times$ 300, renforcées sur une certaine longueur, de part et d'autre des appuis intermédiaires, par des semelles additionnelles rivées. Pour éviter les flexions transversales, génératrices de fissures, on a ménagé une coupure longitudinale dans l'axe de l'ouvrage, qui se compose donc, en fait, de deux tabliers indépendants à une voie.

Le pont sur le Boulevard Bischoffsheim, à Nice, est un autre exemple de pont à poutrelles enrobées à travées solidaires. Cet ouvrage (fig. 8) de 25 m 32 d'ouverture biaise, est à trois travées dont une de 16 m 90. Pour

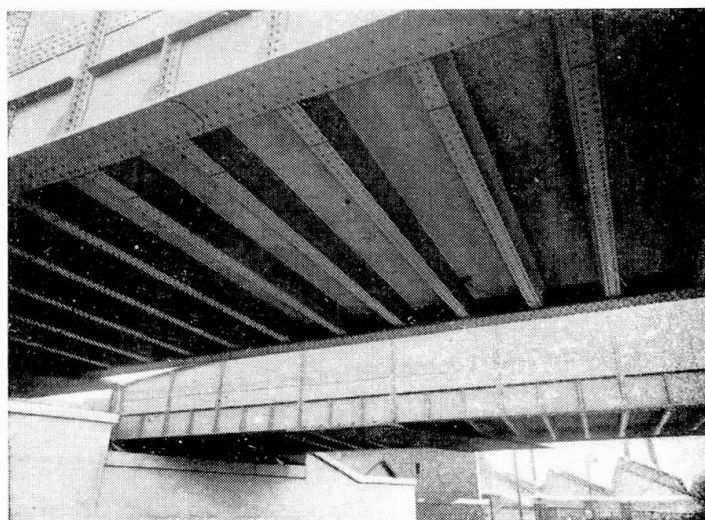
l'aspect, les poutrelles latérales, plus hautes que les poutrelles sous voies, n'ont pas été enrobées extérieurement. En vue d'allonger les deux travées courtes, les appuis extrêmes des poutrelles ont été reportés au voisinage du parement postérieur des culées, lesquelles sont constituées par un massif de béton de 4 m d'épaisseur, percé d'une galerie d'élégissement; la portée des

Fig. 11.
Quarantaine - Brücke in Lyon.
Viaduc de la Quarantaine, à Lyon.
Quarantaine bridge in Lyons.



travées extrêmes est ainsi de 7 m 70. Malgré cela, en raison de la disproportion entre les travées imposée par la largeur de la chaussée et des trottoirs, on a dû alléger l'enrobage de la travée centrale par des évidements entre poutrelles et alourdir les travées extrêmes par des contrepoids en béton armé. L'ouvrage, qui a remplacé un ancien passage inférieur de 4 m, a été construit sous deux voies très fréquentées, sur lesquelles la circulation a été

Fig. 12.
Talbrücke in Argenteuil.
Viaduc d'Argenteuil.
Argenteuil viaduct.



maintenue pendant toute la durée des travaux, grâce à l'emploi de ponts auxiliaires spécialement étudiés pour des travaux de ce genre.

b) Ponts à poutres métalliques portant une dalle en béton armé.

Les ponts à poutrelles complètement enrobées deviennent vite coûteux quand la portée augmente; on adopte alors d'autres dispositions.

Si le pont est à poutres inférieures multiples, on pose sur ces poutres une dalle en béton armé à bords relevés portant le ballast. C'est ce qu'on a fait au Viaduc des Longs Vallons, près de Rouen, dont la figure 9 donne la

coupe transversale schématique. Cet ouvrage, de 20 m 45 d'ouverture biaise, est constitué par huit poutres métalliques à âme pleine, de 22 m 60 de portée et 1 m 60 de hauteur, supportant un hourdis en béton armé de 0 m 18 d'épaisseur.

Cette disposition a d'ailleurs été réalisée pour des ouvrages importants, en particulier :



Fig. 13.
Brücke in Vienne.
Pont de Vienne.
Vienne bridge.

