

En suivant la construction du barrage de Kembs

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

Objektyp: **Article**

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

Band (Jahr): **63 (1937)**

Heft 10

PDF erstellt am: **13.09.2024**

Persistenter Link: <https://doi.org/10.5169/seals-48444>

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.

BULLETIN TECHNIQUE

DE LA SUISSE ROMANDE

Paraissant tous les 15 jours

ABONNEMENTS :

Suisse : 1 an, 12 francs
Etranger : 14 francs

Pour sociétaires :

Suisse : 1 an, 10 francs
Etranger : 12 francs

Prix du numéro :
75 centimes.

Pour les abonnements
s'adresser à la librairie
F. Rouge & C^{ie}, à Lausanne.

Organe de la Société suisse des ingénieurs et des architectes, des Sociétés vaudoise et genevoise des ingénieurs et des architectes, de l'Association des anciens élèves de l'Ecole d'ingénieurs de l'Université de Lausanne et des Groupes romands des anciens élèves de l'Ecole polytechnique fédérale. — Organe de publication de la Commission centrale pour la navigation du Rhin.

COMITÉ DE RÉDACTION. — Président : R. NEESER, ingénieur, à Genève. — Membres : *Fribourg* : MM. L. HERTLING, architecte ; A. ROSSIER, ingénieur ; *Vaud* : MM. C. BUTTICAZ, ingénieur ; E. ELSKES, ingénieur ; EPITAUX, architecte ; E. JOST, architecte ; A. PARIS, ingénieur ; CH. THÉVENAZ, architecte ; *Genève* : MM. L. ARCHINARD, ingénieur ; E. ODIER, architecte ; CH. WEIBEL, architecte ; *Neuchâtel* : MM. J. BÉGUIN, architecte ; R. GUYE, ingénieur ; A. MÉAN, ingénieur cantonal ; *Valais* : MM. J. COUCHEPIN, ingénieur, à Martigny ; HAENNY, ingénieur, à Sion.

RÉDACTION : H. DEMIERRE, ingénieur, 11, Avenue des Mousquetaires,
LA TOUR-DE-PEILZ.

ANNONCES

Le millimètre sur 1 colonne,
largeur 47 mm :
20 centimes.

Rabais pour annonces
répétées.

Tarif spécial
pour fractions de pages.

Régie des annonces :
Annonces Suisses S. A.
8, Rue Centrale (Pl. Pépinet)
Lausanne

CONSEIL D'ADMINISTRATION DE LA SOCIÉTÉ ANONYME DU BULLETIN TECHNIQUE
A. DOMMER, ingénieur, président ; G. EPITAUX, architecte ; M. IMER.

SOMMAIRE : *En suivant la construction du barrage de Kembs*, par PIERRE PEITREQUIN, ingénieur, à Lausanne (suite). — *Conditions de bon fonctionnement d'un barrage automatique à panneaux pivotants (Klappenwehr)*, par ALFRED GUTKNECHT, ing. dipl. E. P. F. — *Maisons de campagne, villas et lotissements*, par FRÉDÉRIC GAMPERT, architecte, à Genève. — *Lacs suisses d'accumulation*, par G. MATHYS, ingénieur, à Bâle. — **SOCIÉTÉS :** *Section genevoise de la Société suisse des ingénieurs et des architectes.* — *Association amicale des anciens élèves de l'Ecole d'ingénieurs de Lausanne et Société vaudoise des ingénieurs et des architectes.*
BIBLIOGRAPHIE.

En suivant la construction du barrage de Kembs,

par PIERRE PEITREQUIN, ingénieur à Lausanne.
(Suite.)¹

Construction des piles provisoires dans le lit du Rhin.

Nous revenons maintenant à l'exécution des travaux pendant les premiers mois de 1929 avant le remaniement du programme initial dont il a été parlé plus haut. Les différents ouvrages sont en construction d'après ce programme initial qui prévoyait donc deux ponts de service et deux séries de culées et de piles provisoires placées au droit des culées et piles définitives, immédiatement à l'amont et à l'aval de celles-ci. La construction des culées provisoires de la rive gauche ne présenta pas de difficultés spéciales. Quant aux ouvrages provisoires de la rive droite, ils furent exécutés, comme les ouvrages définitifs, à l'abri d'un batardeau général en palplanches Larssen.

Les 3 piles définitives I, II et III (numérotage à partir de la rive française) ainsi que les piles provisoires correspondantes I_{amont} et I_{aval} etc. furent construites dans le lit du fleuve et c'est du procédé d'exécution de ces six piles provisoires et des ennuis qui en découlèrent que nous allons parler maintenant.

