

Constructions hydrauliques en acier et essais sur modèles

Autor(en): **Becher, Th.**

Objekttyp: **Article**

Zeitschrift: **IABSE congress report = Rapport du congrès AIPC = IVBH
Kongressbericht**

Band (Jahr): **2 (1936)**

PDF erstellt am: **21.07.2024**

Persistenter Link: <https://doi.org/10.5169/seals-3112>

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.

VIIb 1

Constructions hydrauliques en acier et essais sur modèles.

Stahlwasserbau und Modellversuche.

Steel in Hydraulic Engineering, and Model Experiments.

Dr. Ing. e. h. Th. Becher,
Direktor der M.A.N., Werk Gustavsburg.

Le rapport de Monsieur le Conseiller ministériel *Burkowitz*, ainsi que toutes les contributions consacrées aux installations mobiles dans les constructions hydrauliques, parlent d'actions hydrodynamiques, de phénomènes d'oscillations, etc. Je voudrais donc développer ici la question de la conformation des ouvrages hydrauliques en acier, en me basant sur les essais sur modèles entrepris pour étudier les phénomènes hydrodynamiques.

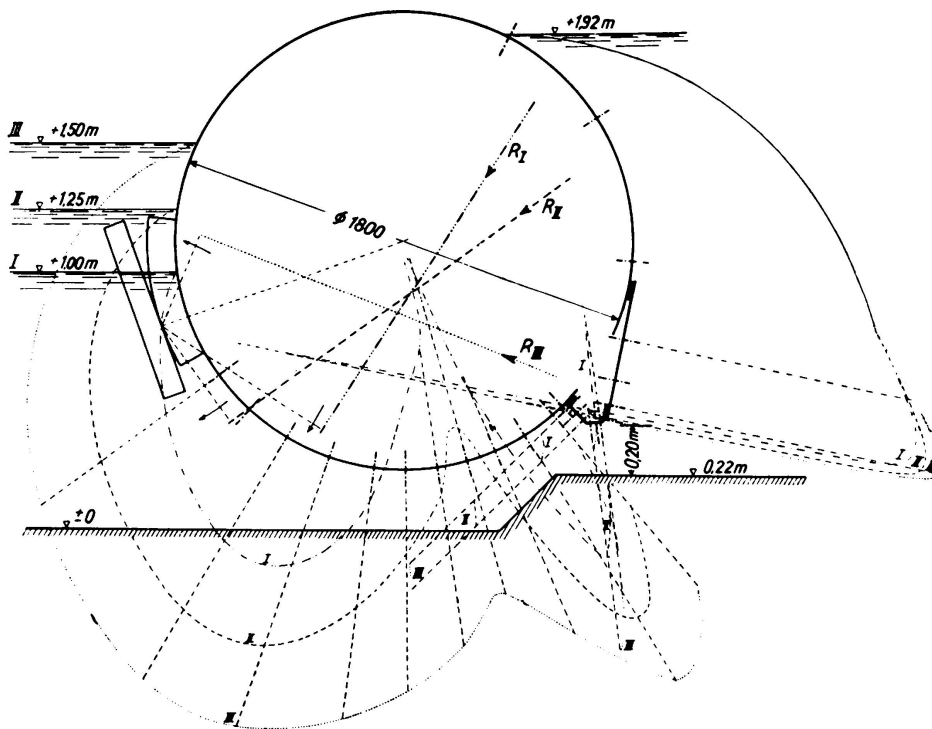


Fig. 1.

On a été amené à l'étude de ces phénomènes par l'apparition de quelques dérangements dont on a étudié les causes par des essais sur modèles. Le deuxième stade fut la détermination, par essais sur modèles, des forces qui conditionnent le dimensionnement des organes de fermeture et de levage des constructions

projetées suivant les principes normaux. Le stade suivant est apparu très rapidement; à l'aide des essais sur modèles on a cherché à développer des formes aussi favorables que possible du point de vue hydrodynamique. C'est ce que je voudrais vous montrer par quelques exemples:

Parmi les premiers barrages à cylindres, il s'en trouve quelques-uns qui ne sont constitués que du cylindre et d'un tout petit avant-bec pour la poutre d'étanchéité. Un jour, un de ces cylindres s'est mis à vibrer d'une façon tout-à-fait désordonnée,

