

# En suivant la construction du barrage de Kembs

Autor(en): **Peitrequin, Pierre**

Objektyp: **Article**

Zeitschrift: **Bulletin technique de la Suisse romande**

Band (Jahr): **64 (1938)**

Heft 3

PDF erstellt am: **12.07.2024**

Persistenter Link: <https://doi.org/10.5169/seals-49172>

## **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.

Elle a pris connaissance des renseignements qui lui ont été fournis sur les travaux exécutés, en 1936, sur le Rhin et dans les ports en Suisse, en France et aux Pays-Bas.

La Délégation suisse a informé la Commission que les travaux de régularisation entre Strasbourg et Istein qui avaient été interrompus pendant les hautes eaux de l'été 1937 ont repris et que l'on profite des basses eaux d'hiver pour le parachèvement des ouvrages de régularisation et l'exécution du couronnement des épis.

Grâce aux hautes eaux, le chenal a pris rapidement le tracé, la largeur et la profondeur que l'on désirait réaliser, la profondeur de 2 m sous les niveaux de l'E. E. de 1932 étant atteinte sur tout le secteur de régularisation sauf en quelques passages où d'ailleurs l'insuffisance est minime.

En ce qui concerne le relèvement des ponts de Strasbourg-Kehl, la Délégation française a fait savoir que l'administration française est prête à commencer les travaux dès que l'administration allemande aura elle-même fait savoir qu'elle était en mesure de les entreprendre de son côté.

En outre, la Délégation française a soumis à la Commission le plan des travaux nécessités par la suppression du tablier du pont de chemin de fer de Huningue et la Commission a constaté que les dispositions que le Gouvernement français se propose de prendre pendant l'exécution des travaux ne soulèvent aucune objection au point de vue des intérêts de la navigation.

Le Comité, présidé par M. Herold, Commissaire suisse, qui depuis plusieurs années travaille à l'élaboration d'un nouveau règlement de police pour la navigation du Rhin, a été amené à reprendre sa tâche par suite de la situation nouvelle qui s'est créée sur le Rhin. A ce sujet, la Commission a été informée que tous les Etats riverains et la Belgique envisagent l'introduction d'une réglementation nouvelle adaptée aux besoins techniques et nautiques de la navigation moderne et que des pourparlers sont en cours entre ces Etats sur les modalités de la mise en vigueur des nouvelles prescriptions sur tout le cours du Rhin à l'aval de Bâle.

La date de la prochaine session de la Commission centrale pour la navigation du Rhin a été fixée au mardi, 26 avril 1938.

## En suivant la construction du barrage de Kembs,

par PIERRE PEITREQUIN, ingénieur à Lausanne.

(Suite.)<sup>1</sup>

Description du barrage. — Programme d'exécution des travaux. — Construction des piles provisoires dans le lit du Rhin. — Batardeau de la rive droite et fondation de la première pile à partir de cette rive (pile IV).

### Construction des piles définitives dans le lit du Rhin.

Le barrage de Kembs comprend 4 piles ; les trois premières à partir de la rive gauche ont été fondées à l'air comprimé dans le lit du fleuve ; la quatrième, près de la rive droite, a été exécutée en fouille blindée, à l'abri d'un batardeau (voir l'article précédent).

L'une des piles construites dans le lit du Rhin, la troisième à partir de la rive gauche, a dû être exécutée en deux étapes pour satisfaire les exigences de la navigation.

Nous rappelons que le programme initial des travaux n'a été observé que pendant les cinq premiers mois. Il a fallu le modifier complètement dès le milieu de l'année 1929 et prévoir, à partir de cette époque et jusqu'à la fin de 1931, une passe navigable de 45 m de largeur, de façon que les bateaux puissent franchir le chantier du barrage en toute sécurité.

Cette obligation a rendu très difficile l'établissement d'un nouveau programme de travaux et c'est l'idée de prévoir l'exécution d'une pile en deux étapes qui a permis de donner satisfaction aux navigateurs.

