

Revue générale des chemins de fer (1924)

I Revue générale des chemins de fer (1924). 1931/07.

1/ Les contenus accessibles sur le site Gallica sont pour la plupart des reproductions numériques d'oeuvres tombées dans le domaine public provenant des collections de la BnF. Leur réutilisation s'inscrit dans le cadre de la loi n°78-753 du 17 juillet 1978 :

- La réutilisation non commerciale de ces contenus est libre et gratuite dans le respect de la législation en vigueur et notamment du maintien de la mention de source.
- La réutilisation commerciale de ces contenus est payante et fait l'objet d'une licence. Est entendue par réutilisation commerciale la revente de contenus sous forme de produits élaborés ou de fourniture de service.

[CLIQUER ICI POUR ACCÉDER AUX TARIFS ET À LA LICENCE](#)

2/ Les contenus de Gallica sont la propriété de la BnF au sens de l'article L.2112-1 du code général de la propriété des personnes publiques.

3/ Quelques contenus sont soumis à un régime de réutilisation particulier. Il s'agit :

- des reproductions de documents protégés par un droit d'auteur appartenant à un tiers. Ces documents ne peuvent être réutilisés, sauf dans le cadre de la copie privée, sans l'autorisation préalable du titulaire des droits.
- des reproductions de documents conservés dans les bibliothèques ou autres institutions partenaires. Ceux-ci sont signalés par la mention Source gallica.BnF.fr / Bibliothèque municipale de ... (ou autre partenaire). L'utilisateur est invité à s'informer auprès de ces bibliothèques de leurs conditions de réutilisation.

4/ Gallica constitue une base de données, dont la BnF est le producteur, protégée au sens des articles L341-1 et suivants du code de la propriété intellectuelle.

5/ Les présentes conditions d'utilisation des contenus de Gallica sont régies par la loi française. En cas de réutilisation prévue dans un autre pays, il appartient à chaque utilisateur de vérifier la conformité de son projet avec le droit de ce pays.

6/ L'utilisateur s'engage à respecter les présentes conditions d'utilisation ainsi que la législation en vigueur, notamment en matière de propriété intellectuelle. En cas de non respect de ces dispositions, il est notamment passible d'une amende prévue par la loi du 17 juillet 1978.

7/ Pour obtenir un document de Gallica en haute définition, contacter reutilisationcommerciale@bnf.fr.

REVUE GÉNÉRALE
DES
CHEMINS DE FER

MÉMOIRES ET DOCUMENTS

CONCERNANT

L'ÉTABLISSEMENT, LA CONSTRUCTION

ET

L'EXPLOITATION TECHNIQUE ET COMMERCIALE
DES VOIES FERRÉES

TOME L^e. - 1931. - 2^me SEMESTRE.



PARIS



92, RUE BONAPARTE (VI)

Tous droits réservés.

ENPC-PER-P 304 - 1931 - 2

RÉCENTS TRAVAUX

EXÉCUTÉS

A LA GARE SAINT-LAZARE ET A SES ACCÈS

(Suite)

Par M. Robert LEVI,

INGÉNIEUR EN CHEF ADJOINT DU SERVICE DE LA VOIE ET DES BATIMENTS
AUX CHEMINS DE FER DE L'ÉTAT

RECONSTRUCTION DES POSTES D'AIGUILLAGE

Les postes d'aiguillage de la gare St-Lazare et de ses accès ont dû être presque tous reconstruits pour permettre les modifications de voies que nous avons décrites précédemment et la réalisation du block automatique.

Les trois nouveaux postes de la gare St-Lazare, qui remplacent quatre postes anciens, sont semblables à ceux de Vierzon (1) et commandent les aiguilles au moyen de leviers mécaniques à

Fig. 1. — NOUVEAU POSTE ÉLECTRO-DYNAMIQUE.



demi-révolution et les signaux, qui sont des signaux lumineux, au moyen de petits leviers dont certains comportent leurs taquets d'enclenchements sur des cylindres d'itinéraires.

Le choix de la solution électro-mécanique a été dicté par le souci d'éviter toute interruption,

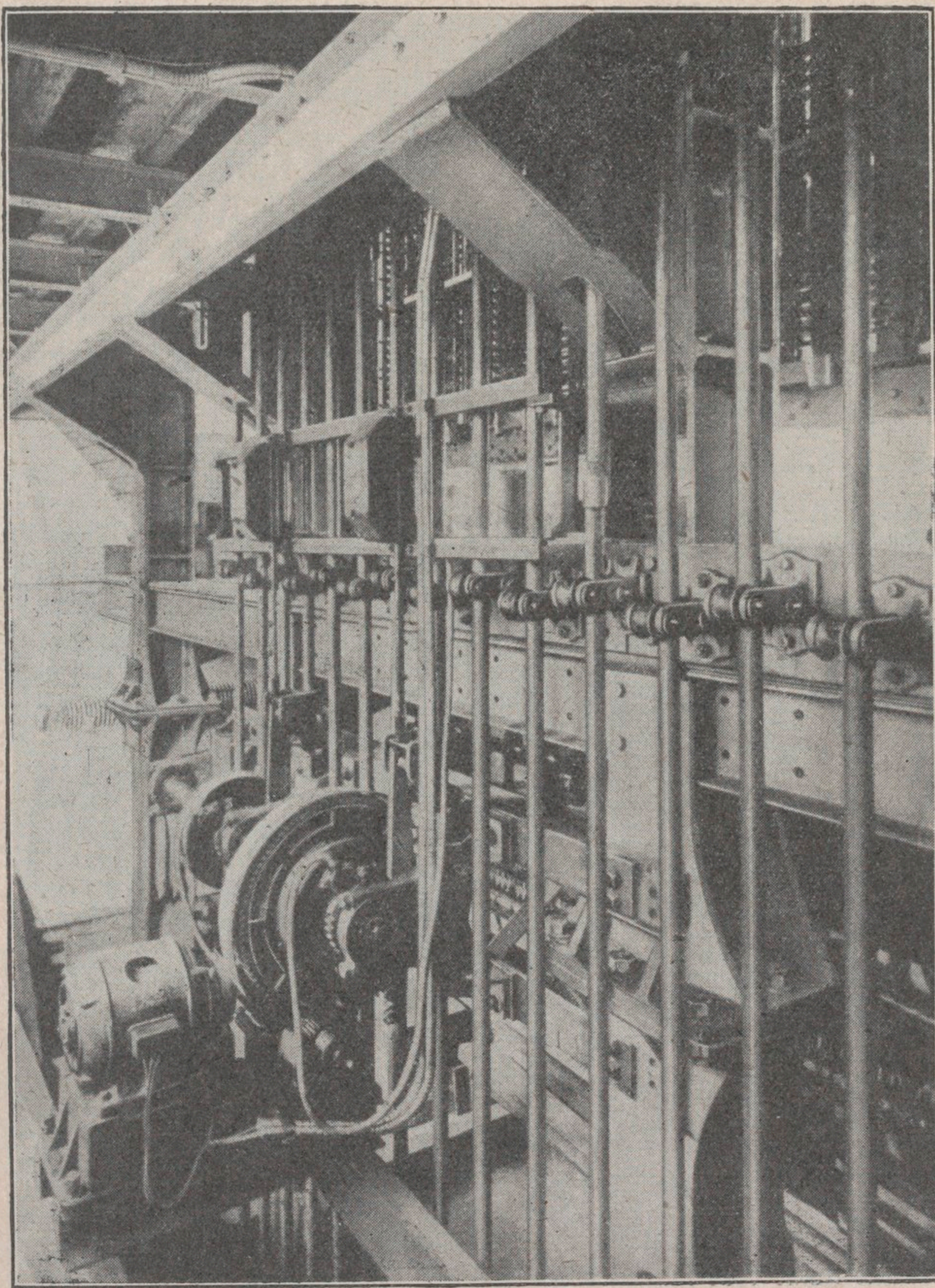
(1) Voir l'Etude de M. Lefebvre dans le Numéro de Janvier 1926 de la *Revue Générale*.

même passagère, du fonctionnement des aiguilles. Etant donné la complexité des voies et des connexions de traction électrique, des coups de feu atteignant une câblerie de commande d'aiguille auraient toujours été à craindre ; quelles que fussent les précautions prises pour l'amenée du courant de signalisation, une panne générale était à craindre et pouvait avoir pour conséquence l'interruption du fonctionnement normal des aiguilles ; il en serait résulté une immobilisation presque absolue des trains.

Or, il ne faut pas oublier qu'en 10 minutes, 8000 voyageurs ou davantage pénètrent sur les quais de la gare Saint-Lazare. Un accident survenant à un poste à pouvoir, en suspendant temporairement les manœuvres ou en les ralentissant simplement, aurait donc eu les plus graves répercussions. Le Réseau de l'Etat n'a pas cru devoir courir le danger d'une telle éventualité.

