Zeitschrift: Bulletin technique de la Suisse romande
Band: 51 (1925)
Heft: 1

Artikel: Réfection d'une pile au pont de chemin de fer sur le Rhin à Bale
Autor: Gicot, Henri
DOI: https://doi.org/10.5169/seals-39482

Nutzungsbedingungen
Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften auf E-Periodica. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen sowie auf Social Media-Kanälen oder Webseiten ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. Mehr erfahren

Conditions d'utilisation
L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. La reproduction d'images dans des publications imprimées ou en ligne ainsi que sur des canaux de médias sociaux ou des sites web n'est autorisée qu'avec l'accord préalable des détenteurs des droits. En savoir plus

Terms of use
The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. Publishing images in print and online publications, as well as on social media channels or websites, is only permitted with the prior consent of the rights holders. Find out more

Download PDF: 21.07.2025

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

51e année 3 janvier 1925 N° 1

BULLETIN TECHNIQUE
DE LA SUISSE ROMANDE

Réd. : Dr H. Demierre, ing. Paraissant tous les 15 jours

ORGANE AGRÉÉ PAR LA COMMISSION CENTRALE POUR LA NAVIGATION DU RHIN
ORGANE DE L'ASSOCIATION SUISSE D'HYGIÈNE ET DE TECHNIQUE URBAINES
ORGANE EN LANGUE FRANÇAISE DE LA SOCIÉTÉ SUISSE DES INGÉNIEURS ET DES ARCHITECTES

SOMMAIRE : *Réfection d'une pile au pont de chemin de fer sur le Rhin, à Bâle*, par Henri Gicot, ingénieur-civil. (Planche hors texte N° 1.)— *Les travaux du génie civil à la Conférence de l'énergie mondiale. — Concours d'idées pour l'établissement d'un Plan d'extension de la Commune de Saint-Maurice. — Les plus grandes vannes hydrauliques du monde. — Nouvelles locomotives électriques de 4200 ch. pour le Chemin de fer du Lœtschberg.* — Correspondance. — Nécrologie : *Gabriel Junod.* — Bibliographie. — *Service de placement.*

La Société du « Bulletin technique de la Suisse romande » vient d'être cruellement éprouvée par la perte de Monsieur

E. IMER-SCHNEIDER

qui a succombé, le 18 décembre dernier, après une longue maladie.

Un ami du cher et dévoué président de notre Comité d'administration retracera, dans notre prochain numéro, sa belle carrière.

Réfection d'une pile au pont de chemin de fer sur le Rhin à Bâle

par Henri GICOT, ingénieur-civil.

(Planche hors texte N° 1.)

La ligne de chemin de fer qui relie la gare des chemins de fer fédéraux à la gare badoise, à Bâle, traverse le Rhin sur un pont métallique à voie unique, dont la construction date de 1871. La superstructure est une poutre continue à quatre travées ; les trois piles implantées dans le lit du fleuve ont été fondées pneumatiquement au moyen de caissons métalliques ; leurs dimensions sont calculées en vue de l'établissement de la double voie.

Etant donné l'âge de ce pont, il n'est pas surprenant que le temps, et l'action érosive du fleuve aient réussi à attaquer l'œuvre de l'homme. C'est ainsi que les sondages opérés ces dernières années en vue de la navigation révélèrent, particulièrement dans le voisinage et surtout à l'aval de la pile médiane, des affouillements profonds. Ces affouillements ne sont pas en relation immédiate avec l'abaissement régulier du talweg du Rhin ; ils atteignent par exemple une profondeur plus grande que ceux du pont de Wettstein, situé 1500 mètres en aval ; ils sont dus plutôt à des circonstances locales et à la situation particulière du pont immédiatement au-dessous de l'embouchure de la Birse ; cette dernière rivière charrie beaucoup d'alluvions qui se déposent à l'embouchure et sont enlevées peu à peu par le fleuve, de sorte qu'il s'est formé entre la Birse et le pont une langue de terre oblique que l'on peut apercevoir en basses-eaux et qui est orientée vers le milieu du pont. Cette langue de terre a pour effet de rejeter une partie des eaux à sa droite, en s'opposant à leur passage sous le premier panneau du pont. La vitesse ainsi accrue augmente la puissance d'érosion du fleuve ; d'autre part les enrochements établis autour des piles, en réduisant le profil mouillé et en augmentant le frottement, n'ont naturellement pas contribué à améliorer les conditions d'écoulement.