— le Viaduc sur l'Ardèche (fig. 10), de 290 m 44 de longueur totale, à cinq travées solidaires (2 de 53 m 72 et 3 de 61 m). L'ouvrage, à 2 voies, est constitué par quatre poutres à caisson, de 4 m de hauteur, reliées par des contreventements transversaux et longitudinaux, supportant une dalle en

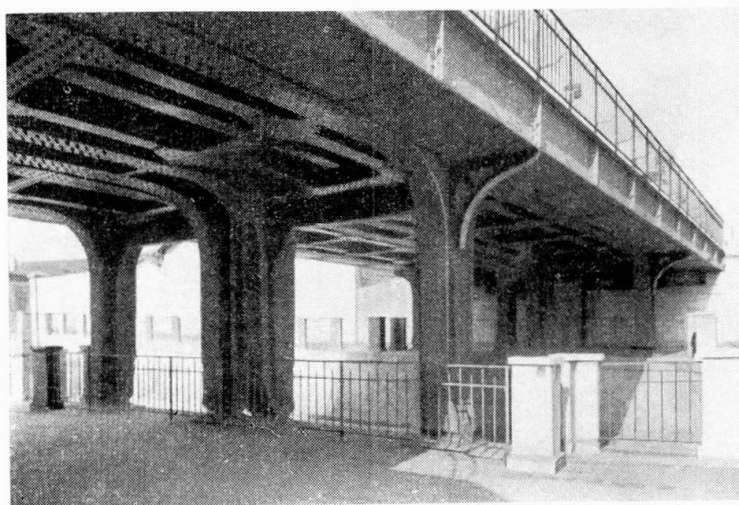


Fig. 14.
Brücke über die Bahnhofstraße in St.-Ouen. — Pont à St-Ouen.
Bridge in St. Ouen.

béton armé de 0 m 32 d'épaisseur; les poutres sont à treillis quadruple sans montants; leurs membrures supérieures sont enrobées dans la dalle, suivant une disposition qui n'est pas toujours adoptée;

— le Viaduc de la Quarantaine, sur la Saône, à Lyon (fig. 11), de 126 m de longueur, en trois travées (32 m 50—61 m—32 m 50). La pose des voies sur ballast y était particulièrement désirable, car la proximité de l'importante gare de Lyon-Perrache exigeait la pose d'appareils de voie sur le pont. Cet ouvrage, établi pour quatre voies, est constitué par sept poutres continues à

caisson, de hauteur variable, reliées par des contreventements transversaux, supportant un hourdis en béton armé, de 0 m 32 d'épaisseur, qui enrobe les membrures supérieures des poutres. La forme donnée aux membrures inférieures des poutres a été choisie pour des raisons d'aspect et pour dégager le gabarit de navigation.

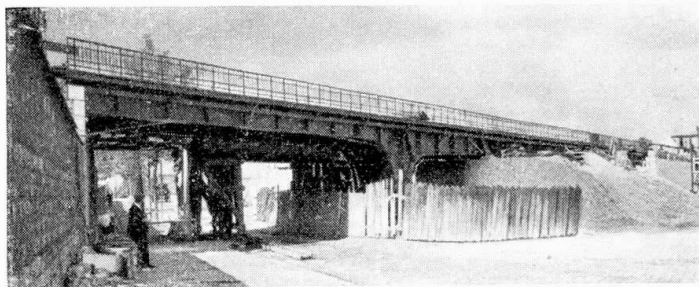
Dans les ponts à poutres latérales, la partie métallique du tablier est quelquefois fort réduite, comme au Viaduc d'Argenteuil. La figure 12 donne

Fig. 15.

Brücke über den Boulevard Ney
in Paris.

Ponts sur le boulevard Ney à
Paris.

Bridge over the Boulevard Ney
in Paris.



une vue par-dessous de cet ouvrage, qui se compose de deux ponts à une voie de 24 m d'ouverture. Chaque tablier est constitué par deux poutres latérales de hauteur variable à âme pleine, reliées par des pièces de pont métalliques enrobées, formant nervures d'un hourdis en béton armé de 0 m 20 d'épaisseur.

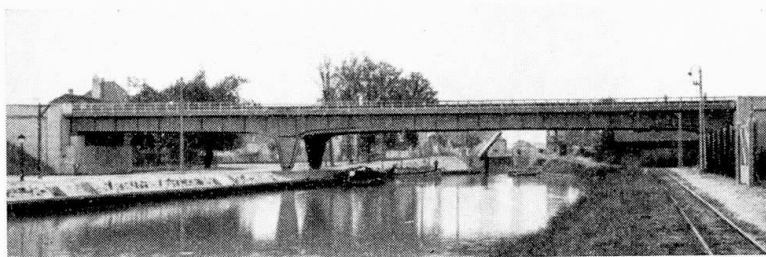


Fig. 16.

Brücke über die Marseiller-Straße und den Rhein-Rhonekanal in Straßburg.