Dès lors, dans le programme remanié, l'exécution de la troisième pile à partir de la rive gauche était prévue et a d'ailleurs été réalisée, de la manière suivante :

Pendant une première étape de travaux (septembre 1929-mars 1930) la pile était construite jusqu'à une cote dépassant de 1,60 m celle du seuil des vannes du barrage. Cette cote avait été fixée par les ingénieurs du Service de

la navigation du Rhin de façon à permettre aux bateaux de passer sans danger, pendant toute l'année 1931, par-dessus la partie inférieure de la pile.

Dès le début de 1932, une deuxième étape de travaux permettait d'achever cet ouvrage.

Il a fallu, naturellement, attacher beaucoup de soins à l'étude et à la réalisation de la liaison entre les deux parties de la pile de façon à obtenir un ouvrage présentant les mêmes garanties de solidité que les autres.

La partie inférieure de la troisième pile a été exécutée suivant un procédé également appliqué pour les deux autres piles fondées dans le lit du Rhin. Les premières indications qui suivent concernent donc ces trois ouvrages. Nous ajouterons ensuite quelques renseignements sur les travaux qui ont permis l'achèvement de la troisième pile, travaux qui ont incontestablement constitué un des points les plus délicats du programme à réaliser.

### Fondations à l'air comprimé des piles dans le lit du Rhin.

*Caissons* : Les trois piles construites dans le lit du Rhin ont été fondées à l'aide d'un grand caisson métallique de 32,70 m de long sur 6,70 m de large et 6,00 m de hauteur, avec les hausses. La chambre de travail, d'un volume de 310 m<sup>3</sup> avait 1,90 m de hauteur. Enfin, le caisson vide et sans équipement pneumatique pesait une centaine de tonnes environ.

*Montage des caissons* : On avait tout d'abord pensé faire le montage de ces grands caissons sur les rives et les transporter à l'emplacement des piles à l'aide d'un portique de 42,50 m de portée qui devait circuler sur deux ponts de service reposant sur les piles provisoires dont il a été question au début de cette étude<sup>1</sup>.

Mais dès le commencement des travaux, cette idée avait été abandonnée par l'Entreprise qui avait envisagé le montage de ces caissons sur un plancher établi au-dessus de l'eau, à l'emplacement des diverses piles,

<sup>1</sup> Voir *Bulletin technique* du 24 avril 1937, page 105 ; du 8 mai 1937, page 117 et du 14 août 1937, page 213.

<sup>1</sup> Fig. 3. *Bulletin technique* du 24 avril 1937, page 108.

plancher qui devait être supporté par des pieux en bois battus dans le lit du Rhin.

Le battage de ces pieux avait été commencé au printemps 1929 pour la première pile, près de la culée gauche. A ce moment-là, on n'avait pas jugé nécessaire de protéger ces pieux en bois par une enceinte de palplanches les mettant à l'abri du courant du fleuve.

Mais au début de juin de la même année, lors de l'accident survenu aux piles provisoires établies dans le lit du Rhin par suite d'affouillements inattendus et très importants, on s'est également rendu compte que les pieux en bois devaient être abandonnés. Ceux qui étaient déjà battus durent être arrachés, plusieurs d'entre eux branlaient d'ailleurs d'une façon inquiétante, ce qui prouvait que leurs bases étaient également affouillées.

L'échafaudage de montage des caissons a dès lors été maintenu, mais on a décidé de le supporter par des pieux en fer. Quatre rangées de pieux ont été prévues, deux de chaque côté de l'emplacement réservé à la pile définitive. Ces deux rangées de pieux étaient écartées de 2,20 m l'une

de l'autre et entre les deux files intérieures était ménagé un intervalle de 9,40 m. Ces pieux étaient des fers de Differdange N° 30, de 12 à 14 m de longueur, pénétrant de 5 à 6 m environ dans le fond du lit. Quelquefois, pour la pile I et surtout pour la pile II, on a intercalé quelques pieux en bois de 30 à 32 cm de diamètre, mais l'ensemble était protégé par une enceinte de palplanches Larssen, fermée en pointe à l'amont, ouverte à l'aval. (Fig. 13).