L'établissement de la seconde voie devenait par ailleurs toujours plus urgente, car la circulation sur cette ligne est une des plus intenses de toute la Suisse. Aussi, la Direction des C. F. F. décida-t-elle de remédier à cet état de choses. Elle chargea à cet effet M. *H.-E. Gruner*, ingénieur-conseil à Bâle, d'étudier les moyens de protéger la pile exposée et de diriger les travaux de réfection.

Le problème était extrêmement délicat étant donnée l'incertitude où l'on se trouvait sur l'état de la maçonnerie et de la fondation, en particulier sur la qualité et le mode de remplissage du caisson métallique.

Des levés topographiques exécutés par les soins du Service fédéral des Eaux sous la direction de l'ingénieur-conseil pour compléter les levés de 1921, révélèrent que la situation n'était pas aussi critique qu'on le disait, mais que néanmoins la réfection du pilier médian ne pouvait être ajournée. (Fig. 1.)

Le caisson de la pile (fig. 2) pénètre de 2 m. environ dans la marne bleue qui forme le fond de toute la région et sur laquelle sont fondés tous les ponts de Bâle sur le Rhin. Au-dessus de la marne se trouve une couche de poudingue recouverte de gravier. Le couteau du caisson métallique est à la cote 242.96, tandis que l'affouillement le plus profond atteint la cote 241.0, à 25 m. en aval de l'axe du pont.

On ne pouvait envisager une protection de la pile au moyen d'enrochements, même maintenus au moyen de pieux ou de rails foncés dans le terrain ; le courant aurait emporté peu à peu cette protection, qui aurait en outre

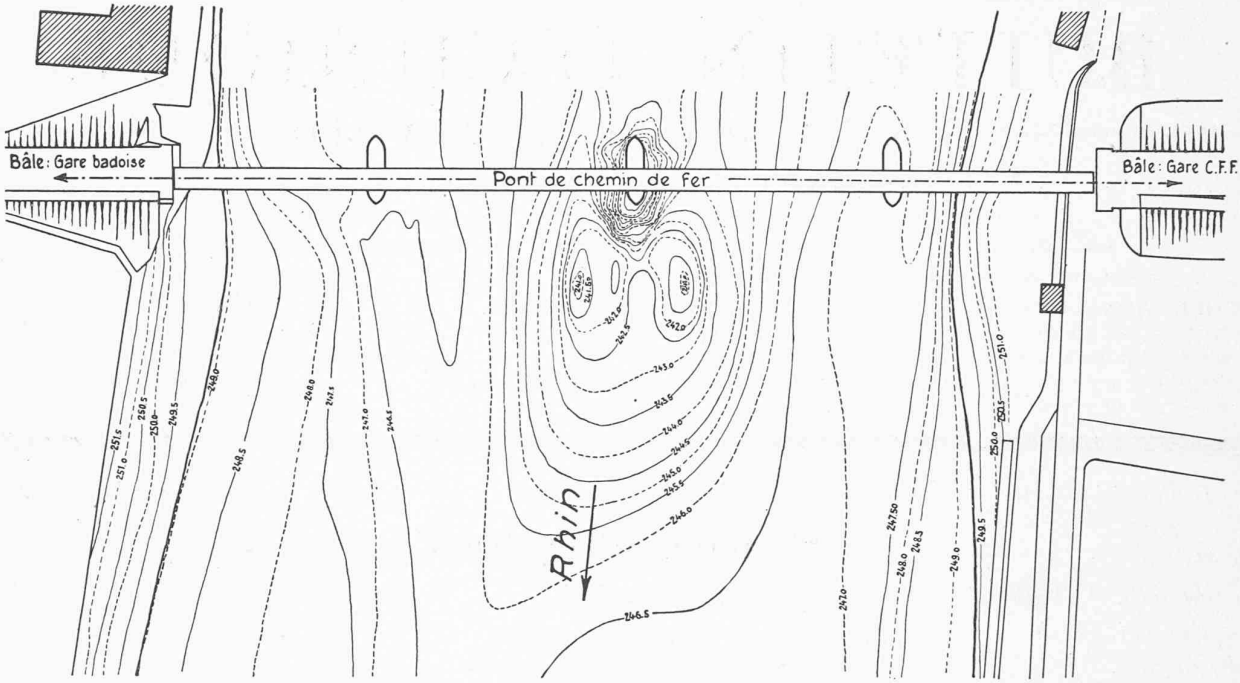


Fig. 1. — Plan de situation du pont, avec l'affouillement. — Echelle 1 : 1600.