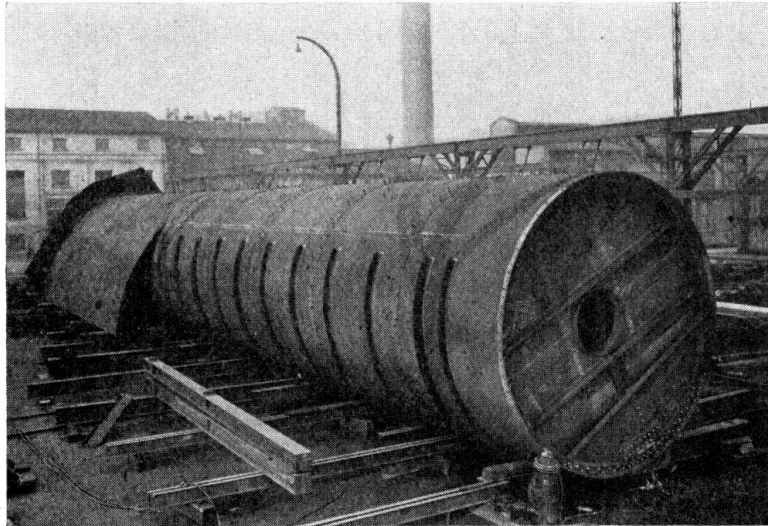


Fig. 2.

ce qui entraîna finalement la détérioration du local des treuils et la vanne sortit de ses glissières. Ce phénomène était inexplicable car on ne pouvait pas admettre une grave erreur de service et l'on a entrepris des essais sur modèle (fig. 1). Ces essais ont montré que la forme des vanne et du radier étaient cause d'effets alternatifs de pression et de succion sur la vanne. C'est pourquoi, depuis lors, on a muni toutes les vannes de plus grands becs (fig. 2). C'est également par des essais que l'on a déterminé le rapport le plus favorable entre le diamètre du cylindre et la hauteur du bec.

Dans un grand barrage à doubles vannes on avait prévu une couverture de la vanne supérieure afin de faciliter l'écoulement de l'eau lorsque cette dernière vanne était abaissée. Cette couverture (fig. 3) était constituée par des planches inclinées vers l'aval, ainsi que le montre la figure de gauche. Après chaque crue ce déversoir était détérioré et devait être remis à neuf. Le bois fut remplacé par du fer mais on a tenu auparavant à effectuer des essais sur modèle à l'échelle

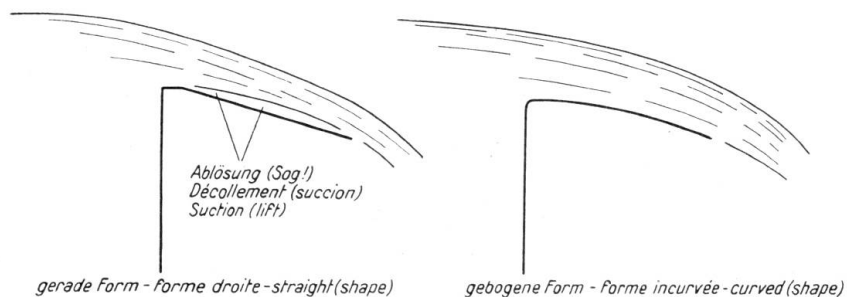


Fig. 3.

1:5 pour déterminer la forme à donner à la tôle. On a constaté qu'il fallait donner à la tôle une forme incurvée, telle que l'indique la figure de droite. La forme originale, inclinée, provoquait une répartition tout-à-fait irrégulière de la pression avec de nombreux points de succion, deux phénomènes très désagréables dans la construction hydraulique car ils peuvent donner naissance à des oscillations et à des détériorations. La nouvelle forme trouvée présente par contre une répartition régulière de la pression et

ce qui entraîna finalement la détérioration du local des treuils et la vanne sortit de ses glissières. Ce phénomène était inexplicable car on ne pouvait pas admettre une grave erreur de service et l'on a entrepris des essais sur modèle (fig. 1). Ces essais ont montré que la forme des vanne et du radier étaient cause d'effets alternatifs de pression et de succion sur la vanne. C'est pourquoi, depuis lors, on a