On commençait par exécuter une enceinte fermée constituée par des palplanches métalliques destinées à entourer et protéger la base de la pile. Ces palplanches, du type Larssen, profil III, ont les caractéristiques suivantes :

¹ Voir *Bulletin technique* du 24 avril 1937, page 105.

Poids par mètre courant de palplanche : environ 62 kg
Poids par mètre carré de paroi : environ 155 kg

Les palplanches utilisées pour entourer la base des piles provisoires mesuraient de 9 à 11 m de longueur. Elles étaient battues par paires, au moyen d'une sonnette à vapeur reposant sur deux pontons accouplés. Voici les caractéristiques de deux des sonnettes utilisées :

Désignations	Sonnette S. B. U. ¹	Sonnette D. et W. ²
Poids du marteau	2000 kg	2800 kg
Hauteur de chute	1,68 m	1,21 m
Hauteur utile de la sonnette	16,00 m	14,00 m
Nombre de coups par minute	45-48	45-48
Poids total	25 700 kg	29 790 kg
Longueur de chaque ponton	24,00 m	24,00 m
Largeur de chaque ponton	3,00 m	3,00 m
Hauteur de chaque ponton	1,50 m	1,50 m
Tirant d'eau des pontons chargés	1,10 m	1,10 m
Puissance de la machine à vapeur	10 ch	12 ch
Pression de service	8 atm.	8 atm.

¹ Sonnette S. B. U. : appartenant à Siemens Bauunion.

² Sonnette D. et W. : appartenant à Dyckerhoff et Widmann.

Une troisième sonnette à vapeur, dont les caractéristiques se rapprochent de celles des deux précédentes n'a été utilisée qu'un mois et demi ; elle est tombée accidentellement dans le Rhin, au début des travaux de battage et n'a pu être retirée que dix à douze mois plus tard.

Le fond du lit du Rhin, à l'emplacement du barrage de Kembs, est constitué, sur une grande profondeur (dépassant de beaucoup celle des fondations), par de l'argile bleue recouverte par une couche d'inégale épaisseur de gravier de grosseur variable. Les palplanches Larssen

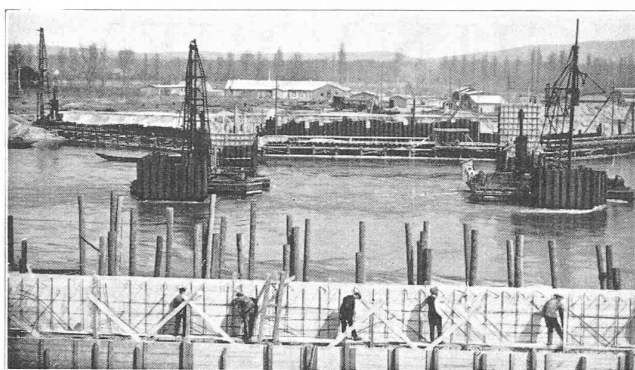


Fig. 5. — Exécution des piles provisoires II am. et II av.
Au premier plan : Culée gauche.

Photo Dyckerhoff et Widmann (Berlin).

des enceintes des piles provisoires pénétraient de 3,50 m à 5,00 m dans l'argile. Ce résultat était atteint après 2000 à 3000 coups du marteau de la sonnette jusqu'à ce qu'on atteigne un refus de l'ordre de 1 mm par coup. Les formes et les dimensions de ces enceintes de palplanches sont indiquées dans la figure 3.

A l'intérieur de ces enceintes fermées, on coulait du béton sous l'eau, d'après le procédé habituel, c'est-à-dire au moyen de tuyaux métalliques de 0,20 m de diamètre. Ces tuyaux sont munis, à la partie inférieure, d'un clapet manœuvré depuis le haut au moyen de tirants métalliques.

Quand le béton coulé sous l'eau atteignait le plan d'eau du Rhin (au moment de l'exécution de ce travail) plus une certaine marge pour tenir compte de sa montée éventuelle, on interrompait la mise en œuvre du béton avec les tuyaux et l'élévation de la pile était alors exécutée sur cette fondation et par les procédés ordinaires, béton entre coffrages.

Des précautions spéciales étaient prises pour éviter, ou du moins atténuer, les affouillements provoqués par ces obstacles créés ainsi dans le fleuve. Les avant-becs en pointe des enceintes de palplanches facilitaient l'écoulement de l'eau le long des parois dont la base était protégée par des enrochements (blocs de granit) et des gabions de 8,00 m de longueur et 0,80 m de diamètre environ.

Accident du 7 juin 1929.

On travaillait ainsi à la construction de ces piles provisoires depuis trois mois environ (début de mars) lorsque de graves ennuis vinrent brusquement interrompre l'exécution.