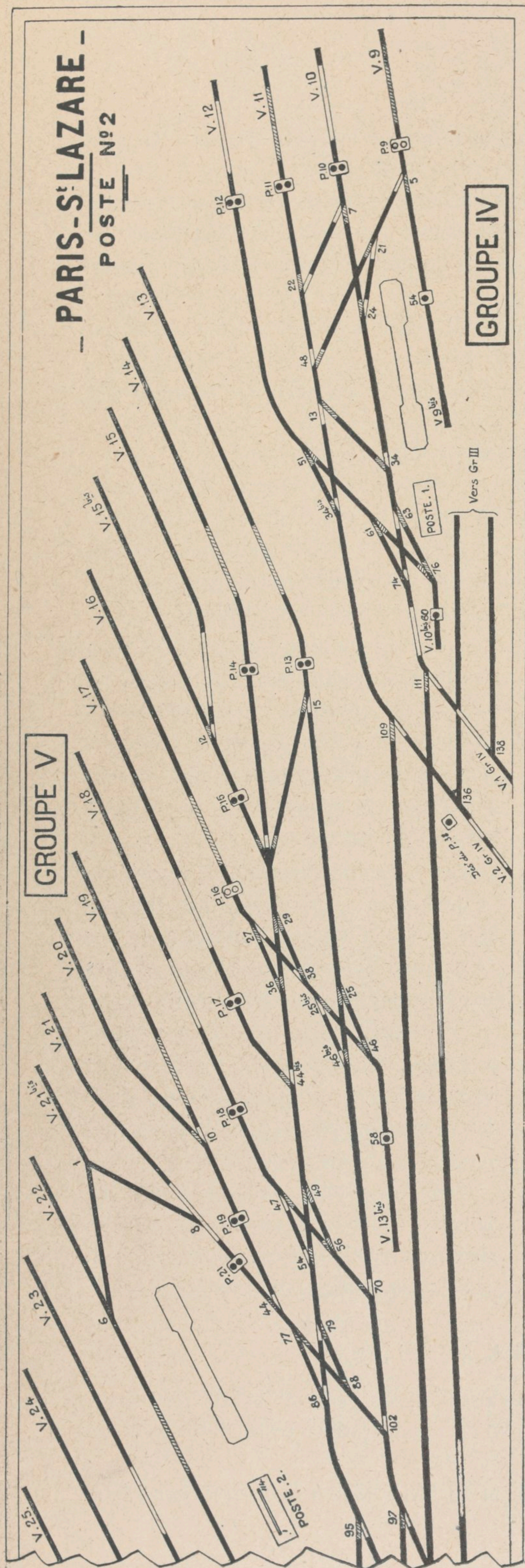
D'ailleurs, pour parer, dans une certaine mesure, aux inconvénients de la manœuvre manuelle des aiguilles, il a été fait une première application d'un dispositif à servo-moteur,

Fig. 2. — POSTE DE PARIS SAINT-LAZARE. SERVO-MOTEUR.



conçu par la Maison Saxby. Les leviers les plus durs à manœuvrer sont, en effet, pourvus d'une manœuvre électro-mécanique, dont l'arrêt n'empêcherait d'ailleurs pas la manœuvre manuelle. Le fonctionnement est le suivant :

Pour un groupe de leviers, le dispositif comprend un moteur unique, en cabine, commandant, par l'intermédiaire d'un accouplement à friction, d'un réducteur de vitesse et d'engrenages un arbre de transmission placé parallèlement à l'axe longitudinal du poste des leviers. Sur cet arbre, et en face de chaque levier à manœuvrer, sont disposés des embrayages électro-magnétiques du type Bovet, chacun de ces embrayages ayant un plateau calé sur l'arbre, l'autre plateau étant fou et relié à la transmission à manœuvrer, soit par une bielle, soit par un dispositif de pignon et de crémaillère.



La mise en œuvre du moteur électrique et de l'embrayage sélecteur est produite par une course initiale de 10 mm du levier mécanique lui-même, opéré sans effort, grâce au ressort de la transmission ou, si besoin est, d'une coulisse intercalée dans cette transmission. Ce déplacement initial a pour effet :

1° de fermer le circuit de l'embrayage électro-magnétique ;

2° de fermer le circuit des contacteurs de marche du moteur électrique dans le sens convenable (normal ou renversé).

Ces deux opérations sont effectuées par un commutateur relié au levier mécanique et, par suite, à l'embrayage magnétique, et mis en mouvement pendant tout déplacement du levier manuellement ou par asservissement.

Le moteur étant lancé, entraîne la transmission et le levier, ainsi que le commutateur qui, en fin de course, effectue les opérations suivantes :

1° coupure du circuit du contacteur de marche du moteur ;

2° coupure du circuit de l'embrayage intéressé ;

3° isolement complet du circuit de l'embrayage intéressé, pour permettre la manœuvre électrique d'un autre levier, le cas échéant ;

4° inversion du circuit de commande des contacteurs préparant l'excitation du contacteur de retour du moteur pour la manœuvre suivante.

Les postes 1 et 2 nouveaux sont pourvus de tableaux synoptiques exclusivement lumineux, reproduits par la figure 3. L'indication de la continuité de la voie dans une aiguille est obtenue au moyen de 2 trapèzes dont un seul est lumineux, et qui tournent un sommet commun vers la pointe de l'aiguille. L'indication des zones isolées est obtenue par des plaques de verre éclairées en blanc ou en rouge, suivant qu'elles sont libres ou occupées.

L'équipement électrique des cabines a été

assuré par la Maison Mors, ainsi que le block automatique sur les voies d'accès à la gare Saint-Lazare.

Nous signalerons, enfin, que pour éviter les inconvénients des traversées à niveau par les transmissions rigides, une galerie souterraine a été creusée sous les voies électriques de Versailles et de Saint-Germain. Les transmissions venant du poste 1 y sont renvoyées par des arbres tournants.

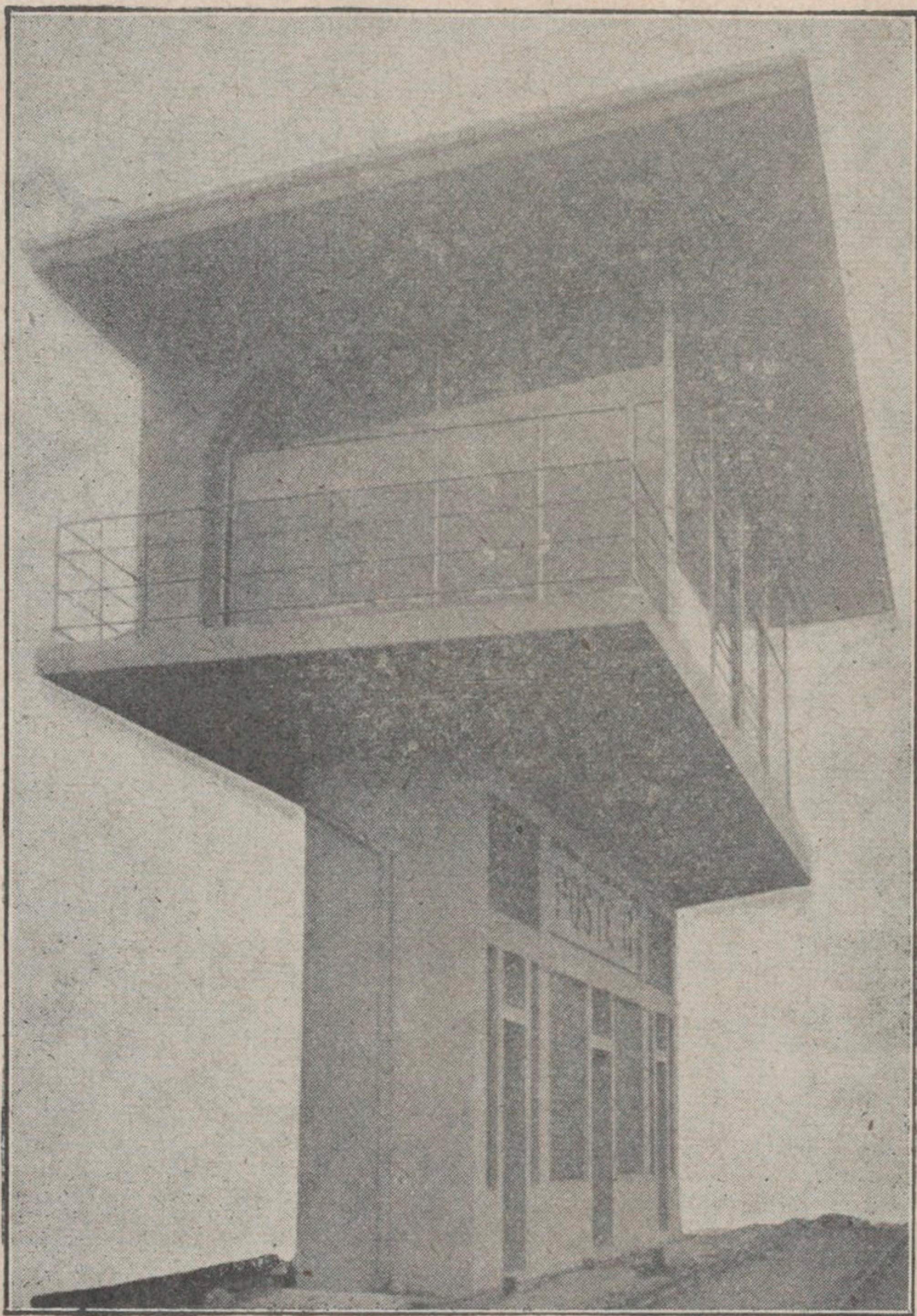
Des trois postes de la gare, les deux premiers sont situés à l'étage de bâtiments qui contiennent au rez-de-chaussée des locaux accessoires divers.

Le poste 3 est un poste surélevé, placé dans l'alignement des piles du bâtiment des Messageries.

Le petit poste G des Batignolles a été reconstruit dans les mêmes conditions.

Pour la nouvelle cabine, on disposait d'une entrevoie extrêmement réduite et, d'autre part, il y avait intérêt à ce que le plancher de l'aiguilleur fût le plus bas possible, de manière à donner une visibilité étendue sous le pont de la rue Cardinet.

Fig. 4. — POSTE G DES BATIGNOLLES.



Ces considérations ont imposé une construction particulière. La cabine, en béton armé, ne possède aucun poteau sur sa face antérieure et ainsi le plancher, placé en encorbellement, n'ayant à supporter que son propre poids, est réduit à une faible épaisseur.