constitué un obstacle à l'écoulement des eaux et à la navigation, et risqué d'être un remède pire que le mal, Le fonçage de palplanches autour du pilier eût été très difficile, à cause de la couche de poudingue qui recouvre la marne et n'aurait pas non plus donné une complète sécurité. Il fallait trouver une solution qui augmentât la stabilité du pilier, le protégeât contre les affouillements et en outre dont l'exécution pût se faire avec une complète sécurité pour l'exploitation — car il ne pouvait être question d'interrompre le trafic un seul instant — sans mettre la pile en danger de subir des avaries ou des tassements susceptibles de compromettre la solidité du pont.

Le seul procédé dont on pouvait affirmer *a priori* qu'il répondait entièrement aux exigences énumérées ci-dessus, était l'établissement autour du caisson d'une ceinture de béton de 2 m. à 2 m. 50 d'épaisseur, foncée jusqu'à une profondeur de 5 m. environ au-dessous du couteau ; la construction de cette paroi protectrice aurait eu lieu par positions successives, au moyen d'une cloche pneumatique mobile.

Cette solution fut envisagée tout d'abord, malgré son coût relativement élevé, car elle était seule à offrir toute garantie au point de vue de l'intégrité de la pile. Le joint entre la protection et le caisson de la pile aurait ensuite été bétonné sous l'eau ; ce procédé aurait en outre permis de se rendre compte de l'état du remplissage du caisson et au besoin d'y exécuter des injections.