Le 7 juin 1929, dès le matin, on s'aperçut en effet que deux des piles provisoires d'aval, récemment terminées étaient légèrement inclinées latéralement. L'inclinaison de l'une des deux s'accrut d'ailleurs assez rapidement et, dans le courant de la matinée, elle se renversait transversalement dans le Rhin, en travers de la passe navigable. Il s'agissait de la deuxième pile à partir de la rive gauche : II aval. L'inclinaison de la pile suivante, III aval, ne s'accrut heureusement pas davantage et

l'accident resta limité à la chute d'une pile. Des précautions supplémentaires contre les affouillements furent prises, dès que les risques pour le personnel parurent écartés, pour protéger la base de toutes les autres piles terminées ou en cours d'exécution.

Au moment de l'accident, les piles provisoires d'aval étaient toutes terminées, ainsi que la culée correspondante de la rive gauche. On avait même commencé le montage de la première travée du pont qui devait reposer sur ces piles (pont de service définitif reposant pendant la durée des travaux sur les piles provisoires). Le montage de cette travée se faisait sur un plancher reposant par l'intermédiaire de fers de Differdange N° 30 (119,4 kg par mètre courant) sur la culée gauche et la pile I provisoires et, entre deux, sur des palées en bois écartées de 10 m environ. (Pieux de 30 à 32 cm de diamètre.)

La pile I, moins exposée que les autres, n'ayant pas bougé du tout, le montage en cours ne subit aucun dommage. Il fut naturellement interrompu et le rivetage n'ayant heureusement pas encore été commencé, les diverses pièces métalliques furent enlevées et transportées à nouveau sur la plate-forme de dépôt de la rive gauche. Par suite du changement de programme d'exécution des travaux, le montage de ce pont ne fut repris qu'au fur et à mesure de la construction des piles définitives.

De la série des ouvrages provisoires d'amont seules la culée gauche et la pile III (3^e pile à partir de la rive gauche) étaient terminées au moment de l'accident. Ces deux ouvrages ne subirent aucun dommage et un repérage très précis de leur position permit de constater qu'ils n'avaient pas bougé. Les deux autres piles dans le lit du fleuve, I et II, étaient en cours d'exécution, les palplanches étant pour toutes les deux complètement battues. Le bétonnage sous l'eau avait été commencé pour la pile I seulement et il était exécuté sur une hauteur de 2,20 m le jour de l'accident.

A ce moment-là, le Rhin n'était pourtant pas en crue ; il était monté depuis quelques jours, mais n'avait pas dépassé le niveau des eaux moyennes. Dès qu'on put, sans danger, procéder à des sondages, on constata, à la base des palplanches de toutes les piles encore debout, des affouillements très importants dont on n'aurait pas pu prévoir la formation aussi rapidement. On releva en effet des trous atteignant 2,20 m à 3,20 m de profondeur de sorte que certaines palplanches ne pénétraient plus que de 0,70 m à 0,90 m dans l'argile. Une bonne partie des enrochements et des gabions avait été emportée, en deux ou trois jours, par la violence accrue du courant et en hâte on renouvela et compléta ces protections de base par des gros blocs de granit et surtout par des gabions.

On entreprit aussi le rebattage des palplanches de la pile II amont (où le bétonnage n'était pas encore commencé) et certaines d'entre elles s'enfoncèrent à nouveau de 2,85 m à 3,25 m après 1000 coups du marteau de la sonnette, le refus, à ce moment-là, étant encore de 3 à 4 cm.

Il est donc probable que les courants secondaires créés

par ces obstacles construits dans le lit du Rhin ont été beaucoup plus violents encore qu'on ne le craignait. Mais, d'autre part, l'argile bleue dans laquelle pénétraient les palplanches s'est montrée beaucoup plus affouillable que des sondages antérieurs exécutés par le maître de l'œuvre sur les berges et dans le lit du fleuve ne pouvaient le laisser supposer.

L'Entreprise, voulant se rendre compte, d'une façon plus précise et plus complète, de la nature du terrain de fondation du barrage, fit exécuter après l'accident trois nouveaux sondages dont les résultats confirmèrent d'ailleurs ceux des sondages antérieurs. On trouva, comme précédemment de l'argile bleue en couches plus ou moins dures, contenant du sable, du calcaire ou du grès dans des proportions variables, ces deux derniers éléments toutefois en petites quantités.

Après avoir renforcé la protection à la base des piles encore debout et rebattu les palplanches partout où cela était possible, une autre mesure urgente s'imposait : faire sauter, sous l'eau, la pile tombée dans le fleuve et dont la présence pouvait constituer un danger pour le passage des bateaux, dès que le tirant d'eau viendrait à baisser.