Les C qui soutiennent la couverture se prolongent sous le plancher par des fûts pleins et minces. Entre ceux-ci, les transmissions descendent et sont rejetées latéralement par des arbres tournants.

Le poste 2 de Batignolles électrique, à leviers d'itinéraire, est reconstruit et le poste 5 hydraulique à leviers d'itinéraire, remplacé par un poste électrique du même type que le poste 2 nouveau.

Tous les postes ont été munis de tableaux schématiques. Ceux-ci répètent les signaux, la position des aiguilles et indiquent si les zones isolées sont occupées ou non.

ETABLISSEMENT DU BLOCK AUTOMATIQUE

Les leviers des signaux carrés, placés en pointe des aiguilles, sont pourvus de l'enclenchement d'approche réalisé pratiquement dès le franchissement de l'avant-dernier panneau de block en amont.

Cet enclenchement, en interdisant le redressement du levier d'un signal carré, lorsqu'une

circulation a franchi son annonceur ou même en est relativement proche, empêche son encadrement entre l'annonceur aperçu à la position d'ouverture et le signal carré fermé, et la libération tardive des enclenchements de ce signal. D'ailleurs, l'enclenchement d'approche est annulé automatiquement lorsque le panneau de pointe présente les feux du sémaphore, ce qui évite d'interdire inutilement une modification des itinéraires derrière une circulation régulièrement protégée.

Le block automatique réalisé est du type décrit par M. Lemonnier, Sous-Chef de l'Exploitation des Chemins de fer de l'État, dans la *Revue Générale* de Février 1924. Les longueurs des cantons sont d'environ 600 mètres ; elles décroissent aux abords de la gare Saint-Lazare.

Les lanternes sont à oculaire unique, constitué par un condensateur double à échelons avec verre coloré à l'arrière et glace plane protectrice à l'avant. Cette glace est inclinée sur la verticale, de façon à éviter les reflets des rayons solaires.

Les lampes sont du type à deux filaments. Un dispositif spécial évite qu'en cas de rupture d'un filament, le second ne se trouve survolté, ce qui entraînerait sa mise rapide hors service. Il consiste en un ensemble de deux bobines de self, à circuit magnétique commun, montées en opposition sur les circuits d'alimentation de chaque filament.

Lorsque les feux qui doivent apparaître sur le panneau signal, suivant l'état d'occupation des voies ou la position des leviers dans le poste correspondant, ne se présentent pas, et même lorsque, tout en étant présentés, leur éclat est insuffisant, l'aiguilleur est immédiatement prévenu par un dispositif automatique de contrôle.

Les relais de voie sont du type des relais de fréquence. La combinaison du champ magnétique local et du champ magnétique dû au courant de voie produit la rotation continue d'un induit en aluminium. Un dispositif à masses centrifuges soulève l'appareil porte-contacts, qui retombe si le circuit de voie est shunté. Il retombe également s'il se produit un grippement quelconque, ce qui est important pour la sécurité.

Les relais de ligne sont du type magnétique. Toutefois, le fer du circuit magnétique est feuilleté et un petit transformateur, logé dans le carter du relais, protège celui-ci contre les dérivation du courant continu de traction.

Afin d'éviter les conséquences graves que présenterait, par suite de mélanges et de défauts d'isolement, l'introduction du courant de traction dans les cabines et les armoires, tous les conducteurs aboutissant à celles-ci ont été munis de fusibles. Cette disposition a été jugée indispensable, malgré son prix et ses difficultés de réalisation.

Les fusibles, assurant l'isolement, même sous une différence de potentiel de 600 volts, comportent un dispositif de visibilité par piston qui permet de repérer immédiatement celui qui viendrait à fondre.

Deux feeders, dont l'un de secours, distribuent, sous une tension de 3 000 volts, le courant nécessaire au fonctionnement du block. La tension est abaissée à celle d'utilisation de 120 volts, par des postes de transformation placés en pleine voie et renfermant deux transformateurs, dont l'un de secours.

Un dispositif spécial renvoie automatiquement l'alimentation du block sur le feeder et les transformateurs de secours, en cas de court-circuit ou de rupture du feeder normal de distribution.

Enfin, grâce à des fils pilotes logés dans les feeders à 3 000 volts, on peut, à partir du point central d'alimentation du block, situé à la gare d'Asnières, soumettre à distance l'éclat des

lampes des signaux à deux régimes différents : le régime de jour correspondant à l'éclat le plus vif, et le régime de nuit correspondant à un éclat modéré.

La signalisation réalisée sur la voie unique auxiliaire est sous la dépendance d'un levier directeur, placé au poste 3 de Paris St-Lazare, et qui présente les enclenchements suivants :

enclenchement électrique dans chaque position, par l'occupation des zones de voie de la section de voie unique ;

enclenchement électrique dans les deux positions avec un levier du poste opposé qui, enclenché avec les signaux donnant accès à la voie unique, y joue le rôle de levier directeur ;

enclenchement mécanique avec les signaux dépendant du poste 3 qui donnent accès à la voie unique.

Si l'on tient compte de ce qu'à chacun des postes d'extrémités, l'enclenchement d'approche empêche la fermeture d'un signal d'accès lorsqu'une circulation aborde la voie unique, on voit que la pénétration d'une circulation est interdite lorsqu'une autre circulation est autorisée à y pénétrer à l'autre extrémité ou s'y trouve déjà engagée.

Sur la longueur de la voie unique, l'espacement est assuré par un double jeu de signaux automatiques.

RECONSTRUCTION DU PONT DE L'EUROPE.

La forme irrégulière du pont de l'Europe est déterminée par la convergence de trois rues (Londres-Constantinople, Liège-Madrid, Pétrograd-Vienne) et la disposition en éventail de la plateforme des voies. L'ouvrage couvre une superficie totale de 7.650 m², dont une partie rectangulaire de 5.025 m², occupant la largeur de la place de l'Europe, et quatre triangles de surfaces inégales, s'étendant notamment sous les rues de Londres, Pétrograd, Constantinople et Vienne.

Le pont ancien avait été construit en participation par plusieurs entrepreneurs. Il comportait, dans sa partie centrale, un cours parallèle de 9 poutres continues, de 100 m environ de longueur, qui s'appuyaient sur les culées, une pile droite et une « pile en V », comprenant en réalité une seconde pile droite et une pile biaise. Ces poutres, doubles, du type à treillis et à montants, supportaient des entretoises à âme pleine, de 5 m de longueur. La couverture était réalisée au moyen de voutains en briques, avec remplissage en béton maigre.

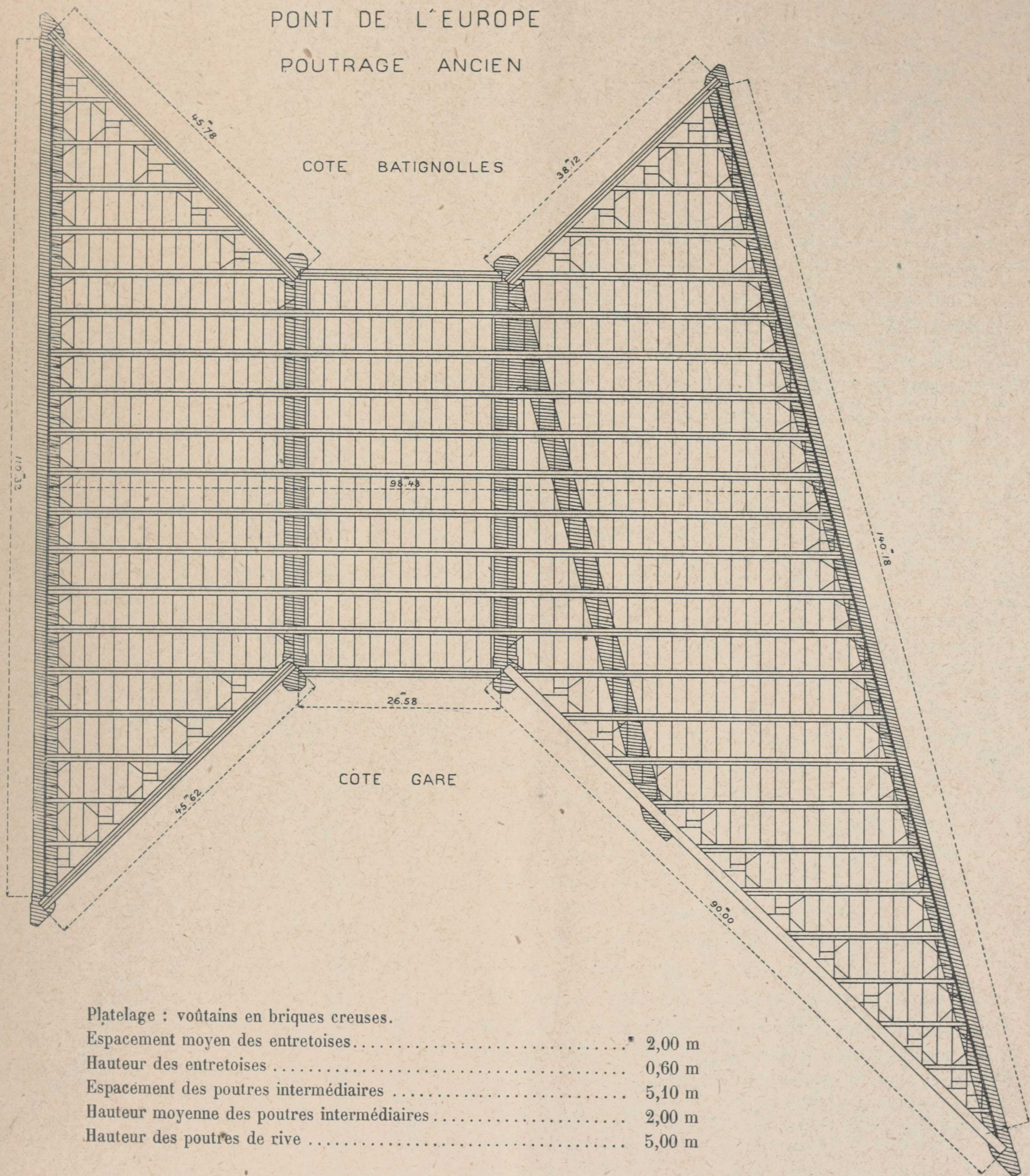
Les grandes dimensions du pont, au voisinage duquel stationnaient de nombreuses machines, faisaient qu'un matelas de fumée stagnait presque en permanence sous les voutains en briques et, en dépit des précautions prises, attaquait la région inférieure des poutres.