Pont sur une route et sur le canal du Rhône au Rhin.

Bridge over road and Rhine-Rhone canal in Strasbourg.

Le tablier peut encore être constitué par des pièces de pont et des longerons métalliques non enrobés, portant un platelage en béton armé. C'est le cas du pont de Vienne (fig. 13), de 9 m 80 d'ouverture droite et 34 m d'ouverture biaise, où cette solution a d'ailleurs permis d'atténuer les inconvénients des ouvrages très biais à tablier métallique.

Ponts très minces.

La tendance qu'on vient de signaler n'est pas absolue. La pose sur ballast est d'ailleurs souvent impossible, par suite de circonstances particulières limitant l'épaisseur du tablier. Il faut même, parfois, avoir recours aux ponts à béquilles, qui permettent d'utiliser au mieux l'épaisseur dont on dispose.

Voici, à titre d'exemples :

— un pont à St-Quen, sur l'Avenue de la Gare (fig. 14), en trois travées de 6 m 24—10 m 40—7 m 99 d'ouverture biaise, pour deux voies. Il est

constitué par quatre poutres principales à béquilles supportant un tablier à longerons et pièces de pont avec platelage étanche;

— un pont sur le boulevard Ney, à Paris (fig. 15), en trois travées de 21 m 27, 35 m 19 et 21 m 27 d'ouverture biaise. Cet ouvrage se compose de



Fig. 17.
Bevera-Brücke.
Pont sur la Bevera.
Bridge over the Bevera.

deux ponts indépendants à une voie, constitués chacun par un tablier à longerons et pièces de pont, porté par deux poutres à âme pleine à béquilles;

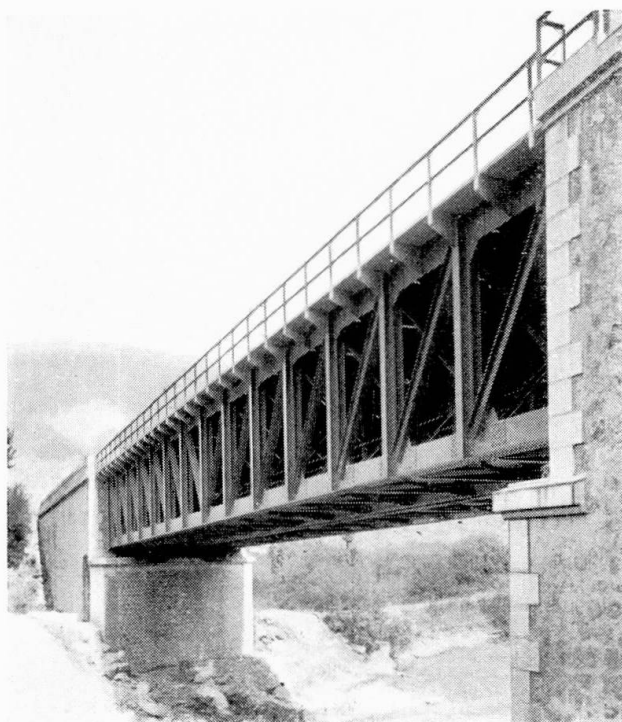


Fig. 18.
Buech-Brücke.
Pont sur le Buech.
Bridge over the Buech.

— un pont sur la Route de Marseille et le canal du Rhône au Rhin, à Strasbourg (fig. 16), à deux travées de 45 m 20 et 22 m 60 de portée. Ici, ce sont des considérations d'esthétique qui ont fait choisir le type à béquilles, en raison de la situation de l'ouvrage aux abords immédiats de la Ville de Strasbourg.

Abandon des poutres à treillis multiples.

On peut signaler aussi une tendance à l'abandon des poutres à treillis multiples, qui furent très couramment employées jusqu'à ces dernières années.

Le pont sur la Bévéra, près de Sospel (fig. 17), en deux travées solidaires de 47 m, dont la pile est constituée par une voûte ogivale en maçonnerie enjambant le torrent, a été lancé en 1925. Si on avait à le construire aujourd'hui, on simplifierait sans doute la triangulation des poutres principales.