Ensuite on put plus tranquillement examiner les conséquences de cet accident. C'est d'ailleurs à la même époque que l'on dut tenir compte des nouvelles exigences des navigateurs et remanier le programme d'exécution suivi jusque-là. Le programme modifié ne nécessitait plus



Fig. 6. — Démolition de la pile provisoire III av.

Photo Dyckerhoff et Widmann (Berlin).

aucune pile provisoire à l'aval puisque le montage du pont inférieur devait se faire directement dans sa position définitive. On a donc fait sauter par tranches le béton des deux piles I et III encore debout dans le courant (jusqu'au couronnement des palplanches seulement).

Quant aux piles d'amont qui étaient maintenues dans le nouveau programme, seule l'une d'entre elles, la troisième à partir de la culée gauche a pu être utilisée, après en avoir renforcé la base par une deuxième enceinte de palplanches Larssen entourant la première. Entre les deux parois on a aussi coulé du béton sous l'eau.

Les palplanches des deux autres piles dans le fleuve ont été arrachées et ces deux piles ont été plus tard fondées à l'air comprimé, à 6-7 m dans l'argile (caissons en béton armé de $8,00 \times 4,50$ m) en même temps que les deux piles définitives correspondantes.

Ennuis ultérieurs causés par la démolition ou la chute des piles provisoires.

Les blocs de béton provenant de la démolition des piles provisoires d'aval I et III n'ont apporté aucune gêne sensible dans la suite des travaux. Quelques-uns de ces blocs ont été retrouvés dans les chambres de travail des caissons des piles définitives, ou même sous le couteau. On a dû en faire sauter encore quelques-uns dont les dimensions ne permettaient pas leur évacuation facile par les cheminées pneumatiques des caissons.

La pile provisoire II d'aval, celle qui était tombée dans le Rhin, a causé un retard de quinze jours dans le fonçage du caisson de la pile définitive N° II. En effet, au moment où le grand caisson métallique reposait sur le fond du lit et alors que son fonçage venait de commencer, on s'est aperçu que l'angle aval, côté rive droite, du caisson reposait sur les palplanches entourant la base de la pile renversée. Cet obstacle empêchait la descente du caisson d'une manière absolue et comme le caisson ne reposait pas encore à ce moment-là sur tout son pourtour, il a fallu envoyer un scaphandrier dans la chambre de travail pour couper sous l'eau les palplanches Larssen passant sous le couteau et gênant le fonçage.

La descente du caisson a pu alors reprendre, mais la masse de la pile provisoire gisant au fond de l'eau a exercé pendant tout le fonçage une forte poussée contre le grand caisson qui a été dévié de 0,25 m dans sa partie aval, c'est-à-dire qu'il a subi une sorte de rotation reportant sa partie amont de 0,10 m dans le sens opposé. L'élévation de la pile a été exécutée dans sa position exacte, de sorte que la fondation n'est pas symétrique par rapport à l'élévation. Il a fallu naturellement vérifier par le calcul l'augmentation des taux de compression transmis au terrain de fondation par l'arête la plus chargée. Cette augmentation a été reconnue minime (la pression transmise au sol de fondation était de l'ordre de 5 kg/cm^2 , dans les cas de surcharge les plus défavorables).

En ce qui concerne les piles d'amont, seul le béton coulé à l'intérieur de l'enceinte de palplanches de la pile provisoire I a gêné, plus tard, la descente jusqu'au fond du lit du fleuve du petit caisson en béton armé qui a servi

à la fondation de cette pile. On se rappelle (voir plus haut) que le jour de l'accident survenu aux piles d'aval, le béton était exécuté sur une hauteur de 2,20 m à l'intérieur de l'enceinte de palplanches de la pile I d'amont. Il a fallu alors faire sauter ce béton dans la chambre de travail du petit caisson pendant que celui-ci était encore suspendu aux vérins à vis, à l'aide desquels s'opérait sa descente jusqu'au fond du lit. Il en est résulté un retard d'une semaine.

Démolition des piles provisoires en fin de travaux.

A la fin des travaux, en août 1933, il a fallu faire sauter les différentes piles d'amont en prenant certaines précautions pour protéger les vannes et les ponts de service métalliques. D'ailleurs, en modifiant l'exécution de la fondation des piles d'amont I et II, on avait aussi prévu de limiter le béton au niveau du plan d'eau du Rhin plus une certaine revanche (1,00 m). La partie supérieure était constituée par de fortes palées en bois reposant sur ces socles en béton et supportant les différentes travées métalliques du pont provisoire.