Les surfaces triangulaires comprises entre les culées et les piles étaient constituées semblablement, mais les poutres simples ou doubles qui régnaient parallèlement aux précédentes, s'appuyaient sur de grandes poutres à treillis, situées à l'extérieur des trottoirs, et qui formaient chevêtres. Par raison d'homogénéité, des poutres de même hauteur limitaient également, côté voies, la place de l'Europe.

La surcharge envisagée dans la construction était composée de 400 kg par mètre carré pour les poutres et d'un essieu de 10 t pour les entretoises. Les taux de travail ne dépassaient pas 6 kg par millimètre carré.

Fig. 5.

PONT DE L'EUROPE
POUTRAGE ANCIEN



Platelage : vouîains en briques creuses.

Espacement moyen des entretoises 2,00 m

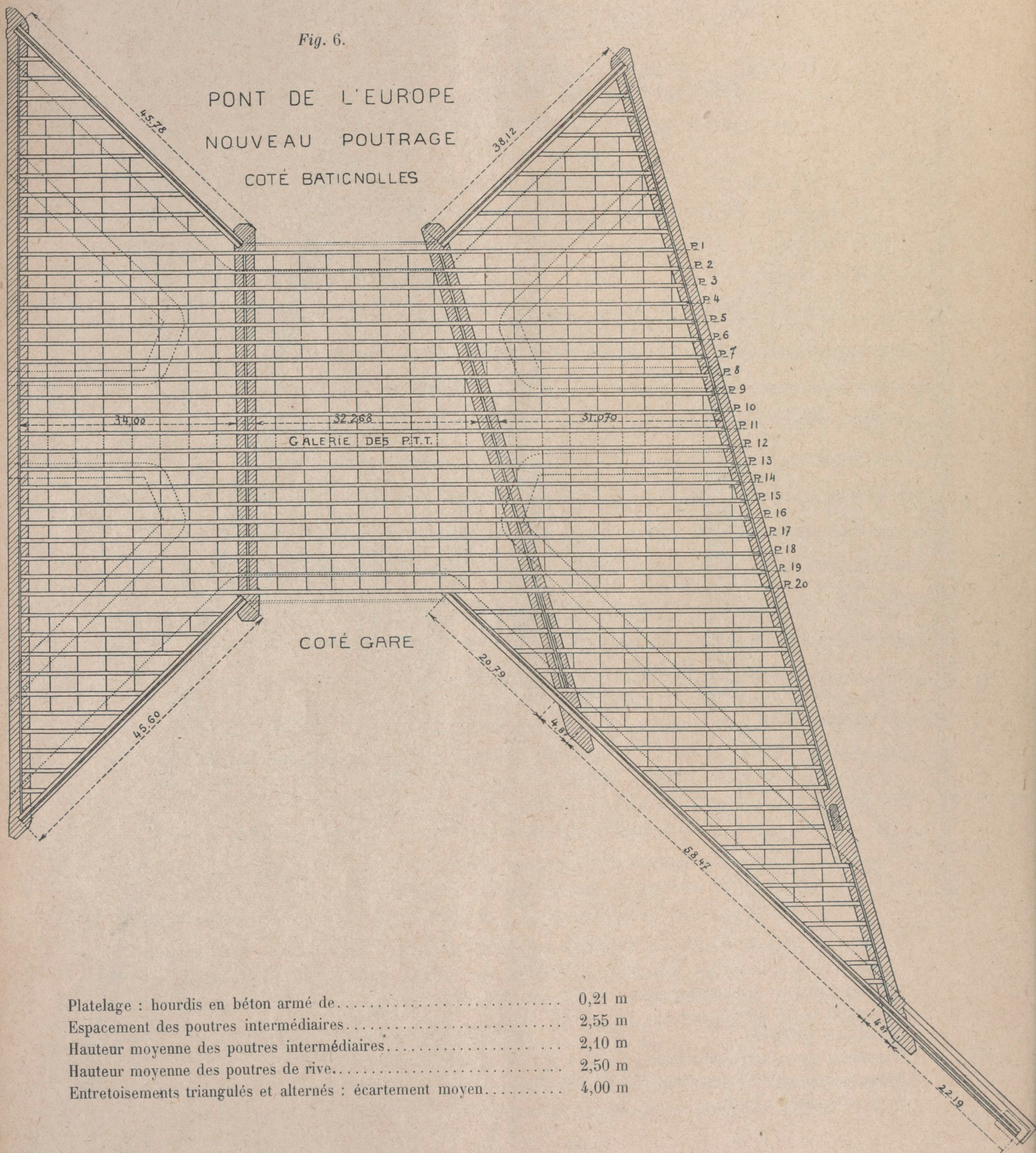
Hauteur des entretoises 0,60 m

Espacement des poutres intermédiaires 5,10 m

Hauteur moyenne des poutres intermédiaires 2,00 m

Hauteur des poutres de rive 5,00 m

Fig. 6.



Charpente métallique. — L'ossature du nouvel ouvrage ne diffère pas, dans ses grandes lignes, de celle de l'ancien, et cela pour deux motifs : les dispositions générales en plan étant

sensiblement conservées, le même type de construction devait convenir encore. De plus, afin de ne pas embarrasser les voies au cours des travaux de reconstruction, il était nécessaire de s'aider de la charpente ancienne, pour mettre la nouvelle en place et de s'appuyer sur celle-ci pour l'enlèvement de l'ancienne. Cette considération conduisait à éviter, dans la mesure du possible, la superposition ou l'intersection en plan du poutrage ancien et du poutrage nouveau.

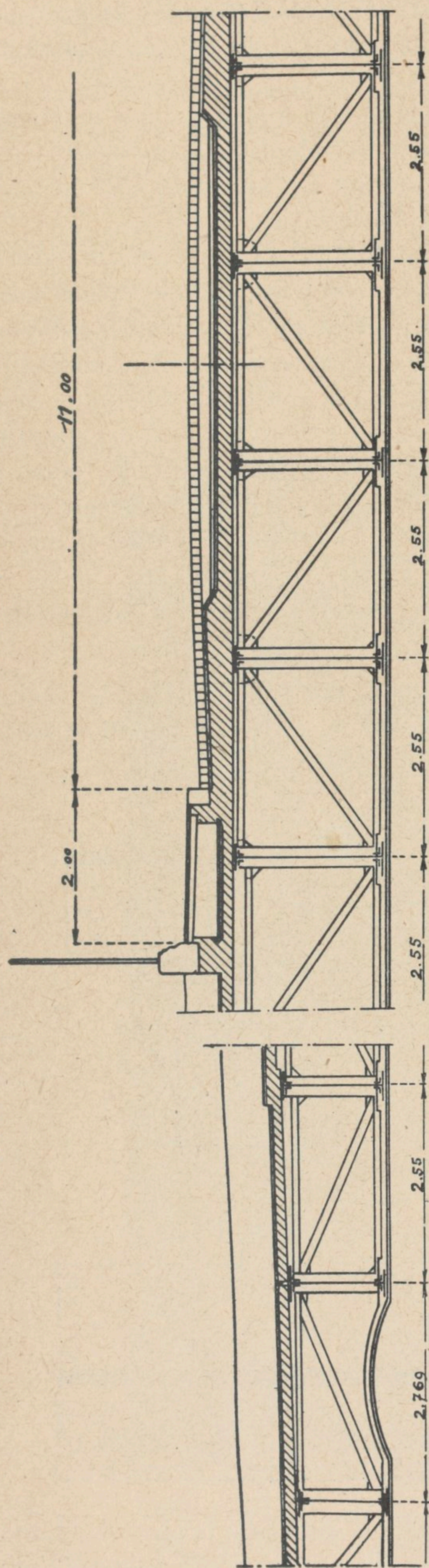
Cette disposition a été facilement suivie pour toute la partie centrale de l'ouvrage ; le cours des poutres nouvelles put facilement être intercalé dans les anciennes. Ces poutres, en acier, sont également des poutres continues, mais à âme simple et pleine. Leur hauteur varie suivant le profil des chaussées et de la place, de manière à supprimer tout remplissage inutile. Leur espacement est de 2,55 m, soit la moitié de l'espacement des poutres anciennes. Les poutres principales étant ainsi dédoublées, la couverture pouvait être assurée simplement par une dalle en béton armé.

Par mesure de sécurité, et pour éviter que le hourdis ne supporte des efforts exagérés de cisaillement si une poutre venait à fléchir sans ses voisines, des barres de contreventement, de sens alterné, espacées de 4 m, ont été établies entre les poutres consécutives. Les efforts d'une charge concentrée se trouvent ainsi répartis en fait sur une bande comprenant un assez grand nombre de poutres principales.