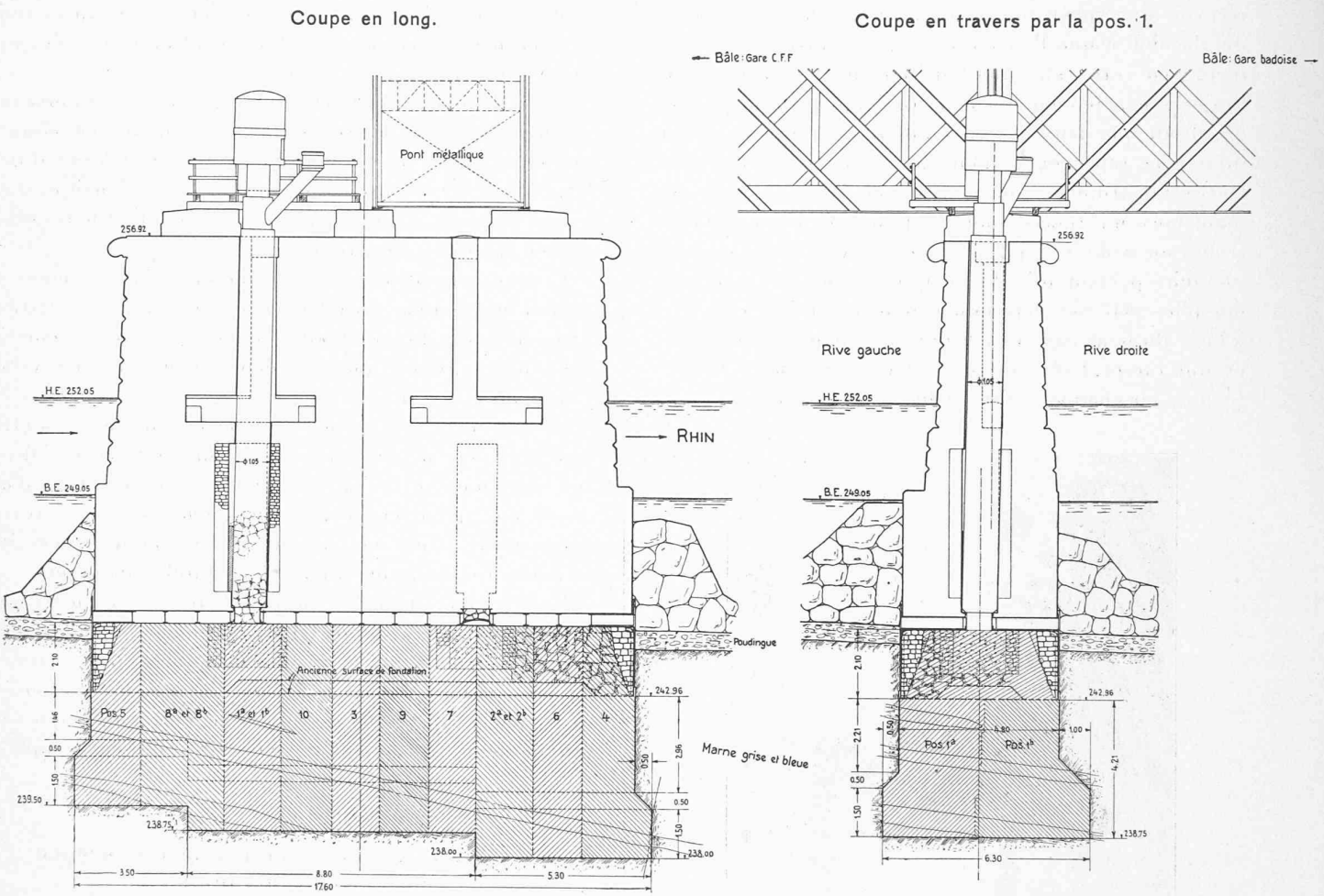
Toutefois, sur la proposition de l'entrepreneur auquel furent adjugés les travaux, la *S. A. Conrad Zschokke* à Genève, et sur préavis de l'ingénieur-conseil, on décida de tenter de reprendre en sous-œuvre la fondation proprement dite du caisson, en utilisant à cet effet l'une des deux cheminées qui avaient servi au fonçage, encore en partie libres pour permettre l'accès aux chambres de mine. Cette solution présentait des risques certains, tant financiers que techniques, car elle exigeait le forage d'une galerie dans la maçonnerie qui remplissait la chambre du caisson ; si cette maçonnerie avait été en mauvais état, le forage aurait pu provoquer sa désagrégation, ce qui aurait non seulement exigé de coûteux travaux d'injection, mais aurait probablement obligé les ingénieurs à abandonner cette voie.

Malgré ces aléas, on décida de tenter l'expérience, à cause des avantages incontestables du procédé, qui n'exigeait aucun échafaudage dans le fleuve et surtout à cause de son coût moins élevé, étant donnée aussi la grande expérience en travaux pneumatiques de la maison qui se chargeait de l'exécution.

La prudence commandait toutefois de prendre toutes les mesures opportunes pour prévenir tout incident. Des observations, organisées par le Bureau topographique fédéral, furent faites régulièrement par la Direction des Travaux, afin de déceler les moindres mouvements de la pile. En outre, on établit sous l'appui médian du pont un dispositif hydraulique permettant, en cas de tassement de la pile, de maintenir l'appui à son altitude primitive.

Heureusement, la fortune se montra cette fois favorable au constructeur. La maçonnerie qui remplissait la chambre du caisson avait été exécutée avec grand soin, tandis que le béton de la cheminée était très friable, ce qui en facilita le forage.

La figure 2 permet de se rendre compte du procédé employé. On fora, au marteau pneumatique et à la main, la partie bétonnée de la cheminée amont, dont l'accès était très aisé, à cause de la place destinée à recevoir le deuxième pont ; les installations, machines et baraque-



Maçonnerie de béton à 220 kg. de ciment spécial *Holderbank* par m³ en place.