1:5 pour déterminer la forme à donner à la tôle. On a constaté qu'il fallait donner à la tôle une forme incurvée, telle que l'indique la figure de droite. La forme originale, inclinée, provoquait

aucune succion. Par la même occasion on a trouvé que les nouveaux déversoirs présentaient deux autres avantages très importants. La surcharge de l'eau sur le déversoir lui-même a passé de 82 t (ancienne forme), à 38 t (nouvelle forme), d'où réduction de la force de levage. En outre, la capacité du déversoir augmente

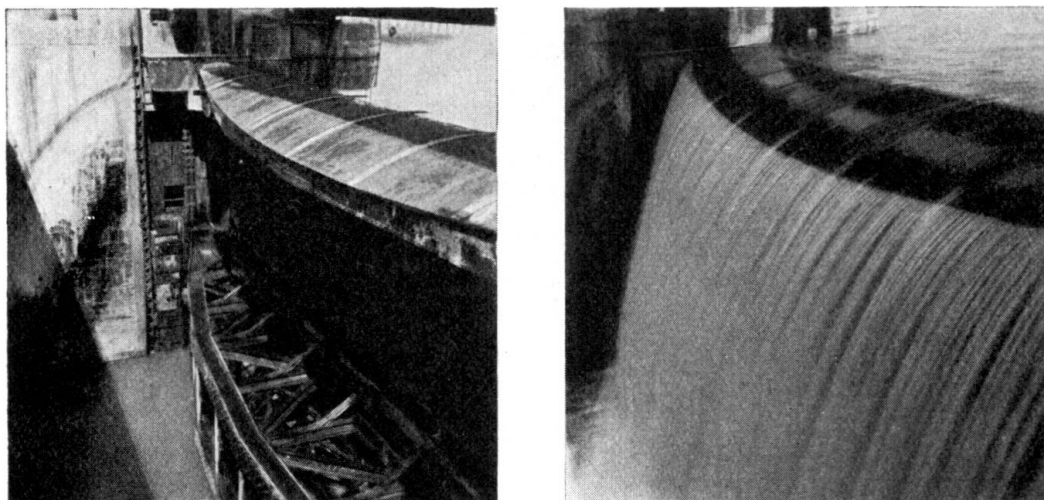


Fig. 4.

de 20 % ; un déversoir hydrauliquement bien conformé permet donc de réduire la longueur du barrage. La fig. 4 montre la construction d'une vanne confectionnée par la M.A.N. pour l'usine de Ryburg-Schwörstadt. Le déversoir est incurvé. Ces vannes ont une hauteur totale de 12,5 m et la vanne supérieure peut être abaissée de 4,5 m. De telles vannes doivent naturellement être étudiées avec grands soins en ce qui concerne les effets dynamiques.

Un autre problème était celui des oscillations des vannes avec écoulement inférieur à faible ouverture. Dans ce cas, l'accroissement de la hauteur de retenue entraînait parfois des détériorations. Des essais ont immédiatement montré que la conformation de la poutre d'étanchéité était cause de ces oscillations et que l'on pouvait assez facilement remédier à cet inconvénient (fig. 5). Ici aussi il est possible d'obtenir une courbe des pressions positive et régulière.

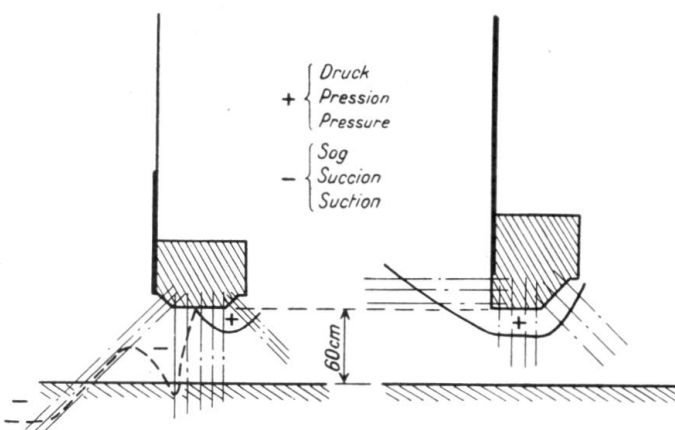


Fig. 5.