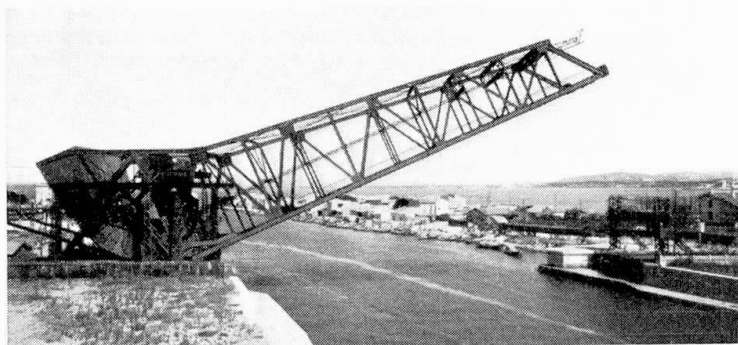


Fig. 19.

Hubbrücke der Bordigue in Sète. Pont basculant de la Bordigue, à Sète.
Lifting bridge over the Bordigue at Sète.

C'est ce qu'on a fait au pont de Vienne (fig. 13) dont il a été question plus haut et au pont sur le Buech (fig. 18), de 39 m d'ouverture, où l'on a adopté la triangulation simple en *N*, de manière à éliminer certains efforts secondaires, à avoir des assemblages simples et à faciliter la visite et l'entretien des divers éléments du pont.

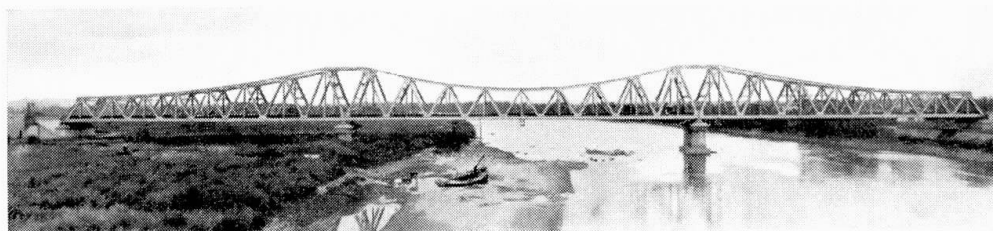


Fig. 20.

Tarn-Brücke in Moissac. Pont de Moissac. Bridge over the Tarn in Moissac.

Le schéma à larges mailles est d'ailleurs indiqué pour les ponts importants; on l'a réalisé, en particulier, dans deux beaux ouvrages:

le pont basculant de la Bordigue, à Sète (fig. 19), sur lequel la ligne de Bordeaux à Sète franchit la passe reliant l'étang de Thau à la Méditerranée. C'est un pont à secteurs roulants du système Scherzer; sa portée, entre appuis, est de 57 m 20 dans la position de fermeture et la passe dégagée est de 44 m 07, normalement aux culées, lorsque le pont est levé. La travée est constituée par deux poutres principales à triangulation en *V* et à membrure supérieure inclinée, reliées par des contreventements. Le tablier supporte deux voies ferrées normales posées sur longrines; la manoeuvre du pont est électrique (durée 3 minutes), mais elle peut se faire aussi par moteur à essence (en 10 minutes), ou à bras d'hommes;

— le pont de Moissac sur le Tarn (fig. 20), construit en remplacement d'un ouvrage emporté par une crue en 1930. Cet ouvrage, à deux voies, comporte trois travées solidaires: une travée centrale de 120 m et deux