Fig. 2. — Coupes de la pile médiane du pont après achèvement de la reprise en sous-œuvre de la fondation. — Echelle 1 : 200.

ments, établies à côté de la voie, sur la rive gauche, étaient reliées à la pile au moyen d'une passerelle de service en bois, accrochée au pont. Après avoir travaillé d'abord sans l'aide de l'air comprimé, on établit dans la cheminée un tube surmonté du sas ; l'intervalle entre tube et paroi fut rempli de mortier et l'on poursuivit les travaux à l'air comprimé. Après la cheminée, une galerie horizontale de 80 cm. de largeur, 2 m. de hauteur et 11 m. de longueur maxima fut aménagée au fur et à mesure de l'avancement des travaux le long de la chambre du caisson. La porosité relative de la maçonnerie de la pile était suffisante pour permettre à l'air de se renouveler, sans toutefois entraver les travaux. La compacité et l'étanchéité de la marne s'opposait en effet aux fuites d'air par-dessous le couteau.

La reprise en sous-œuvre proprement dite s'opéra par tranches successives. Chaque position était complètement bétonnée avant que l'on entreprît la position suivante. La figure 2 indique leur ordre d'exécution. Les positions 1, 2 et 3 procurèrent d'abord à la pile un point d'appui solide; leur exécution fut particulièrement surveillée et se fit partiellement en deux demi-positions. La position 4, la plus voisine des affouillements, était la plus critique. A cet endroit se produisirent des fuites d'air et une légère déformation de la roche.

Chaque position a exigé pour l'excavation et le bétonnage douze à quinze jours de travail. Le béton était de ciment spécial de *Holderbank*, dosé à raison de 220 kg. par m³ en place, et de gravier du Rhin tel qu'on l'extrait dans le voisinage.

On effectua aussi à l'occasion des travaux des essais pour déterminer l'influence de l'air comprimé sur la durée de la prise du ciment spécial. Une première série d'éprouvettes fut préparée et fit prise à l'air libre. Une deuxième série fut préparée à l'air libre et fit prise à l'air comprimé. Enfin une troisième série fut préparée et fit prise à l'air comprimé. Les résultats ne permirent pas de constater une modification dans la durée de la prise, qui dépend certainement plus de la température de l'air que de l'influence de l'air comprimé.

Disons encore un mot des observations faites sur les mouvements de la pile. Les installations de mesure étaient les suivantes : Sur chacune des piles externes du pont, on bétonna deux socles destinés à recevoir un théodolite de précision, l'un à l'amont, l'autre à l'aval, dans lesquels était scellé un manchon exactement tourné, destiné à

recevoir une sphère de même diamètre fixée dans l'axe du théodolite que l'on pouvait ainsi centrer rigoureusement ; en outre, afin que l'altitude de l'instrument fût toujours exactement la même par rapport à la pile, on n'utilisait que deux des vis d'appui, la troisième restant intacte et reposant toujours au même point du socle. Outre l'instrument, on pouvait placer aussi dans les manchons un repère mobile. Deux manchons étaient scellés aussi dans la pile médiane, et destinés à recevoir une mire portant une division. Les axes des manchons des piles externes déterminaient deux droites parallèles à l'axe du pont passant par l'axe des manchons médians, et qui furent fixées encore à l'aide de quatre repères (deux pour chaque droite) scellés dans les culées.

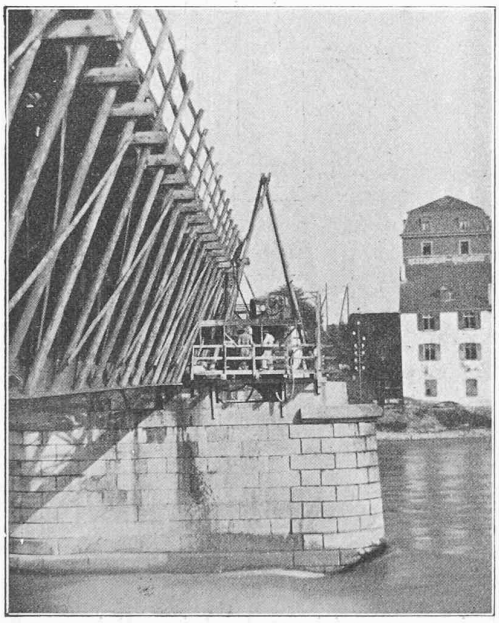


Fig. 3. — Vue de la tête amont de la pile en réparation, avec le sas et la passerelle de service accrochée au pont métallique.