Ces pieux supportaient deux planchers, dont l'un était établi à 2 m environ au-dessus du plan d'eau du Rhin, l'autre 7,50 m plus haut. Sur le plancher inférieur se faisait l'assemblage et le rivetage du caisson; le plancher supérieur supportait un certain nombre de vérins à vis auxquels était accroché le caisson pendant sa descente au fond de l'eau.

Une cinquième rangée de pieux, tous en bois, était battue dans l'axe longitudinal de la pile, mais peu profondément. Ils étaient destinés à soulager les poutres du plancher de montage. Dès que le caisson pouvait être suspendu aux vérins, le plancher de montage était démonté et les pieux médians arrachés.

Tous les pieux et les palplanches Larssen protégeant l'ensemble étaient battus au moyen des sonnettes à vapeur sur pontons dont les caractéristiques ont été données précédemment. Les divers éléments de l'échafaudage ou des caissons, les palplanches et les pieux étaient amenés à pied d'œuvre à l'aide de pontons remorqués par un bateau à moteur de 60 ch ou par une grue à câble franchissant le Rhin à grande hauteur.

Le même échafaudage a été utilisé trois fois successivement pour les 3<sup>e</sup> 1<sup>re</sup> et 2<sup>e</sup> piles à partir de la culée gauche.

Enfin signalons qu'un portique de 16 t circulant sur cet échafaudage permettait la pose des cloches pneumatiques sur le caisson, l'allongement des cheminées et diverses manutentions (Fig. 14).

*Descente des caissons au fond de l'eau.* — Les caissons métalliques étaient suspendus aux vérins à vis par des tiges de suspension de 30 cm<sup>2</sup> de section (200 mm × 15 mm). Dès que le montage du caisson était terminé, il était d'abord soulevé pour permettre l'enlèvement du plancher inférieur; ensuite sa descente pouvait commencer.

Quelques renseignements sur la descente de ces caissons sont réunis dans le tableau ci-dessous :

(Les piles étaient numérotées à partir de la rive gauche.)

Ouvrages	Hauteurs à descendre	Profondeurs de l'eau	Durée de la descente	Nombre de vérins	Charges par vérin	
					au début de la descente	à la fin de la descente
	m	m	jours		t	t
Pile I	7,05 <sup>1</sup>	7,50 <sup>1</sup>	17,5 <sup>2</sup>	24	8,1	17,7
Pile II	6,85	5,25	12,5	24	8,1	25,0
Pile III	5,20	3,10	8,0	16	10,9	12,2

<sup>1</sup> Au moment où la descente du caisson de la pile I commença, le plan d'eau du Rhin avait dépassé la cote du plancher de montage (crue).

<sup>2</sup> La durée de la descente de ce caisson a été allongée à cause de la crue du Rhin, mentionnée ci-dessus.

