

Zeitschrift: Wasser- und Energiewirtschaft = Cours d'eau et énergie
Herausgeber: Schweizerischer Wasserwirtschaftsverband
Band: 48 (1956)
Heft: 7-9

Artikel: Barrages et ouvrages annexes
Autor: Coyne, André
DOI: <https://doi.org/10.5169/seals-921506>

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften. 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. [Siehe Rechtliche Hinweise.](#)

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. [Voir Informations légales.](#)

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. [See Legal notice.](#)

Download PDF: 17.05.2025

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

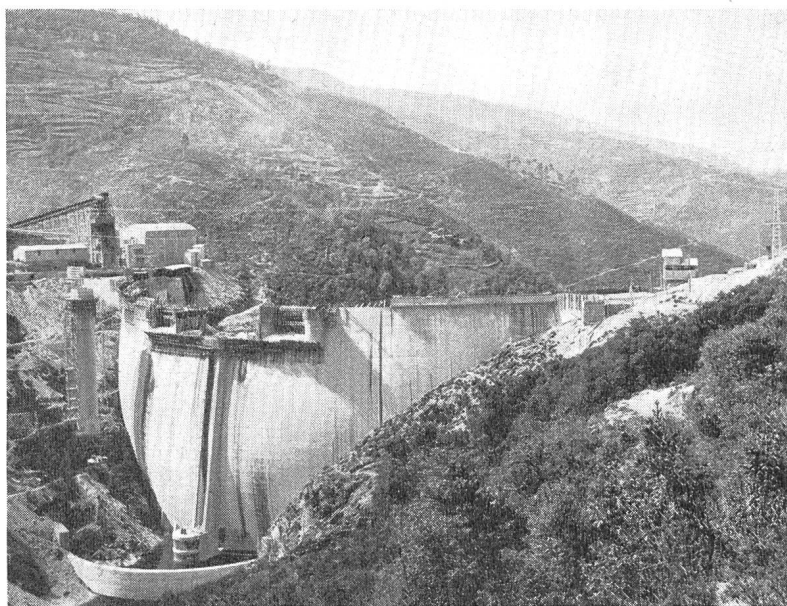


Fig. 1 Barrage de Salomonde/Portugal (Hidro Eléctrica do Cávado), Sociedade de Empreitadas e Obras Publicas; architecte: M. Godinho

Barrages et ouvrages annexes

André Coyne, ingénieur-conseil, Paris

On s'accorde généralement à reconnaître que la conception et la construction d'un barrage — inséparables l'une de l'autre — relèvent avant tout de cas d'espèce. Toute doctrine, si séduisante soit-elle, doit sans cesse être confrontée avec les exigences locales, en premier les conditions naturelles du site: topographie, géologie et hydrologie, mais aussi bien avec la conjoncture économique et sociale. La tentation, bien naturelle à l'homme, de répéter ce qui s'est fait ailleurs doit céder devant la nécessité de s'adapter à des circonstances toujours nouvelles, et de suivre — voire de précéder — l'avance inéluctable du progrès technique.

A fortiori, l'imagination du projeteur sera-t-elle mise à l'épreuve lorsque le barrage est chargé de fonctions multiples, et ne constitue en soi qu'une part des ouvrages dont il faut l'assortir pour répondre aux différents besoins ou sujétions de l'exploitation.

C'est pourquoi il ne m'a pas paru déplacé, en répondant à l'aimable invitation de l'Association Suisse pour l'Aménagement des Eaux, de consacrer les quelques lignes qui suivent à l'examen critique de solutions récentes apportées à ces problèmes de synthèse, et d'examiner comment retentissent l'un sur l'autre, le parti général et l'organisation particulière des ouvrages annexes.

Si nous commençons par le déversoir, tous les constructeurs sont bien obligés de convenir d'abord que la plus ou moins grande puissance de la rivière, son humeur et ses caprices, sont susceptibles de marquer profondément le projet du barrage lui-même.

Si la rivière est forte, les difficultés commencent dès la dérivation des eaux; et chacun sait par exemple que l'économie du barrage en terre, dont la faveur croissante se justifie souvent par des considérations d'ordre social — prix relativement sans cesse plus élevé de la main d'œuvre spécialisée — doit être mise en ba-

lance avec les inévitables accroissements de dépense des dérivations provisoires, du déversoir et des conduites forcées.