Entre les poutres 11 et 12, un passage a dû être ménagé à une galerie du Service des P.T.T. Le dispositif des câbles téléphoniques prévus était à la fois lourd (900 kgs par mètre courant) et encombrant. Pour le recevoir, une semelle supplémentaire a été nécessaire sur toute la longueur des poutres 11 et 12 ; de plus, les diagonales de contreventement sont remplacées ici par des entretoises placées à la partie supérieure des poutres 11 et 12.

Les poutres de rive ont pu être presque entièrement dissimulées sous les trottoirs. Comme les poutres anciennes avaient 5 m de hauteur et que

Fig. 7. — RECONSTRUCTION DU PONT DE L'EUROPE (Coupe transversale).



le profil des trottoirs ne permettait qu'une hauteur de 2,60 m hors cornière, ce résultat n'a pu être obtenu que par l'adoption de sections épaisses et grâce à des mesures particulières.

Chacune de ces poutres est double. Les semelles sont de 450×15 (Pétrograd), de 575×15 (Vienne et Constantinople) ou de 700×17 et 700×20 (Londres); les âmes sont de 12 mm ou de 15 mm (poutre Londres). Leur intervalle, qui est de 0,75 m permet la circulation sans difficulté.

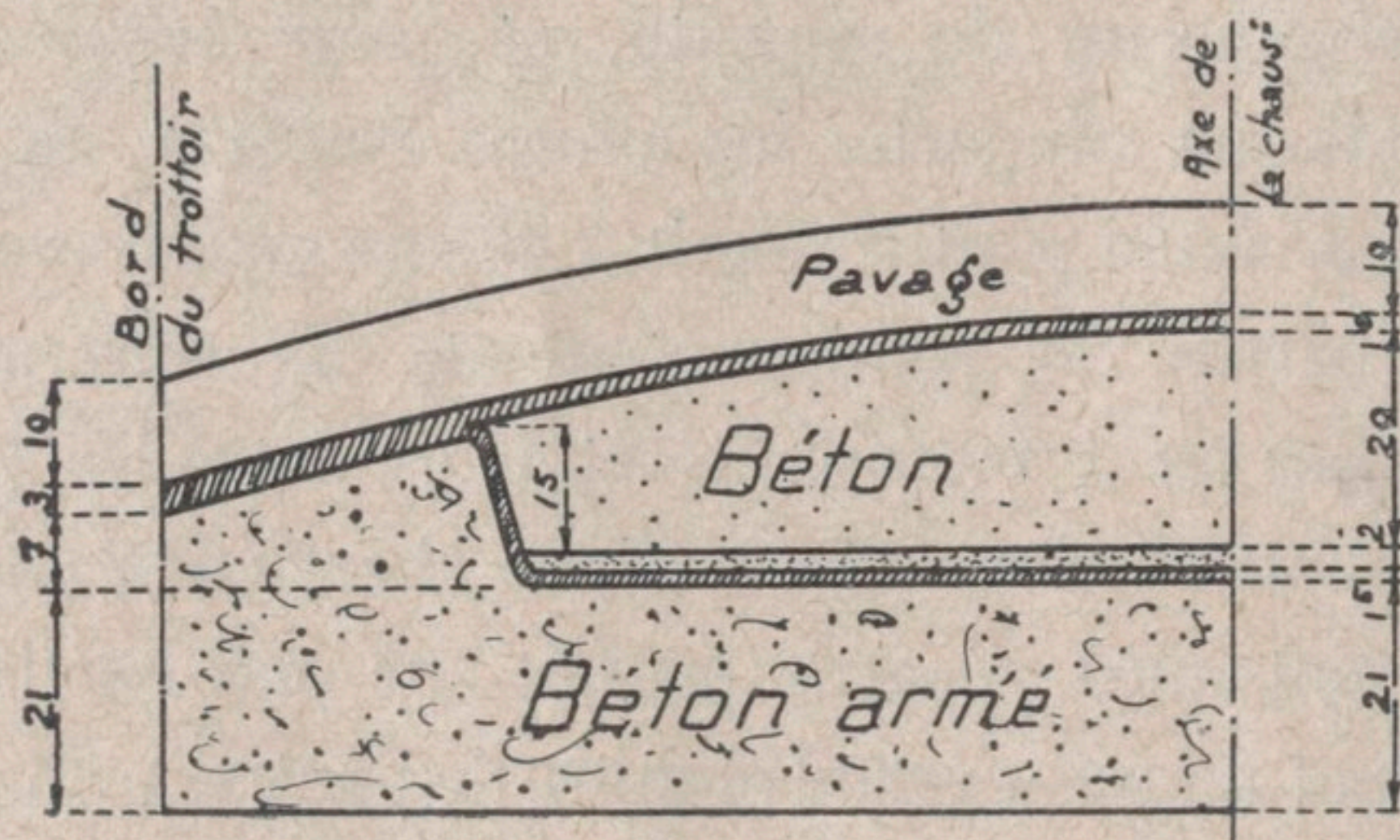
Les épaisseurs les plus fortes à rive étaient de 145 mm et 150 mm. Pour que le rivetage, effectué au marteau pneumatique, produisit correctement le refoulement du métal dans la partie médiane des trous de rivets les plus longs, ceux-ci ont été fraisés du côté de la tête seconde; celle-ci était d'ailleurs exécutée avec une bouterolle ordinaire.

La poutre de rive du triangle situé sous la rue de Londres devait comporter une travée de 63,46 m entre la culée et la pile biaise. La hauteur hors cornières, limitée en moyenne à 2,50 m par le gabarit des voies et le profil obligé du trottoir, ne représentait donc que le $1/25^e$ de la portée, rapport qui aurait été insuffisant pour une travée simple. Pour réaliser une disposition aussi particulière, il fallait profiter des avantages que procure la continuité, ce que permit précisément la situation des lieux. D'un côté, cette poutre de rive se prolonge jusqu'à sa rencontre avec la dernière des poutres parallèles de la partie rectangulaire du pont, sur laquelle elle s'attache. De l'autre, elle comporte une culasse ancrée à un contrepoids. Le moment fléchissant est ainsi réduit à l'équivalent d'une travée indépendante de 45 m, soit 18 fois la hauteur.