Dans d'autres barrages, soit à vannes, soit à clapets fonctionnant comme déversoirs, on a observé des oscillations, principalement lorsque la hauteur de la nappe de déversement était faible. Par voie d'essais on a tout d'abord essayé d'assurer une bonne aération de l'espace situé entre la vanne et la nappe, ce qui n'était pas

toujours suffisant. On a constaté que la nappe d'écoulement, mince et continue, était très sensible à tout impuls: elle tend donc par elle-même à osciller. Les essais ont encore montré que cette sensibilité de la nappe d'eau diminuait lorsqu'on troublait sa continuité, c'est-à-dire en ondulant ou en coupant la nappe (fig. 6).

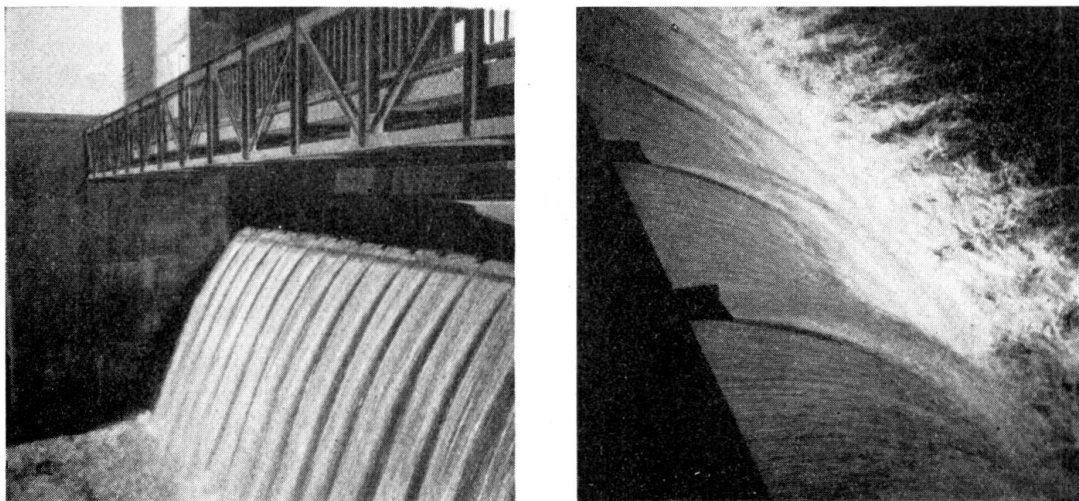


Fig. 6.

Cet effet pourrait être obtenu en plaçant au sommet du déversoir des tôles en forme de queue d'aronde. La figure précitée montre l'écoulement d'une nappe après construction de ces couteaux ou perturbateurs.

Les clapets en forme de ventre de poisson, que construit la M.A.N., sont également munis de perturbateurs (fig. 7); ces clapets présentent l'avantage de n'être actionnés que d'un seul côté. La figure 7 représente le clapet de $18,0 \times 4,0$ m du barrage de Heimbach.

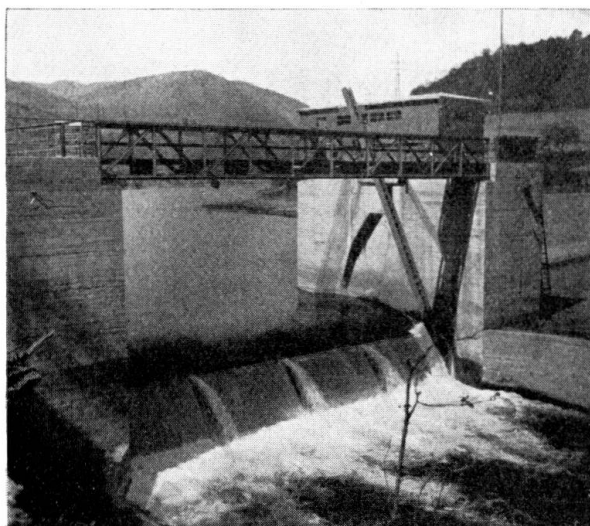


Fig. 7.