Ceci posé, les opérations se divisaient en trois catégories : 1° Alignement, pour déterminer un déplacement horizontal de la pile dans le sens longitudinal ; 2° visée d'altitude, destinée à déceler un mouvement vertical ; 3° nivellement, ayant pour but de mesurer un renversement, soit longitudinal, soit transversal.

Pour l'alignement, le théodolite était placé sur un socle d'une pile externe, et l'on s'assurait au préalable, au moyen des repères des culées, que le poste d'observation n'avait lui-même subi aucun déplacement ; on effectuait ensuite la lecture — ou demi-millimètre près — sur la division de la pile médiane. La même opération était répétée sur chacun des quatre socles des piles externes.

Pour la visée d'altitude, on plaçait sur le socle de la pile médiane — exactement sur un couvercle de protection vissé sur le manchon — une latte de nivellement, et l'on opérait, en visant obliquement les repères des culées et celui de l'autre pile externe, 3 lectures, à 1 mm. près. Ces visées étaient répétées à partir de chacun des postes d'observation et fournissaient en tout 12 lectures qui permettaient de calculer le mouvement de la tête amont ou aval de la pile.

Enfin, le nivellement s'effectuait au moyen d'un niveau ordinaire placé au centre de la pile médiane, en visant une latte placée successivement à l'amont et à l'aval de la pile, sur le côté droit ou gauche. La combinaison des quatre lectures — au $^1/_{10}$ de mm. — donnait le renversement latéral et longitudinal.

Le déplacement horizontal — mesures d'alignement — a suivi une marche sensiblement parallèle à celle des travaux ; on a constaté d'abord un mouvement vers l'amont, de 1 mm. environ, puis un déplacement régulier vers l'aval, jusqu'à 3 mm.

Le tassement maximum — visées d'altitudes — a été de 3 mm. et le nivellement a révélé une différence d'altitude de 1 mm. entre l'amont et l'aval de la pile, mais n'a décelé aucun renversement latéral. On voit que l'ordre de grandeur de ces mouvements est très petit, et n'était en aucun cas de nature à nuire à la stabilité de la pile.

La réfection, entreprise au début du mois de mars de cette année, a été complètement terminée au milieu de novembre ; la stabilité de la pile est désormais assurée pour de nombreuses années. Il est intéressant de constater que les fortes vibrations de la maçonnerie qui se produisaient au passage des trains ont à présent complètement disparu.

Les travaux du génie civil à la Conférence de l'énergie mondiale.

Au cours de la séance qui a suivi l'exposé de M. le Dr Tissot [1] le 13 décembre dernier, à Berne, M. *H.-E. Gruner*, ingénieur-conseil à Bâle, a analysé les travaux qui ont été présentés dans la section du génie civil, à la Conférence de l'énergie mondiale. Voici, d'après nos notes, un résumé de la communication de M. Gruner.

Selon les statistiques réunies à Londres, la puissance des chutes d'eau aménagées dans les pays civilisés, Canada, Autriche, Italie, Etats-Unis d'Amérique, Suisse, Hollande, Indes hollandaises, Australie, Japon, Scandinavie, Grande-Bretagne, Irlande, Amérique du Sud, etc., serait de 85,4 millions de ch. et la puissance disponible serait de 256,23 millions de ch.

Barrages et prises d'eau. — La communication de M. Mangiagalli (Italie), la plus intéressante de celles qui ont été présentées sur ce sujet, montre le grand nombre de barrages édifiés par les Italiens qui n'ont pas craint d'utiliser tous les systèmes possibles. On est encore partisan, en Italie, des murs-poids arqués en plan, mais on ne trouverait pas, dans toute l'Italie, un seul barrage conforme aux exigences très sévères posées par Maurice Lévy et usitées jadis en France. En revanche la plupart des murs sont pourvus d'un système de drainage perfectionné.

Un exemple intéressant de mur arqué est fourni par le barrage de *Cortino*, en Toscane, dont la hauteur est de 40 m., l'épaisseur de 7 m. à la base et de 1,50 m. à la crête et dont le rayon de courbure du parement amont est de 23,5 m. Il fut construit en 72 jours et s'est signalé par le fait qu'il subit sans dommage le tremblement de terre qui dévasta la région. Pour

[1] Voir *Bulletin technique* du 20 décembre 1924, page 333.