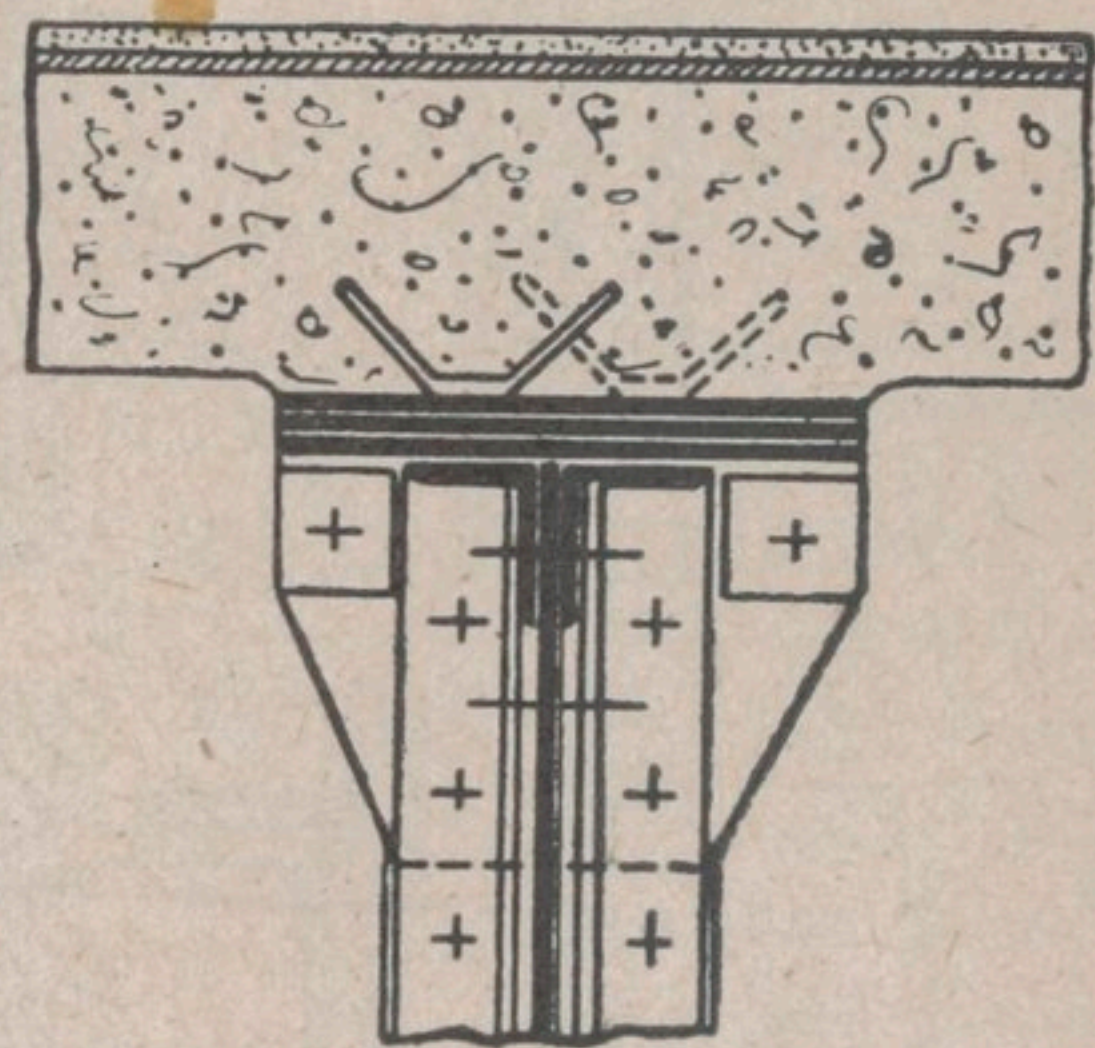
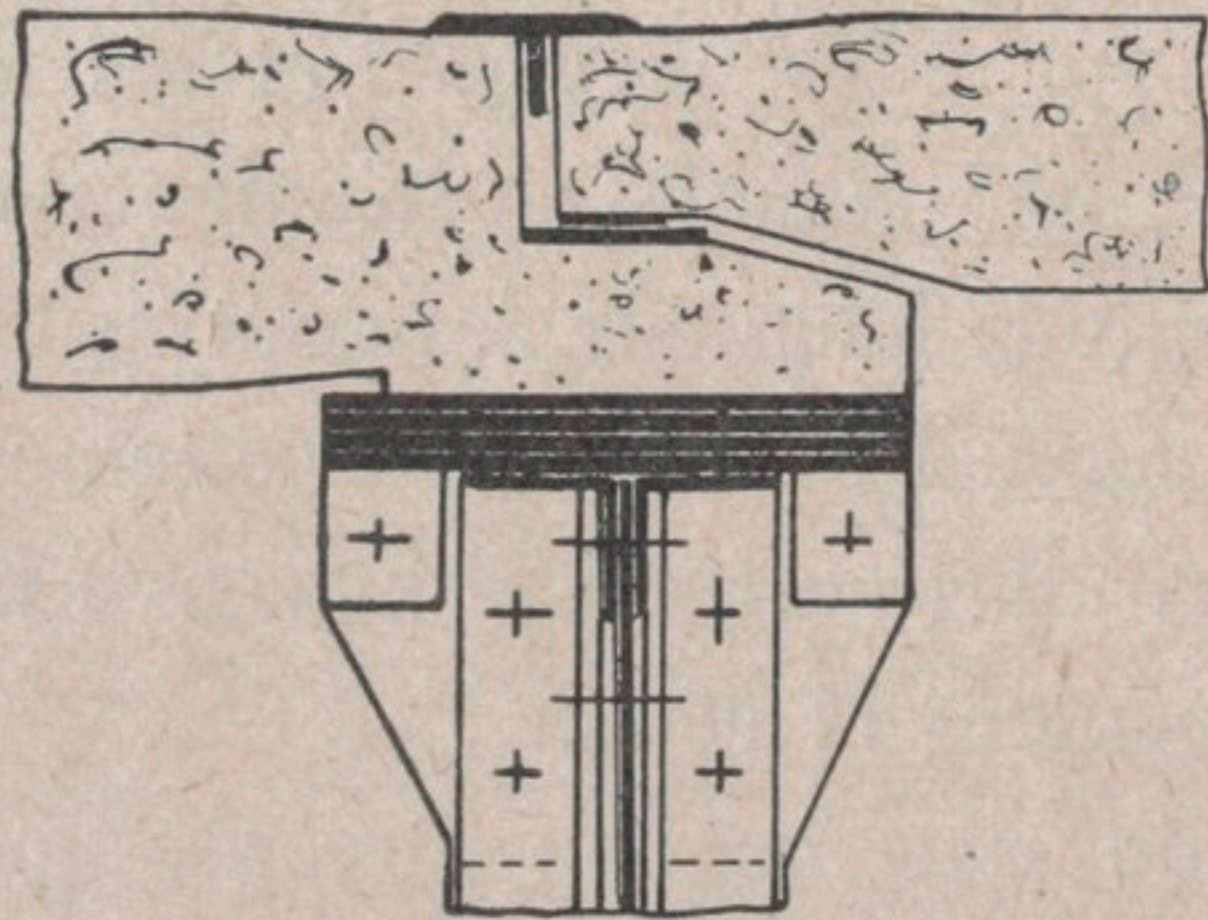
Tous les calculs de la charpente métallique ont été faits conformément au Règlement du 8 Janvier 1915 et en négligeant la résistance procurée par le béton des hourdis.

Couverture et protection. — Le hourdis jeté sur les semelles supérieures des poutres, exécuté au dosage de 400 kg de ciment de Portland, possède une épaisseur de 0,21 m sous les

a) Fig. 8. — DÉTAILS.

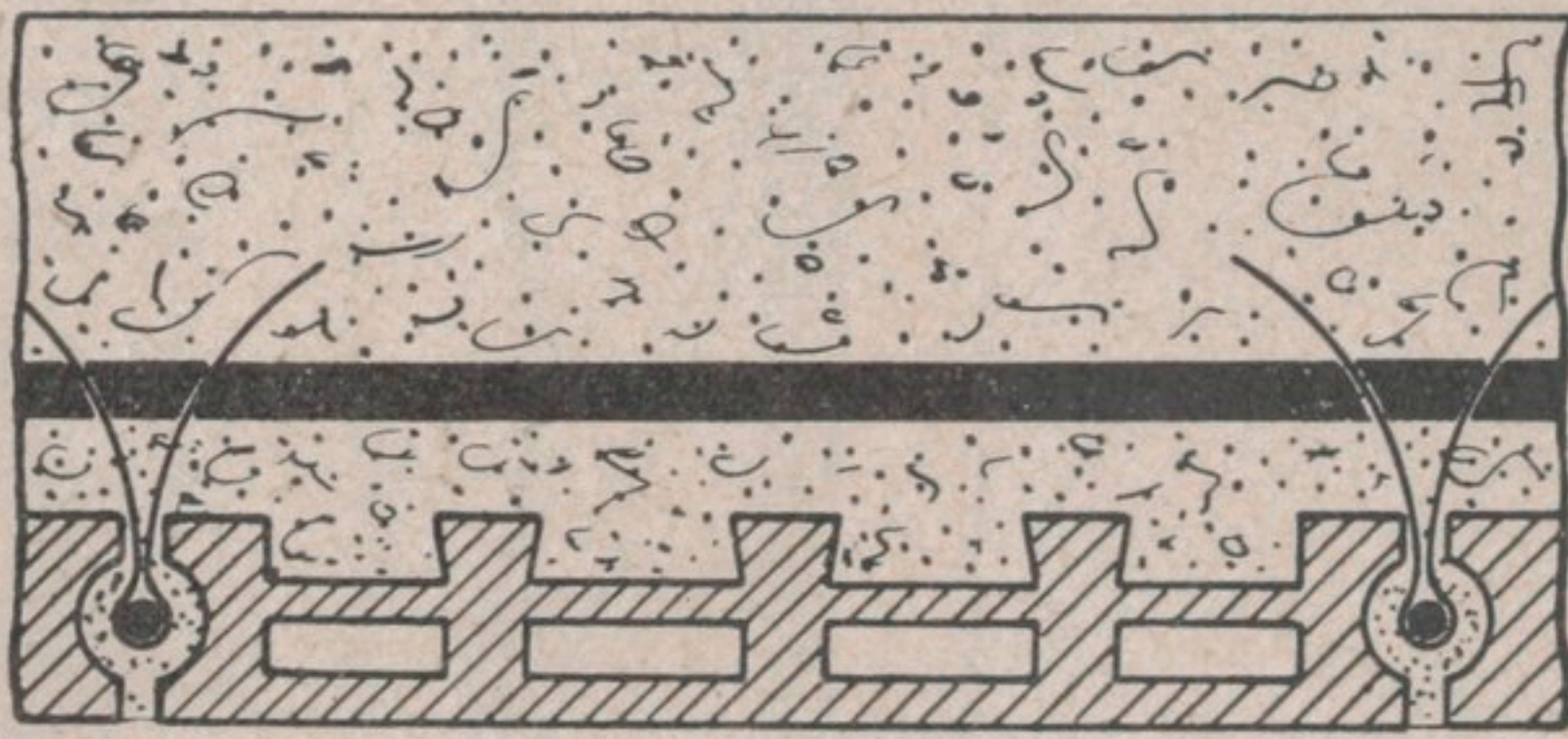


c)



b)

d)



chaussées et de 0,14 m sous les trottoirs et les jardins qui entourent la place de l'Europe.

Afin d'assurer une excellente liaison de ce hourdis avec les poutres, le constructeur a muni