Dans les barrages à clapets on a constaté que l'accroissement de la hauteur d'eau en aval engendre des forces alternées qui peuvent facilement provoquer des oscillations. On a été amené à conformer les clapets de telle sorte que dans tous les cas, le moment engendré par le poids propre et le poids de l'eau soit positif, c'est-à-dire dans le sens du rabatement (fig. 8). La courbe qui

descend vers la droite représente le moment de torsion résultant du poids de l'eau pour toutes les positions du clapet. La petite partie négative est largement contrebalancée par le moment du poids propre qui est toujours positif. Ce problème n'a pu être résolu que grâce à un grand nombre de mesures de pression. Si l'on veut travailler avec précision il est nécessaire d'entreprendre de

nouveaux essais pour chaque nouveau barrage, car la forme du barrage lui-même, la forme du radier, la hauteur d'eau en aval et la hauteur de la nappe varient d'un cas à l'autre, ce qui modifie le résultat final. Ces essais permettent de déterminer le moment de torsion que doit supporter le clapet ainsi que la puissance des appareils de levage. En général, on prévoit un jaugeage de l'installation, c'est-à-dire que l'on mesure le débit pour chaque position des vannes.

Un problème spécialement compliqué est celui des vannes des décharges de fond (fig. 9). Grâce à ses études de laboratoire, la M.A.N. a trouvé, au cours de ces dernières années, de nouvelles solutions très satisfaisantes. Il était nécessaire de disposer de pressions très élevées au laboratoire, pour qu'il soit possible de transposer à la réalité les résultats acquis. La fig. 10 représente la vanne de

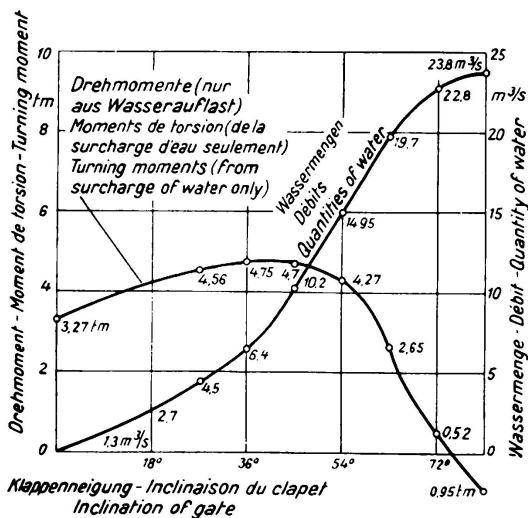


Fig. 8.

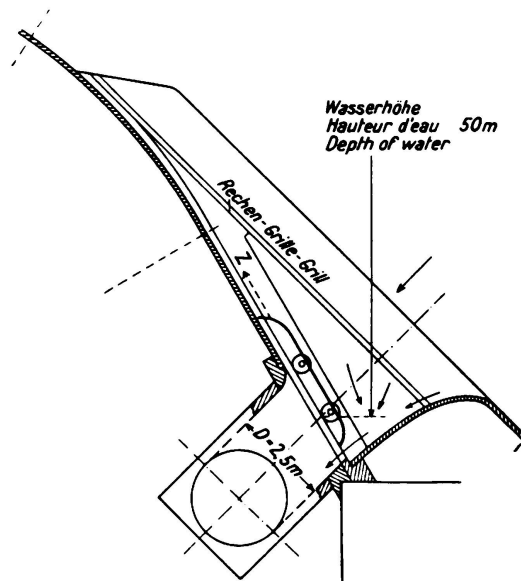


Fig. 9.

la décharge de fond du barrage de l'Odertal dans le Harz; cette vanne est soumise à une pression d'eau de 50 m environ. Sous pression d'eau totale, cette vanne doit pouvoir se fermer simplement par son propre poids; de vastes essais tant sur la conformation des vannes que sur celle de l'ouvrage étaient donc nécessaires.

La lutte contre les oscillations et l'étude des effets de l'eau en mouvement ont encore eu d'autres influences sur la construction. Il ne faut pas attacher son attention à la seule conformation mais aussi au dimensionnement des constructions. On devrait toujours opposer une certaine masse à l'eau en mouvement. Je suis d'avis qu'il est dangereux de réduire la masse des installations mobiles par un raffinement de la construction ou par l'emploi de matériaux à haute résistance. Même une diminution de prix ne devrait pas entrer en ligne de compte et encore moins une économie du courant électrique nécessaire à la manipulation de ces installations. Ce dernier point surtout ne joue absolument aucun rôle car on ne manipule que rarement *les vannes*, tandis que ce que nous avons dit des masses n'a pas ou que peu d'importance pour les écluses et leurs élévateurs. Le choix de l'acier St. 52 ne paraît pas très heureux dans la construction des barrages, quoique parfois on soit contraint d'y recourir. L'élasticité, et par le fait même la tendance aux oscillations, sont plus grandes dans les ouvrages construits avec ce matériau.