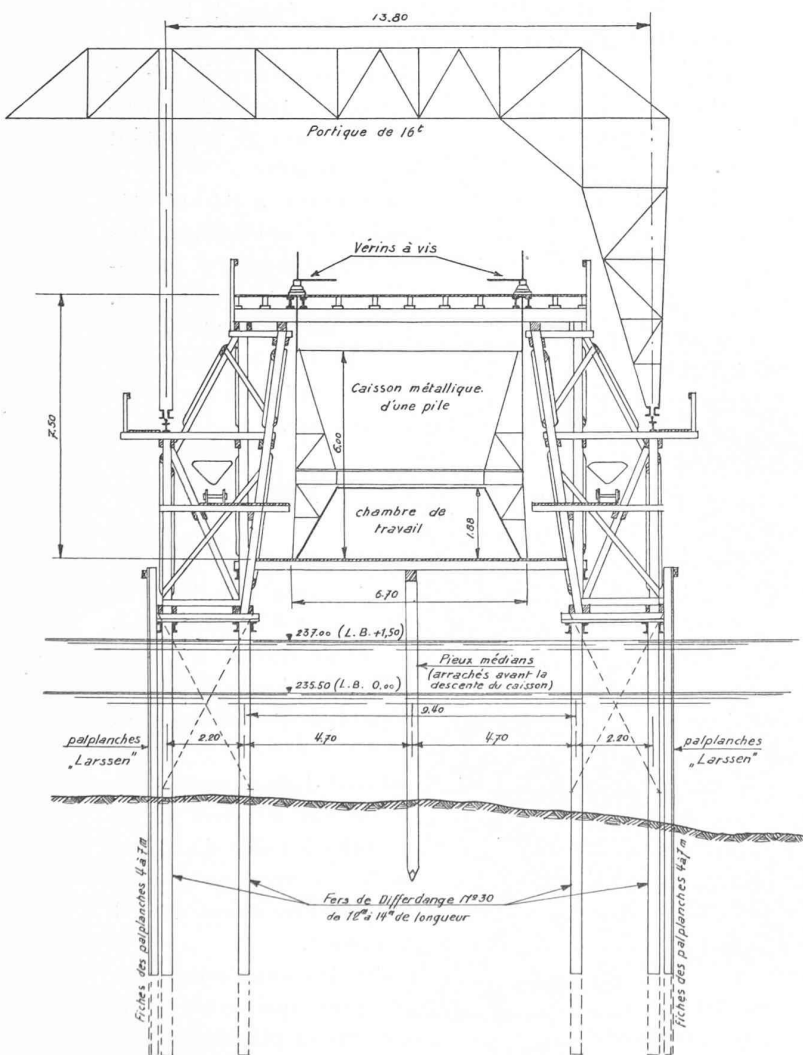


Fig. 13. — Echafaudage des caissons des piles. — Coupe transversale. Echelle 1 : 200.

Dessin Dyckerhoff et Widmann (Berlin).

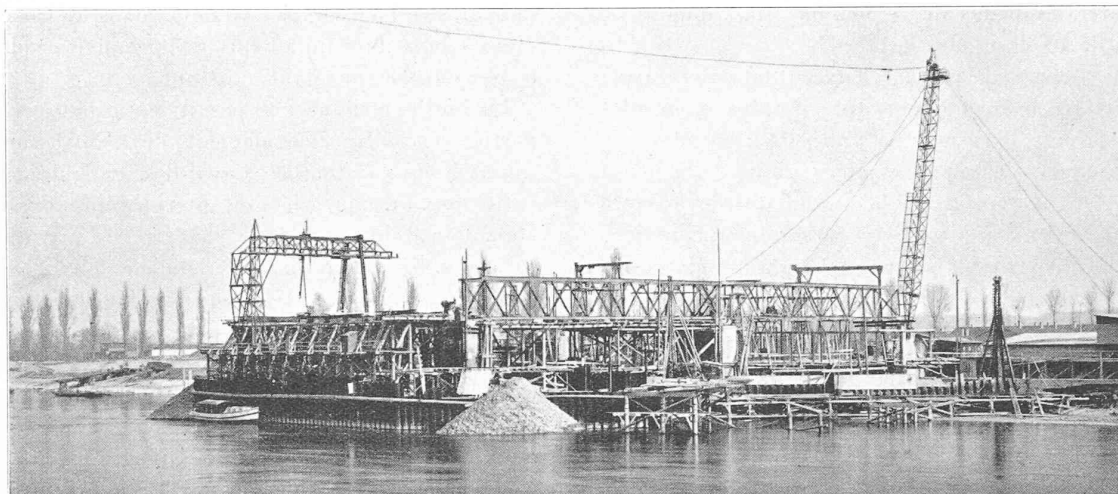


Fig. 14. — Travaux de la rive droite du Rhin, au début de 1930. — A gauche : Echafaudage du caisson de la pile III.  
Photo Dyckerhoff et Widmann (Berlin).