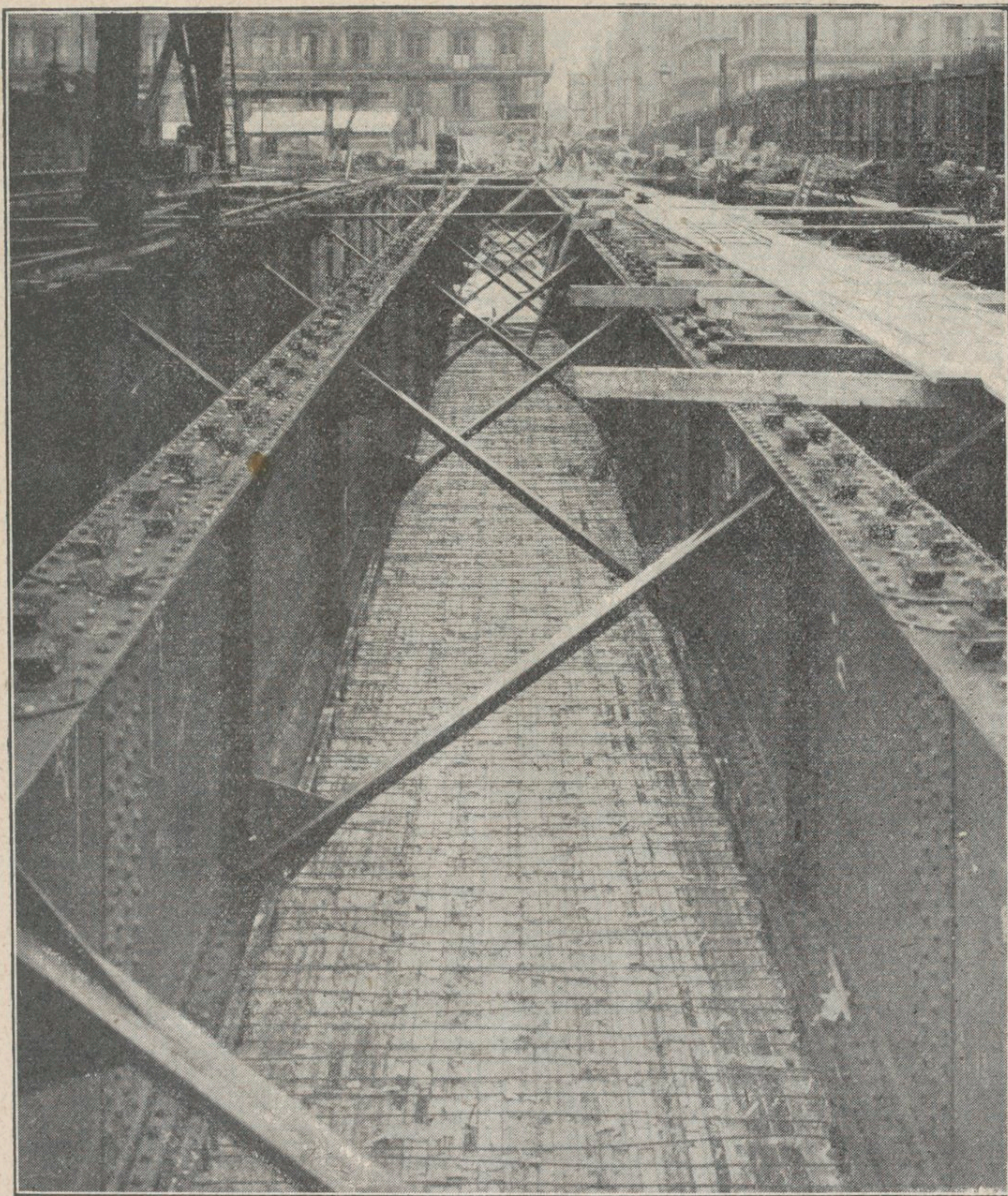
celles-ci de papillons, sortes de petits éléments de $260 \times 90 \times 10$, recourbés deux fois et pincés par les rivets de bordure.

Sur certaines poutres toutefois, il a été ménagé des joints de dilatation. Les deux portions contigües de hourdis présentent des formes telles que les efforts transmis aux poutres le soient sensiblement suivant leur plan de symétrie ; la dilatation est assurée par simple glissement relatif de deux platines.

Le hourdis inférieur, de 8 cm, est destiné à protéger l'intérieur du pont contre les fumées et à permettre la circulation des agents appelés à effectuer la visite et l'entretien de l'ouvrage.

Quoiqu'il ne joue, en principe, aucun rôle dans la résistance de l'ensemble du pont, on a cherché à en éviter la désagrégation trop rapide sous l'action des fumées.

Fig. 9. — RECONSTRUCTION DU PONT DE L'EUROPE. REVÊTEMENT CÉRAMIQUE DU HOURDIS INFÉRIEUR.



L'étude des divers procédés employés jusqu'ici pour la protection du béton armé au-dessus des voies avait conduit à cette conclusion que le bois constituait le matériau de revêtement le plus efficace et, après lui, les briques fort cuites. Un revêtement en bois n'aurait pas été pratique pour une surface aussi considérable que le dessous du Pont de l'Europe. Il a donc été

utilisé un lit de briques spéciales, plates et juxtaposées sous la dalle inférieure. Le dispositif de fixation est le suivant : les briques comportent, sur leurs côtés, des gorges entre lesquelles trouvent place des fers ronds. Autour de ceux-ci passent des feuillards en fer galvanisé dont les extrémités sont emprisonnées dans le béton des hourdis. La face supérieure des briques présente d'ailleurs des nervures en queue d'aronde, qui augmentent l'adhésion au béton.

Avec ses deux hourdis supérieur et inférieur, le pont présente un aspect de caisse cloisonnée et l'atmosphère qu'il contient ne peut s'écouler que par les trous d'homme des poutres. Pour permettre éventuellement à l'air de se renouveler, des bouches d'aération ont été réalisées dans les parterres voisins de la place de l'Europe.

Afin d'assurer la protection de l'extérieur des poutres de rives, un revêtement en béton armé leur a été appliqué ; de part et d'autre de la place de l'Europe, ce sont en réalité des poutres distinctes qui longent la charpente métallique.

Quant à la chape, elle est constituée par deux couches d'asphalte, d'une épaisseur totale de 20 mm et est isolée de la chaussée en béton par une couche de sable.

Exécution. — Les travaux se sont effectués en deux phases successives de manière à ménager constamment à la circulation routière un passage suffisant à double sens.

Grâce à des déviations de rues créées le long des immeubles entourant le pont, les détours imposés aux voitures ont été réduits au minimum, sauf, toutefois, lors de l'exécution du triangle situé sous la rue de Londres.

Dans la partie rectangulaire de l'ouvrage, les travaux comprenaient les phases successives suivantes :

- 1° exécution des déviations des chaussées, canalisations, etc. ;
- 2° démolition des chaussées, du remplissage, des voutains en briques et établissement d'un plancher de protection ;
- 3° montage successif des poutres nouvelles au-dessus des entretoises anciennes ;
- 4° démolition des entretoises dans un intervalle des poutres anciennes, les deux poutres nouvelles correspondantes étant calées au-dessus des piles et culées ;
- 5° descente sur leurs appuis et deux par deux des poutres nouvelles contreventées entre elles ;
- 6° levage et découpage des poutres anciennes ;
- 7° achèvement des contreventements et relevage du plancher de protection destiné à former le coffrage inférieur ;
- 8° exécution du lit de briques, puis du hourdis inférieur ;
- 9° construction du hourdis supérieur, des chapes, revêtements, etc... et enlèvement du plancher de protection.