Les contraintes admissibles devraient être plus faibles que dans les autres constructions métalliques, à cause du danger de corrosion; dans les constructions hydrauliques, l'acier St. 37 ne devrait pas être sollicité au-dessus de 1200 kg/cm^2 .

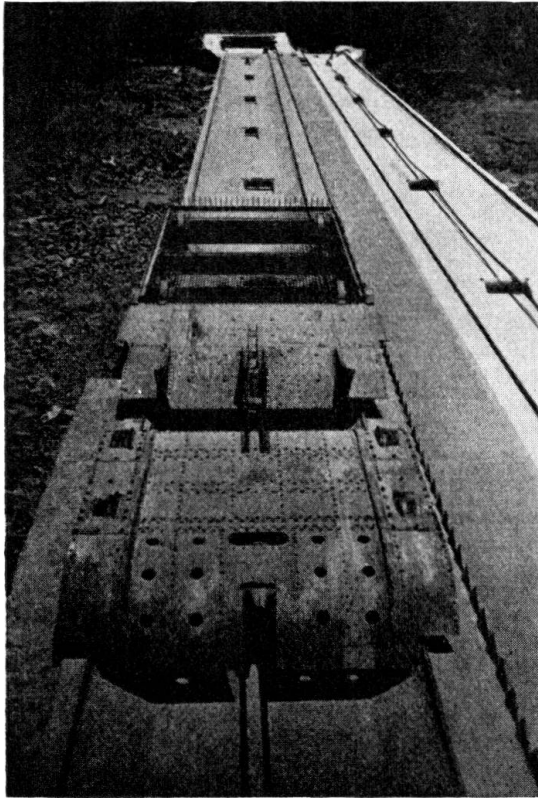


Fig. 10.

En terminant, je voudrais montrer les dimensions que peuvent prendre les ouvrages de la construction hydraulique et à cet effet je vais présenter quelques photographies d'ouvrages en construction ou en service. Deux exemples des grands barrages du Main et du Neckar: tout d'abord une vanne à trois membrures avec clapet en forme de ventre de poisson pour l'usine de Faulbach sur le Main (fig. 11), photographie prise au cours de la construction. La vanne a une ouverture de $35,0 \text{ m}$ et une hauteur totale de $6,70 \text{ m}$ dont $1,60$ pour le clapet. Au nombre des barrages du Neckar, celui de Heidelberg est des plus intéressants (fig. 12) tant par sa beauté (ce qui est important car le barrage est en ville) que par ses dimensions. Les trois vannes ont une hauteur de $4,10 \text{ m}$ pour une ouverture de $40,0 \text{ m}$, on peut les abaisser de $0,60 \text{ m}$.