Les vérins à vis ont été manœuvrés à la main au début, pour la descente du caisson de la pile III ; mais cette solution exigeait une main-d'œuvre importante et il était difficile d'obtenir une simultanéité absolue des mouvements. Pour la descente des autres caissons, tous les vérins ont été reliés mécaniquement et commandés par un treuil électrique installé à une des extrémités du plancher supérieur.

Pendant la descente, qui se poursuivait jours et nuits, le caisson était guidé par 4 fers profilés fixés à l'échafaudage.

La mise en place du béton au-dessus du plafond de la chambre de travail commençait naturellement pendant la descente du caisson, de sorte que lorsqu'il touchait le fond du lit, l'exécution de la pile en élévation était en cours. Des précautions spéciales étaient prises pendant le montage des caissons métalliques afin d'en assurer l'étanchéité : bandes de toiles imprégnées intercalées sous les couvre-joints. Malgré cela, pendant leur descente au fond du lit du fleuve, une petite pompe était nécessaire pour épuiser l'eau qui s'infiltrait quand même à travers les joints des hausses du caisson, au-dessus du plafond de la chambre de travail, espace dans lequel se faisait le bétonnage de la pile.

Ces grands caissons étaient équipés de deux à trois cheminées pneumatiques, dont les éléments, de 2 m de longueur étaient ajoutés les uns aux autres au fur et à mesure de la descente des caissons, les cloches étant mises en place quand le travail dans l'air comprimé pouvait commencer.

*Fonçage des caissons.* — Dès que le caisson touchait le fond du lit, son fonçage commençait par les procédés habituels d'extraction et d'évacuation des matériaux. Naturellement, l'exécution de l'élévation de la pile se poursuivait simultanément. Il n'y a rien de spécial à signaler sur cette partie du travail qui s'est poursuivi sans incident notable malgré les risques inhérents très importants qu'il comporte, surtout dans un fleuve où des crues

sont toujours à craindre, risques d'ailleurs fortement aggravés par la circulation des bateaux qui passaient à proximité des installations.

Au début du fonçage, les caissons avaient à traverser une couche de gros gravier, dont l'épaisseur variait de 1,20 m à 1,65 m. Ensuite, ils pénétraient dans l'argile qui constitue le sous-sol de la région et dans laquelle le barrage de Kembs est fondé. Cette argile n'avait pas partout la même consistance ; elle était plus ou moins sableuse ou grasse, mélangée avec du calcaire et contenant parfois du grès. Souvent très dure, elle a presque partout nécessité l'emploi d'explosif pour la désagréger.

Dans chaque chambre de travail, 18 à 20 terrassiers étaient occupés simultanément, d'après un horaire qui variait suivant la profondeur atteinte et, par conséquent, suivant la pression. Ils extrayaient, en moyenne, un mètre cube de matériaux par demi-heure, et les caissons descendaient dans l'argile à la vitesse de 0,20 m environ par jour de calendrier, c'est-à-dire en tenant compte des interruptions normales du travail pour changements d'équipes, dimanches et jours fériés, ainsi que pour l'allongement des cheminées pneumatiques.

Le fond du lit du Rhin étant à la cote 231,50 en moyenne (pile III : 232,80) les caissons des piles ont été descendus jusqu'à 221,00 soit 10,50 m dans le terrain (pile III : 11,80 m). A cette profondeur, l'argile était partout suffisamment dure pour permettre d'y asseoir les fondations des piles en toute sécurité.

Au moment où le couteau du caisson atteignit la cote 221,00 (fonçage terminé) la maçonnerie en élévation, exécutée à l'air libre au-dessus de la chambre de travail avait atteint la cote suivante :

Pile I	: 238,90
Pile II	: 239,50
Pile III	: 233,70.