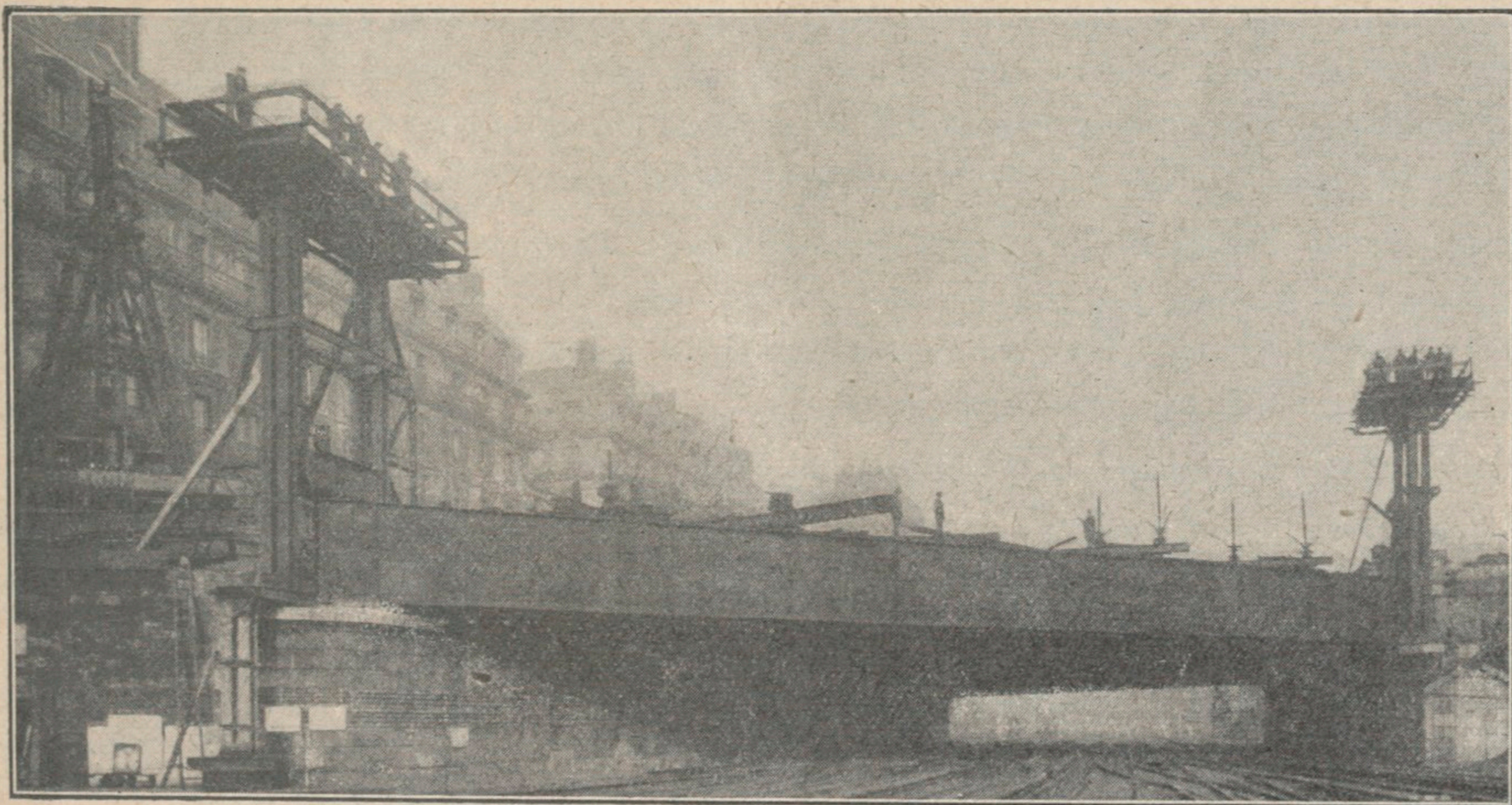
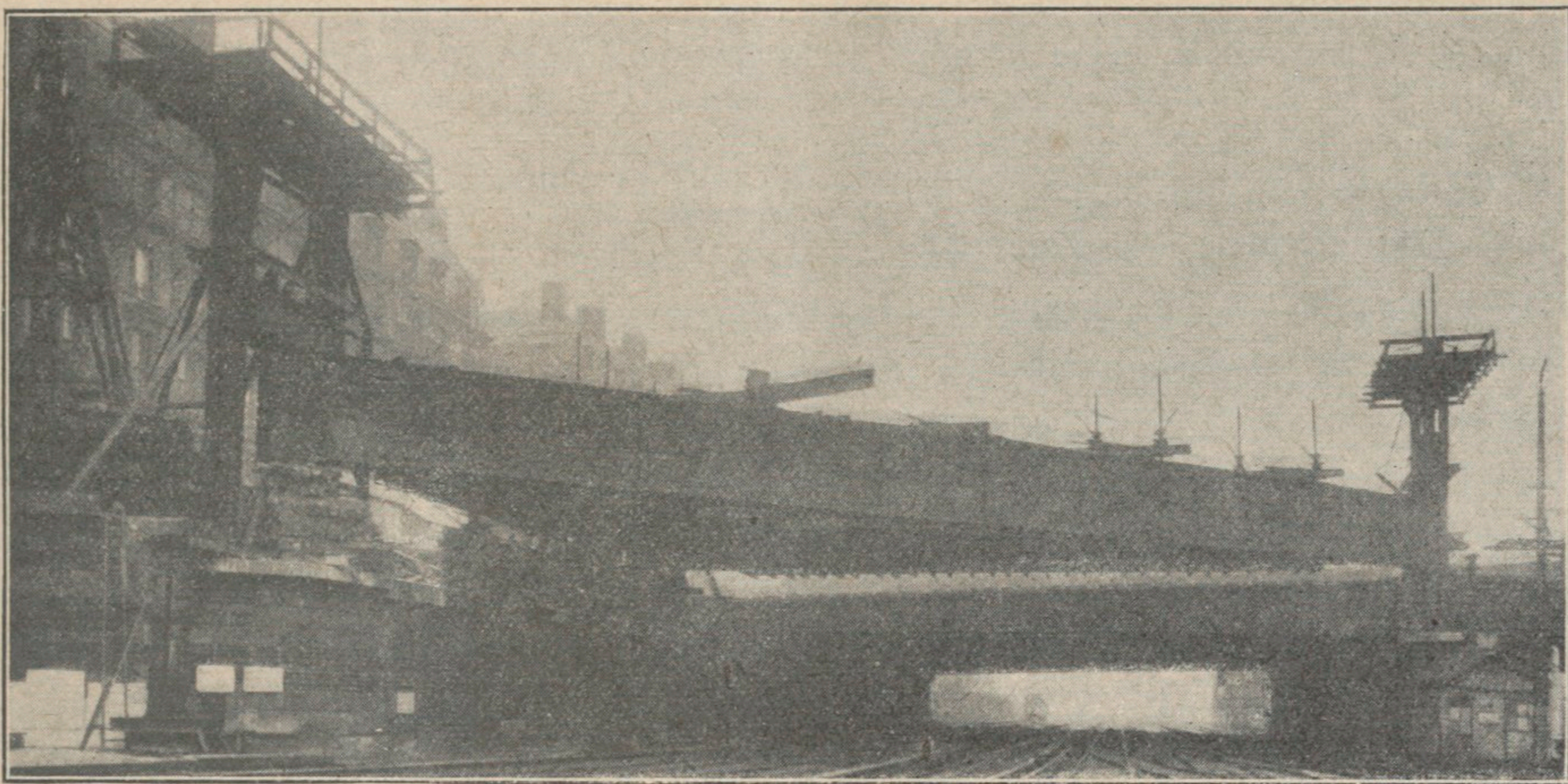
Ce plancher de protection, destiné à empêcher la chute sur les voies des outils ou de pièces quelconques, avait été établi sous toute la surface du pont, sans dépasser la cote de 4,62 m au-dessus des rails. Il était accroché en premier lieu aux poutres anciennes, puis à des petits éléments de cornières rivés sur les semelles des poutres nouvelles. Les tiges de fixation à celles-ci traversant l'épaisseur du hourdis futur étaient entourées d'une gaine métallique qui permettait leur enlèvement après coulée du béton. Les vides étaient alors remplis au moyen de mortier de ciment Pelloux.

La descente et le levage des poutres furent assurés au moyen de vérins à vis supportés par des portiques en bois.

La mise en place de la charpente des parties triangulaires offrait des difficultés particulières, tenant au fait que le montage ne pouvait être réalisé ni au-dessus ni au niveau de son emplacement définitif. Les travaux de charpente se sont effectués de la manière suivante :

Montage de la poutre de rive au-dessus du tablier ancien et en retrait par rapport à la poutre de rive ancienne ;

Fig. 10. — DESCENTE DU TRIANGLE " VIENNE "



Montage des plus longues poutres secondaires ;

Prolongement de la poutre de rive au moyen d'un avant-bec calé sur la pile. Solidarisation de cette poutre de rive avec le tablier ancien au moyen de cadres constitués de poutrelles et de tiges filetées ;

Tronçonnage de la poutre de rive ancienne en commençant par sa moitié extérieure. L'ensemble, pendant le découpage, était supporté par la poutre de rive nouvelle, par rapport à laquelle l'ancienne se trouvait en porte à faux ;

Montage successif des poutres secondaires, les poutres secondaires anciennes étant enlevées au moyen de la grue qui, en retraitant, procédait à cette opération ;

Relevage du plancher de protection sous la charpente métallique nouvelle, alors complète et débarrassée de toute la charpente ancienne ;

Lancement du triangle métallique. — La poutre de rive nouvelle venait ainsi se placer au-dessus de son emplacement définitif, précédemment occupé par la vieille poutre de rive à treillis ;

Démontage de l'avant-bec et établissement des portiques métalliques de descente ;

Descente du triangle sur ses appuis ;

La charpente à laquelle on imprimait ces translations horizontale et verticale pesait 240 t pour le triangle « Constantinople », 175 t pour le triangle « Pétrograd » et 260 t pour le triangle « Vienne ». Lors de sa descente, elle se trouvait suspendue presque exclusivement en ses trois sommets. Aux deux extrémités de la poutre de rive étaient employés des vérins particulièrement étudiés. C'étaient des vérins à vis de 125 mm de diamètre, avec pas de 15 mm. Leur rotation était facilitée par des roulements à billes. Chacun d'eux résistant à 80 t, ils étaient accouplés au moyen d'un balancier pour supporter les charges les plus lourdes.

Pour le triangle « Londres », dont la charpente métallique pèsera 550 t, il sera fait usage de portiques de descente à balanciers doubles comportant quatre vérins.

Épreuves. — La première partie reconstruite fut éprouvée dans la nuit du 29 au 30 Mars 1930. Les camions et cylindres employés à cet effet servirent à faire, outre les essais réglementaires, des mesures de travail et de déformation ayant pour but de rendre compte des conditions dans lesquelles les efforts se répartissent en fait.

Ces mesures donnèrent des résultats très inférieurs à ce qu'indiquaient les calculs effectués en faisant abstraction des liaisons des poutres entre elles et de la résistance d'ensemble procurée par le béton. Elles accusèrent également une déformation permanente, d'ailleurs très faible, produite par la première surcharge.

La surcharge équivalant au convoi-type de 1915, couvrant l'une des poutres continues de l'ouvrage, produisit, à son premier passage seulement, un déplacement, d'ailleurs insignifiant, des appareils Manet-Rabut solidaires de la charpente métallique ; quant à la flexion, elle était de 1 mm, contre 20 mm indiqués par le calcul.

En répétant ensuite la même expérience, le fleximètre restant fixe et la surcharge couvrant successivement chacune des poutres voisines, on est arrivé à cette conclusion, d'ailleurs très approchée, que le pont entièrement chargé ne fléchirait guère de plus de 2 mm.

D'un autre côté, la surcharge roulante appliquée au triangle « Constantinople » y produisit la première fois une flèche de 3,1 mm et la deuxième, une flèche de 1,6 mm ; mais, dans l'intervalle, le pont s'était relevé de la différence. Les élasticimètres accusaient un résultat du même ordre.

Des constatations faites, on peut déduire les conclusions suivantes :

Dans un ouvrage mixte acier-béton, ce dernier matériau constitue un frein aux déformations quel que soit le sens dans lequel elles s'effectuent.

Lorsqu'une première surcharge a produit une déformation permanente du béton, celui-ci se comporte vis-à-vis des surcharges empruntant passagèrement l'ouvrage et ne dépassant pas la première surcharge appliquée, comme un matériau élastique ayant un coefficient d'élasticité élevé.

Cette conclusion semble aussi valable pour le béton tendu que pour le béton comprimé et subsiste lorsque la déformation acquise par le béton tendu est de l'ordre de un dix-millième.

Pour les poutres continues du pont de l'Europe en effet, si l'on suppose au béton tendu ou comprimé un coefficient d'élasticité apparent de $3,3 \cdot 10^9$ et à l'acier un coefficient d'élasticité de $22 \cdot 10^9$, si l'on admet en plus un encastrement de l'ouvrage sur les culées, on obtient une flèche théorique sous la surcharge de 2,1 mm, donc sensiblement égale à la flèche effective. D'autre part, si l'on suppose que le béton, à partir du moment où il a fait prise, a accompagné constamment le métal, l'allongement du béton, correspondant à ces hypothèses, aurait largement dépassé un dix-millième en certains points.