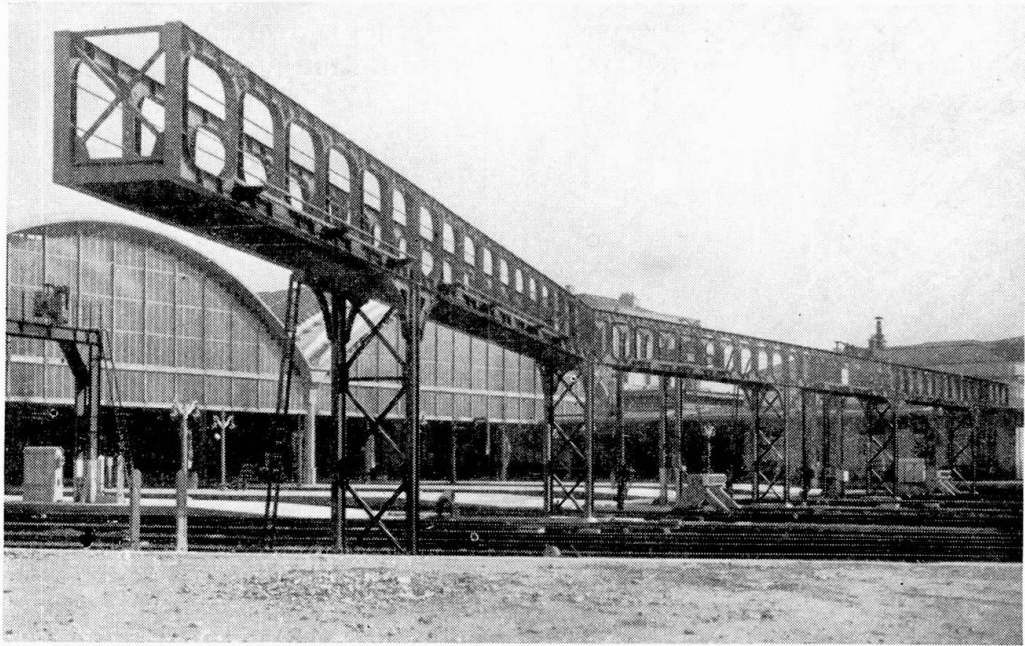


Fig. 21.
Signalbrücke im Bahnhof von Reims. — Passerelle à signaux en gare de Reims.
Signal gantry in Rheims station.

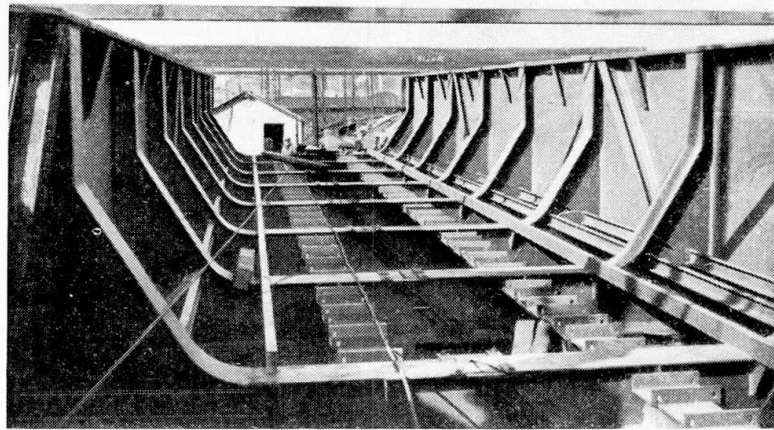


Fig. 22.
Brücke in der Plaine-St-Denis bei Paris. — Pont à la Plaine-St-Denis.
Plaine St-Denis bridge near Paris.

travées de 95 m 70; les poutres principales sont à membrure supérieure courbe et à triangulation en V. L'ouvrage fût lancé par moitiés, des deux rives; on raccorda ensuite les deux moitiés, au milieu de la travée centrale,

membrure par membrure, les tronçons étant amenés successivement en contact par abaissement ou soulèvement des extrémités sur culées.

Emploi d'aciers spéciaux. — Emploi de la soudure.

Les chemins de fer français utilisent couramment les aciers semi-inoxydables et les aciers à haute résistance, notamment l'acier au chrome-cuivre, qui procurent souvent des économies de construction et dont on attend des économies d'entretien appréciables.

Enfin, quelques réseaux commencent aussi à employer la soudure pour les ouvrages neufs. C'est ainsi qu'on a construit récemment :

— sur le Boulevard Ney, à Paris, le pont à béquilles (fig. 15) cité plus haut;

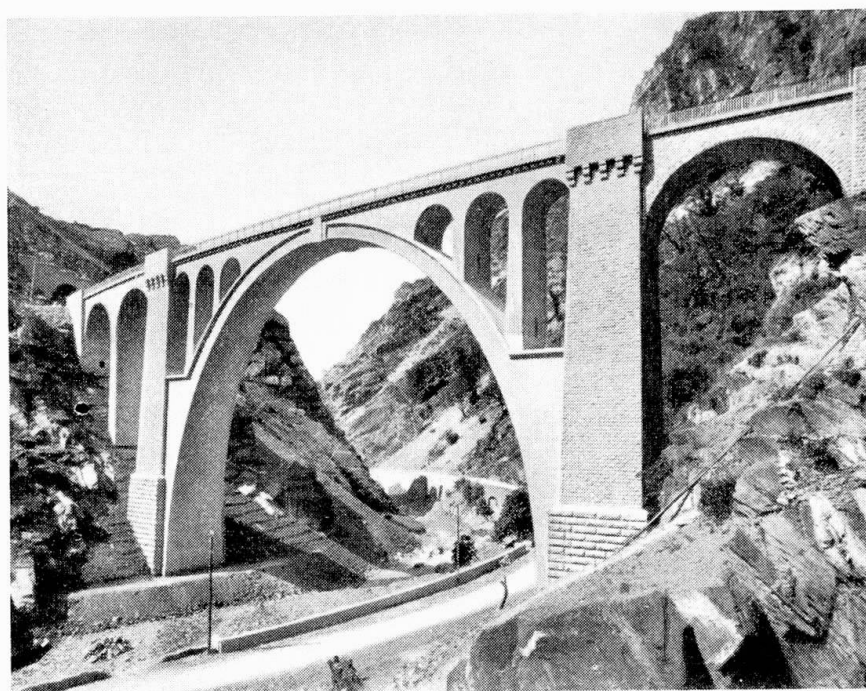


Fig. 23.