Le plafond de la chambre de travail étant, à la fin du fonçage, à la cote 223,00, la hauteur du massif de maçon-

nerie exécutée au-dessus de ce plafond était donc à ce moment-là, de 16,50 m dans la pile II.

En ce qui concerne la pile III, l'exécution en élévation avait été arrêtée beaucoup plus tôt ; il suffisait en effet d'atteindre la cote fixée pour la première étape des travaux. L'arasement de la partie inférieure de cette pile a été fait en tenant compte de la liaison qui devait être réalisée plus tard avec la partie supérieure. Nous reviendrons sur ces dispositions spéciales en parlant de la II<sup>e</sup> étape des travaux.

*Liaison de la fondation des piles avec les parafoilles d'aval des seuils.*

Le fonçage des caissons des piles étant terminé, un travail très délicat restait encore à exécuter : l'approfondissement et l'élargissement de la partie aval de la fondation en contrebas et en dehors du couteau des caissons et la liaison de cette partie de la fondation avec les parafoilles des seuils qui se prolongent ainsi sous les piles et les culées de façon à réaliser sur toute la longueur du barrage une fondation profonde en aval mettant l'ensemble de l'ouvrage à l'abri de tout danger qui pourrait être causé par des affouillements<sup>1</sup>.

Les précautions ordinaires ayant été prises dans les chambres de travail des caissons des piles de façon à éviter d'une manière absolue tout tassement de l'ouvrage, on descendait dans la partie aval de la fondation à la profondeur prescrite et sur toute la largeur de la chambre de travail et, en dernier lieu, on exécutait les élargissements de la fondation en dehors du couteau.

Le toit de ces empattements était étayé par des pièces de bois ou de fer. On posait des étais de fer (tronçons de

<sup>1</sup> Fig. 2. *Bulletin technique* du 24 avril 1937, page 107.

palplanches Larssen, par exemple) dans les cas où l'argile étant moins dure qu'ailleurs il était jugé prudent de les laisser en place pendant le bétonnage.

La fouille terminée, on posait les armatures dont une partie, posées transversalement, devaient assurer la liaison avec les parafoilles d'aval des seuils adjacents, exécutés toujours après la pile intermédiaire. Ces armatures étaient introduites dans la chambre de travail quand le caisson était encore sur l'échafaudage de montage et elles étaient fixées sous le plafond pendant la descente et le fonçage du caisson.

Le bétonnage ne se faisait dans cette partie de la fouille qu'entre deux coffrages longitudinaux limitant dans la partie centrale un intervalle de 2 m. Latéralement, des deux côtés, le bétonnage était fait plus tard, à partir des caissons de seuils, et par-dessous les joints entre ces caissons et celui de la pile intermédiaire.

La fondation des piles restait donc partiellement évidée à l'aval sur 8 m environ de longueur et 2 m × 2 m de largeur, et cela pendant plusieurs mois.

*Pile n° III. — Deuxième étape de travaux.*

Au début de 1932, lorsqu'il a été possible de reprendre l'exécution de la troisième pile à partir de la rive gauche, il a fallu commencer par rétablir une pile provisoire en amont de l'ouvrage définitif, l'ancienne pile provisoire ayant dû être démolie les derniers jours de l'année 1930, après l'achèvement du seuil 4 (entre les piles III et IV) pour laisser le passage libre aux bateaux pendant l'année 1931.

La nouvelle pile provisoire était nécessaire pour permettre la mise en place des troisième et quatrième travées du pont de service amont et assurer ainsi une première liaison fixe entre les deux rives du Rhin.

Cette nouvelle pile provisoire a été constituée par une forte palée en bois reposant, par l'intermédiaire d'une dalle en béton armé, sur 12 fers de Differdange battus à l'emplacement de l'ancienne pile, à travers les blocs de béton provenant de sa démolition.