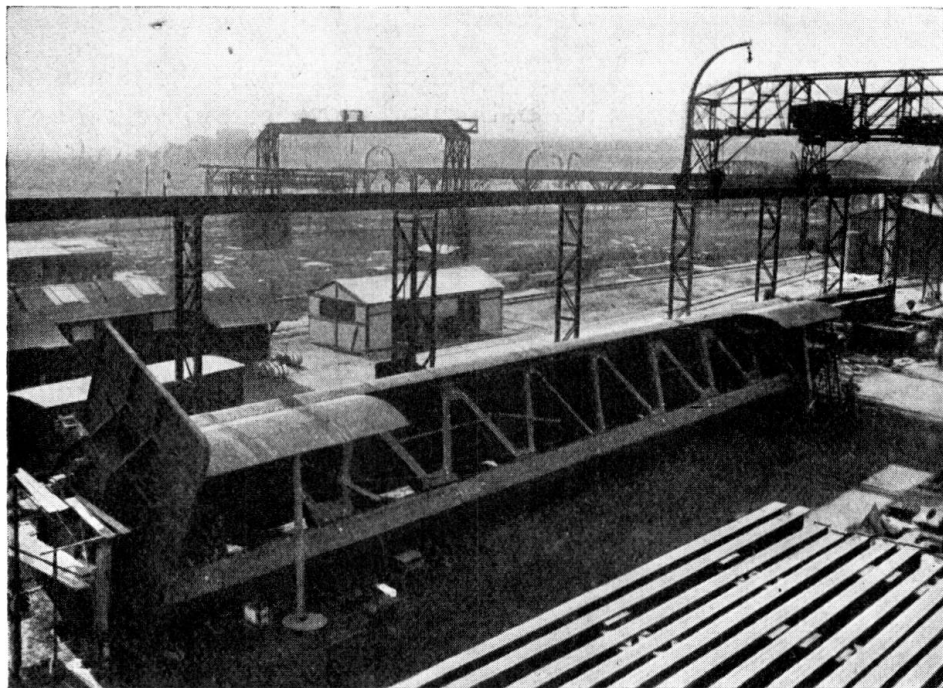


Fig. 11.

Comme exemple de vannes à cylindre à un seul bordage je citerai celles du barrage de Solbergfoos en Norvège (fig. 13). Cette figure représente une des trois vannes en construction. Ce type de construction est très avantageux

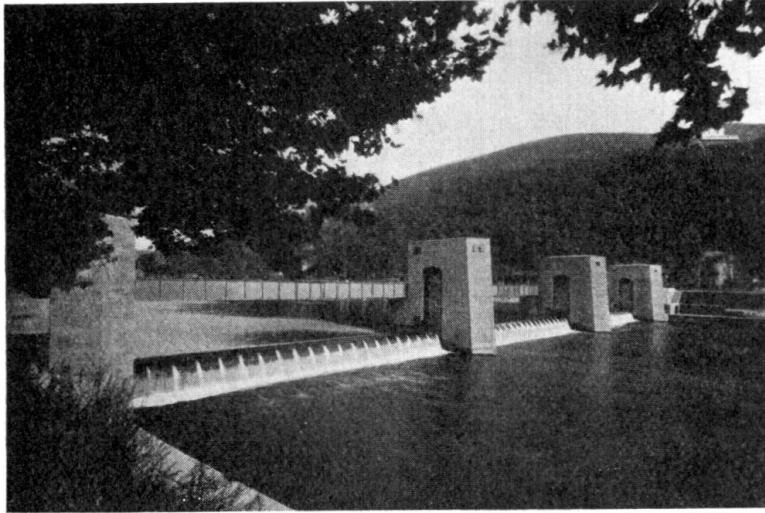


Fig. 12.

lorsque la hauteur de retenue est assez grande et lorsque la portée est relativement faible. Le barrage de Solbergfoos a trois vannes de 20,0 m de portée et de 8,75 m de hauteur (fig. 14).