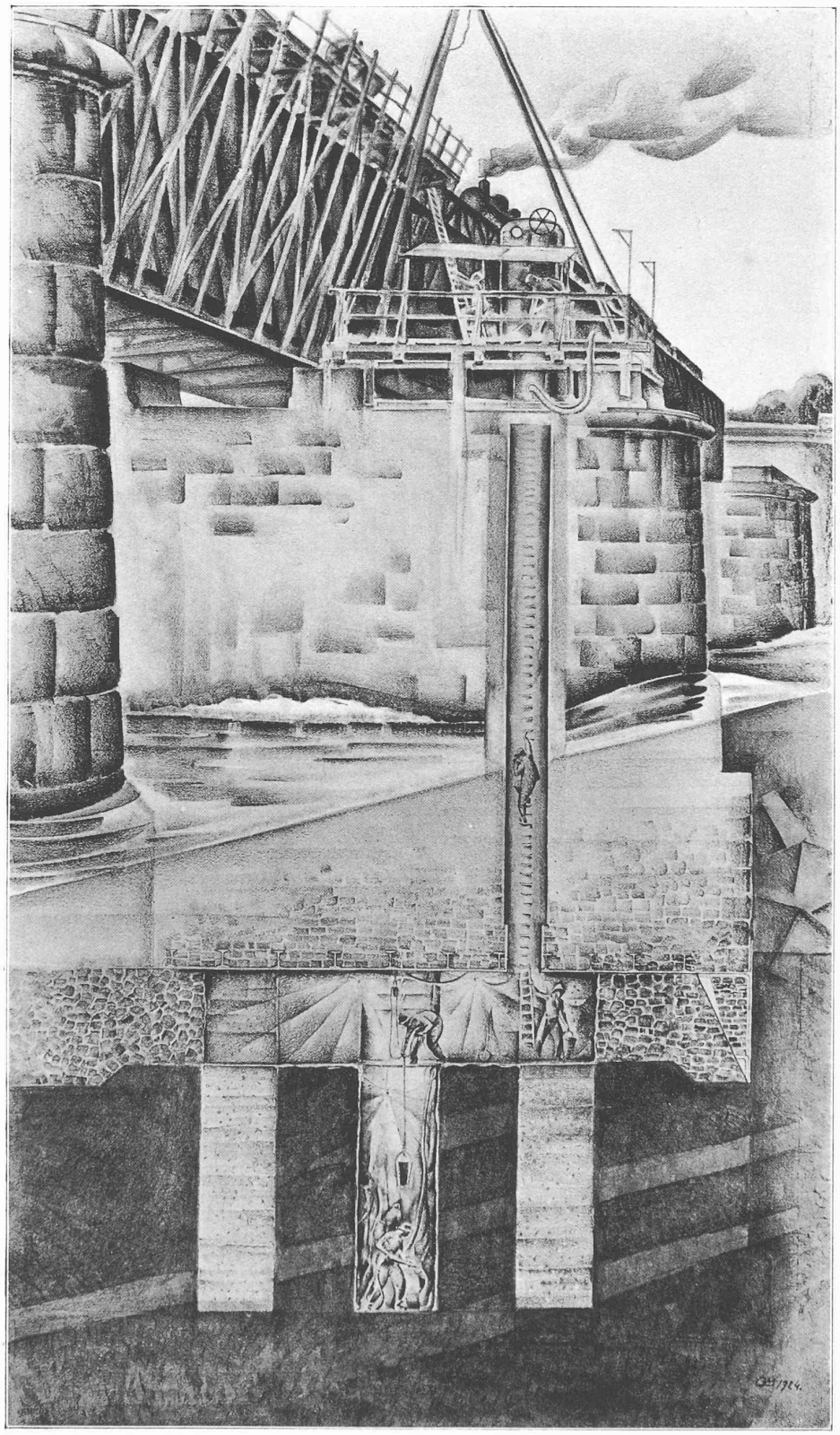


Fig. 4. — Reprise en sous-œuvre de la fondation, durant l'excavation du pilier 3.

RÉFECTION D'UNE PILE DE PONT, A BALE.

Dessin de Burkard Mangold.