La pile N° III qui avait pu être maintenue après l'accident en renforçant sa base au moyen d'une deuxième enceinte de palplanches a été démolie, à la fin de 1930, pour les besoins de la navigation. Dès le début de 1932, il a fallu la reconstruire et enfin faire sauter cette deuxième pile, en même temps que les autres, en août 1933. Nous reviendrons sur ce point plus tard. La pile IV enfin, qui avait été exécutée d'après le programme initial des travaux à l'abri d'un batardeau protégeant tous les ouvrages de la rive droite, a pu être maintenue jusqu'en août 1933 et démolie aussi à cette époque.

La partie inférieure des piles d'aval I, III et IV, jusqu'au couronnement des palplanches, est restée debout jusqu'au moment où le barrage est entré en service ; dès lors les bases de ces piles se sont renversées à l'aval des ouvrages définitifs et ont été incorporées dans les deux couches de blocs de béton protégeant l'aval du radier et dont il a été question plus haut.

Conditions de bon fonctionnement d'un barrage automatique à panneaux pivotants (Klappenwehr)

par ALFRED GUTKNECHT, ing. dipl. E. P. F.

Il a été installé depuis une vingtaine d'années un grand nombre de barrages automatiques à panneaux pivotants (Klappenwehre) dont quelques-uns de très grandes dimensions et pour des débits très importants. Les expériences réalisées ont permis de déterminer quelles conditions doivent être remplies pour que le fonctionnement de telles installations soit irréprochable. La présente note vise à donner au lecteur un aperçu des inconvénients et difficultés qui se sont présentés dans les anciennes exécutions et les points qu'il faut prendre en considération

pour assurer le fonctionnement normal d'un tel barrage.

Rappelons pour commencer que le but d'un barrage automatique est d'empêcher le niveau de l'eau dans le réservoir créé par le barrage de dépasser une certaine hauteur fixée d'avance.

Le niveau de l'eau dans un tel réservoir alimentant une usine hydro-électrique dépend de la quantité d'eau apportée par la rivière, et de la quantité d'eau absorbée par les turbines. Si ces deux valeurs sont égales, le niveau reste constant ; si la première est plus importante que la seconde, le niveau monte dans le bassin d'accumulation ; lorsque ce niveau atteint une certaine hauteur, le barrage automatique doit entrer en fonction et laisser échapper le trop plein. Le principe de ce fonctionnement automatique est en général le suivant :

Le panneau pivotant est relié à un contrepoids ; la liaison est telle qu'il y a équilibre entre le couple produit par le contrepoids, d'une part, et le couple produit par la poussée de l'eau sur le panneau pivotant et le poids propre de ce panneau, d'autre part, et ceci aussi longtemps que le niveau de l'eau ne dépasse pas le seuil de déversement du panneau.

Lorsque le niveau tend à monter davantage, il y a déséquilibre, le panneau pivotant s'abaisse et laisse écouler un certain débit jusqu'à ce que l'équilibre soit de nouveau rétabli.

Nous allons passer en revue les différentes conditions qui doivent être remplies si l'on veut avoir un bon fonctionnement d'un tel barrage, conditions qui bien souvent n'étaient pas réalisées dans les anciennes installations.

1° Le seuil de déversement du panneau peut être exécuté en tôle ou être pourvu d'une garniture en plateaux de bois. Ce seuil doit arriver jusqu'au point *m* (fig. 1) afin que la nappe déversante ne retombe pas sur la poutre principale *P* et ne gêne en rien le mouvement du panneau pivotant.

2° Le seuil de déversement garni de plateaux de bois n'est pas admissible dans les pays méridionaux. Les alternances d'humidité et de sécheresse font travailler le platelage de telle façon que des coincements du panneau pivotant sont inévitables. La garniture en bois ne peut être admise que dans nos pays, à la condition de prévoir une disposition de la tôle de protection indépendante de la déformation du platelage (fig. 9). La solution représentée par la fig. 14 est défectueuse. Le fonctionnement anormal d'un grand nombre d'anciennes installations est dû à la déformation du platelage qui serre la tôle de protection contre la paroi du pilier.

3° Les anciennes installations prévoient, pour la liaison entre l'étanchement de l'arc *A* et l'étanchement latéral *L* (fig. 13 et 15) une pièce d'étanchéité *E* qui bute contre le mur. C'est une solution qu'on devrait abandonner pour toujours et qui est la cause de fuites d'eau et de coincements par suite de dilatation de la charpente. L'exécution suivant la fig. 12 évite cet inconvénient.

4° La suspension suivant les fig. 10 et 6 a été faite