Scarassoui-Brücke. — Pont de Scarassoui. — Scarassoui bridge.

— à la gare de Reims, une passerelle à signaux (fig. 21), de 75 m de longueur, en acier au cuivre. Elle est constituée par deux poutres Vierendeel, de 1 m 70 de hauteur, réunies à leur partie inférieure par des entretoises en I de 200 mm, portant un platelage en tôles lisses de 8 mm;

— à la Plaine-St-Denis, près de Paris, un pont (fig. 22) très bails, de 62 m de longueur environ, en 2 travées solidaires de portées différentes. L'ouvrage, en acier $Ac-54$, est constitué par deux poutres à âme pleine, de 2 m 50 de hauteur, reliées par un tablier à longerons et pièces de pont; l'appui intermédiaire est réalisé par deux colonnes indépendantes en I soudés, articulées sur rotules en haut et en bas. Le pont est arrivé à pied d'oeuvre en six tronçons seulement (3 par poutre), comprenant chacun une partie de poutre principale et une moitié des entretoises correspondantes; il fut monté très rapidement en raison du petit nombre de soudures à faire sur le chantier: celles du milieu des entretoises et deux soudures transversales pour chacune des poutres.

Ces essais, qui sont encore en nombre limité, ont donné des résultats très encourageants et on peut penser que la construction de ponts-rails importants, entièrement soudés, deviendra bientôt une opération courante. Mais peut être faudra-t-il, au préalable, mettre au point des normes de construction qui pourront être assez différentes des normes relatives aux charpentes rivées.

Si grandes que soient les facilités apportées à l'art des ponts métalliques par les nouveaux aciers et par la soudure, elles ne feront pas oublier aux Ingénieurs des chemins de fer français qu'ils ont toujours la pierre et le ciment à leur disposition et que ces matériaux permettent, dans certains cas, d'heureuses solutions, dont le pont de Scarassoui (fig. 23) est un exemple encore récent.

Résumé.

L'auteur décrit très sommairement quelques ouvrages à charpente métallique récemment construits ou renforcés par les grands réseaux de Chemins de fer français (actuellement Société Nationale des Chemins de Fer français).

A cette occasion, il signale quelques tendances qui se manifestent maintenant dans ce domaine: renforcement d'ouvrages anciens par enrobage en béton armé ou par addition de pièces métalliques rivées ou soudées; pose de la voie sur ballast (ponts à poutrelles enrobées de béton ou ponts à poutres métalliques portant une dalle en béton armé); abandon des poutres à treillis multiple; emploi d'aciers spéciaux; emploi de la soudure.

Zusammenfassung.

In sehr summarischer Form beschreibt der Autor einige Stahlkonstruktionen, die in jüngster Zeit durch die großen französischen Eisenbahngesellschaften (jetzt Société Nationale des Chemins de Fer français) verstärkt worden sind.

Gleichzeitig macht er auf gewisse Tendenzen aufmerksam, die auf diesem Gebiete festgestellt werden können: Verstärkung alter Konstruktionen durch Ummantelung mit Eisenbeton oder durch angenietete bzw. angeschweißte Querschnittsteile; Verlegung des Bahngleises auf Schotterbett (einbetonierte Träger oder Eisenbetondecke auf Stahlträgerrost); Verzicht auf Träger mehrfachen Systems: Anwendung von Spezialstählen; Anwendung der Schweißung.

Summary.

The Author gives a very brief description of some structural steel frameworks recently built or strengthened on the main lines of the French Railways (now the Société Nationale des Chemins de Fer Français).

He uses the opportunity to point out certain tendencies which are now apparent in this field, such as the strengthening of old structures by enclosing them in reinforced concrete or by the addition of riveted or welded steel members; the adoption of a ballasted track on bridges composed of joists encased in concrete or on bridges made up of such joists carrying a reinforced concrete slab; the obsolescence of multiple lattice girders; the use of special steels and of welding.