Cette pile provisoire a été entourée par une paroi de palplanches Larssen se terminant à l'amont par un avantbec triangulaire et prolongée à l'aval le long de la partie inférieure de la pile définitive, de façon à entourer complètement celle-ci. (Fig. 15.)

Du côté du seuil N° 3 (côté rive gauche), non encore exécuté à cette époque, ainsi qu'à l'aval de la pile, les palplanches ont été battues le long du parement de la fondation, facilement repérable sous l'eau ; il ne restait plus alors qu'à fermer l'enceinte ainsi amorcée du côté du seuil N° 4 (côté rive droite). C'était la partie délicate du travail.



[ Fig. 15. — Pile III : 2<sup>e</sup> étape de travaux. — Palée provisoire. — Pont de service amont. — Paroi de palplanches entourant la base de la pile.

Photo Dyckerhoff et Widmann (Berlin).

Des fers à U, coudés à angle droit avaient été scellés en juillet 1930 dans le seuil N° 4, le long de la pile III, au moyen de fers ronds de 15 mm de diamètre passant dans les joints entre granits. Une cornière fixée sur le sommet de ces fers à U courait tout le long de la pile.

On avait ménagé ainsi un intervalle de 0,80 m de largeur tout le long de la pile III, du côté du seuil N° 4.

C'est dans cet intervalle qu'on a engagé le pied des palplanches qui ont été posées simplement sur les granits du seuil.

Des entretoises en bois et des tendeurs métalliques ont relié les palplanches de cette paroi à celles qui avaient été battues le long de la fondation, du côté du seuil N° 3. Il ne restait plus, dès lors, qu'à étancher ce batardeau, ce qui a été fait au moyen de déchets de coton et d'argile mélangée avec de la paille hachée. (Fig. 16.)

Ensuite, on a pu pomper à l'intérieur et reprendre les travaux de bétonnage et la pose des granits.

La liaison entre la partie inférieure de la pile et la partie supérieure a été réalisée par des redans en dents de scie et de grosses armatures qui avaient été laissées en attente sous une dalle provisoire en béton armé. L'intervalle com-

pris entre la surface des redans et le dessous de la dalle avait été rempli avec du sable et du gravier.

Au moment de reprendre l'élévation de la pile, lorsque le batardeau eut été complètement fermé, il fallut commencer par démolir la dalle provisoire, enlever le sable et le gravier de remplissage, redresser les armatures pliées sous la dalle, nettoyer et repiquer les surfaces de béton.

Alors seulement, on put continuer la pose des granits, placer les nouvelles armatures et reprendre le bétonnage.

Ces travaux ont bénéficié de basses eaux exceptionnelles puisque le Rhin n'a pas dépassé la cote 235,30 (sauf pendant 5 jours où il a atteint 235,90) durant toute la période critique, la partie inférieure de la pile ayant été arasée à 233,90 en moyenne (234,10 à l'amont, 233,70 à l'aval). La période critique partait du jour où l'enceinte de palplanches entourant la base de la pile a été complètement fermée (22 février 1932) jusqu'au jour où la maçonnerie de la pile avait atteint une cote suffisante, permettant de poursuivre le travail avec une certaine sécurité (28 mars 1932).

Les fers ancrés dans le seuil 4 ont été coupés sous l'eau après l'enlèvement des palplanches.

Des fers avaient été également scellés dans le parement amont de la pile et du côté du seuil N° 3, car il était prévu de poser les palplanches sur la fondation de la pile de ce côté. Il a semblé naturellement préférable, lors de l'exécution, de les battre partout où cela était possible, le long du parement. On disposait ainsi, sur une partie du périmètre d'une paroi solide.

D'ailleurs les fers qui avaient été ancrés à l'amont ont été retrouvés sous l'eau en mauvais état, inutilisables. Ils avaient été tordus ou même arrachés lors de la démolition de la première pile provisoire amont, qu'il avait fallu faire sauter à la fin de 1930, pour les besoins de la navigation.