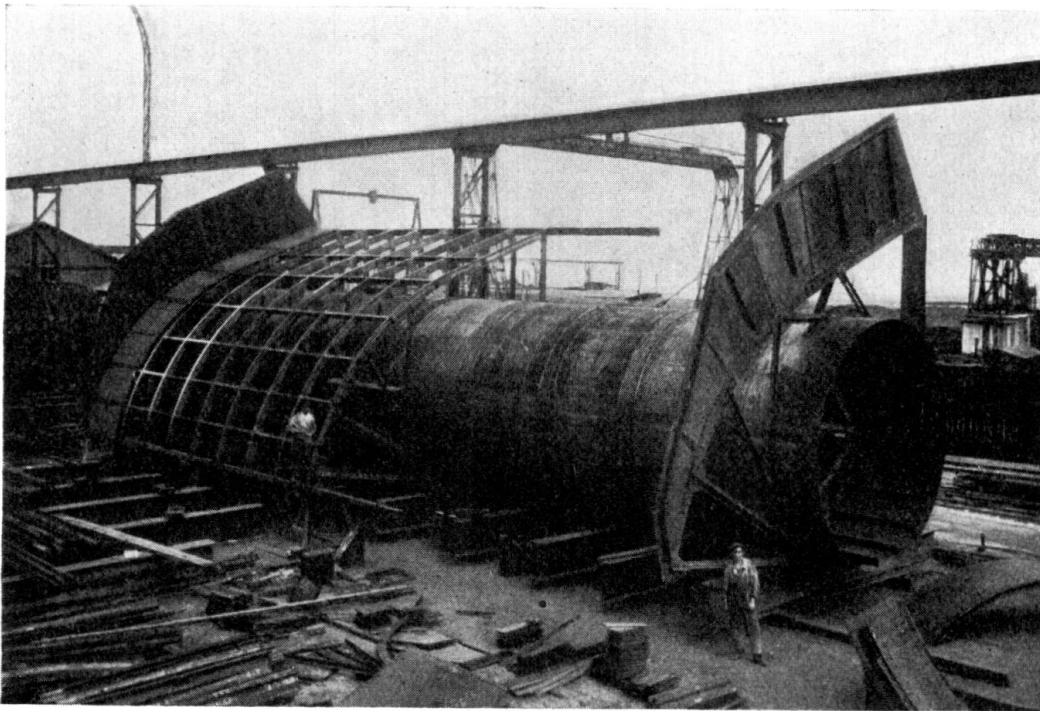


Fig. 13.

Parmi les grands barrages à vannes doubles j'ai déjà cité Ryburg-Schwörstadt. Le grand barrage de Kachlet sur le Danube est également équipé avec des vannes

doubles de la M.A.N. Avec ses 6 vannes de 25 m d'ouverture et 11,5 m de hauteur, ce barrage est un des plus importants du monde. Citons pour terminer

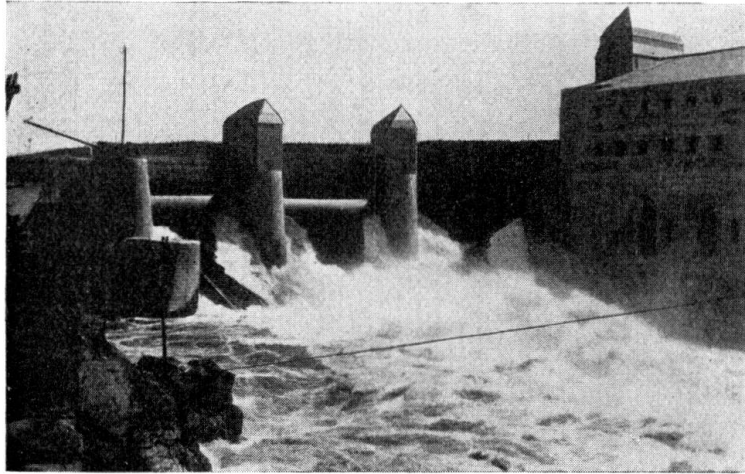


Fig. 14.

le barrage de Pernegg (fig. 15) qui est également un bon exemple d'adaptation au paysage. Il possède 3 vannes doubles de 15,0 m sur 11,60 m. Dans ces

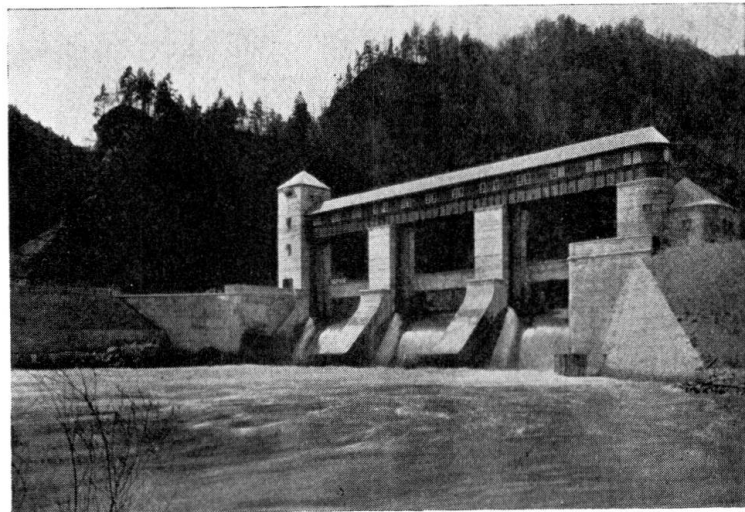


Fig. 15.

barrages on peut en général ouvrir les vannes d'un quart de la hauteur totale tandis que les vannes en forme de hache peuvent être abaissées jusqu'au tiers de la hauteur totale.