*Erratum.* — Une erreur s'est glissée à la fin de l'article paru dans le *Bulletin technique* N° 10 du 8 mai 1937. Le dernier paragraphe est à rectifier comme suit :

« La partie inférieure des piles d'aval I et IV jusqu'au couronnement des palplanches, etc. — »

En ce qui concerne la pile III, en effet, cette partie inférieure a été démolie à la fin de 1930 déjà, pour permettre le passage, sans danger, des bateaux pendant l'année 1931.

## DIVERS

### Congrès d'ingénieurs, à Glasgow.

A l'occasion d'une Exposition d'Empire (Empire Exhibition) qui aura lieu à Glasgow (Ecosse), de mai à octobre prochains, un important congrès international d'ingénieurs se tiendra, dans cette ville, du 21 au 24 juin.

Ceux des membres de la SIA qui auraient l'intention d'y participer sont priés de vouloir bien s'annoncer au secrétariat de la SIA, à Zurich (Tiefenhöfe 11).

## NÉCROLOGIE

### Louis Maillard,

professeur honoraire de l'Université de Lausanne.

*Nous reproduisons des fragments du discours que M. Jules Chuard, professeur à l'Université de Lausanne, prononça aux obsèques de M. Louis Maillard. C'est un touchant hommage à la*

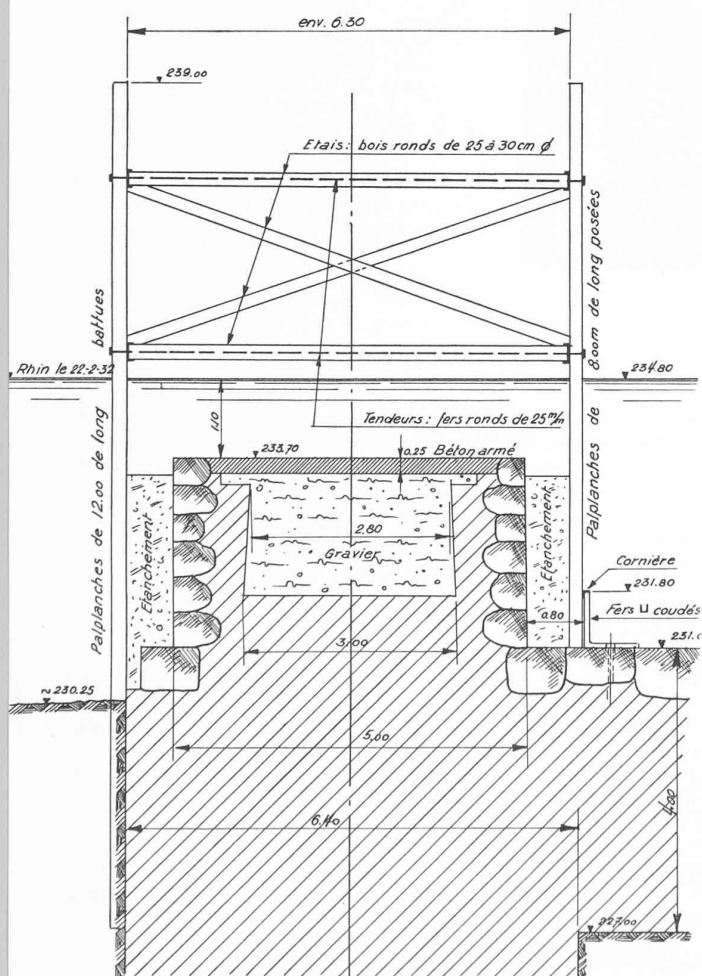


Fig. 16. — Pile III, 2<sup>e</sup> étape de travaux. — Coupe transversale de la pile. — Echelle 1 : 100.

Dessin de l'auteur.