Les conditions climatiques peuvent aussi intervenir et, contrairement aux apparences, les rivières tropicales, à grand débit moyen, ne se classent pas forcément à cet égard parmi les plus difficiles et les moins maniables. A cause de la régularité des saisons, il est souvent possible de prévoir le moment où l'eau sera au plus bas et où l'on pourra saisir le fleuve par son faible, notamment pour la coupure.

Souvent, ces nécessités de coupure feront écarter les sites les plus étroits, dans lesquels il est si difficile de se débarrasser de la rivière, avant, pendant et après la construction — au grand dam des délais et des programmes qui, chose curieuse, sont presque toujours exagérément tendus — faute d'avoir donné, en temps utile, le signal de départ.

La construction achevée, je n'ai jamais caché que mes préférences allaient, pour évacuer les crues, à déranger le moins possible la rivière de ses habitudes, et à restituer les eaux à leur cours naturel aussi vite qu'on le peut. Chose qui n'est faisable que pour un barrage en béton, ou partiellement en béton dans une vallée large. Beaucoup de déboires ont été éprouvés par ceux qui ont cru pouvoir impunément dériver les eaux, lorsqu'elles sont furieuses, dans un canal latéral, un ravin secondaire — ou profitant d'un col avoisinant et cédant au piège de la nature, dans le lit d'un affluent, où le fleuve ne tarde pas à se refaire une vallée à sa taille, avec menace sérieuse d'érosion régressive et, pour le moins, charriage de galets et de blocs capables d'obstruer le lit à l'aval. Des précautions extrêmes s'imposent lorsque — c'est souvent le cas pour une digue en terre — il faut en passer par là.



Fig. 2 Barrage de l'Oued Mellègue/Tunisie
(Travaux Publics de Tunisie)
Entreprises Chaufour-Dumez, L. Ballot et
Sondages-Injections-Forages (Bachy)
(Photo J. D. Bossoutrot)

Même les tunnels requièrent des soins particuliers et coûteux pour être à l'abri de tout incident. Il reste donc que le plus économique et le plus sûr est le barrage déversant avec jet plus ou moins accompagné lorsqu'il s'agit d'un barrage-poids — ou si c'est une voûte, déversement en crête, libre ou commandé par des vannes (par exemple, le barrage de Salomonde au Portugal; fig. 1). Sur le plan de la simplicité technique, de la sécurité et de l'économie, ce dernier type d'ouvrage apparaît comme étant le meilleur. Un tapis de béton armé, destiné à protéger le roc, si dur soit-il, contre l'érosion, est l'indispensable complément du déversoir libre.

D'une façon différente, on a pu en Tunisie, sur l'Oued Mellègue, exploiter la topographie des lieux en juchant le déversoir — de très grande capacité: 6000 m³/s — sur la rive gauche où il coiffe un éperon rocheux dont il a fallu à peine retoucher les formes pour y tracer le coursier aval (fig. 2). La vallée, relativement large, est fermée par des voûtes multiples de grande ouverture (fig. 3). Le jet déversant, fortement rabattu le long du coursier et en conséquence déprimé, s'étale par écrasement sur un radier horizontal au pied du déversoir et vient buter sur un tremplin profilé,

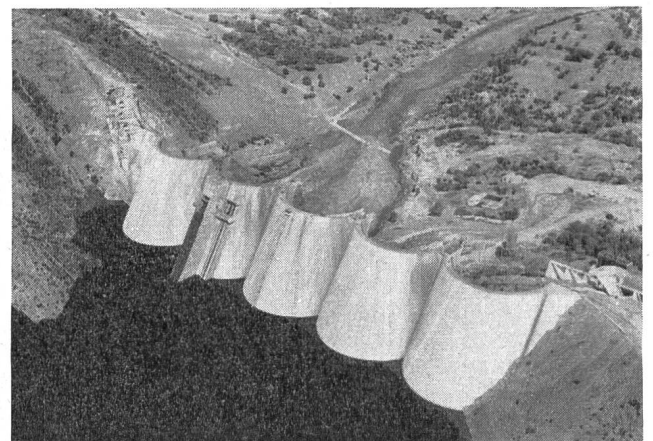
d'où il jaillit en l'air pour retomber en bonnes place et direction dans la rivière.

Les choses se compliquent dans les vallées étroites lorsqu'il faut ajouter une centrale au pied du barrage: la place du déversoir se trouve mesurée en conséquence.

On sait le parti qui a été proposé et adopté au barrage de Castelo do Bode (Portugal) (fig. 4) où la vallée se prêtait, tout juste, à placer côte à côte la centrale et le déversoir. Une sorte de semi siphon en béton armé de grandes dimensions rabat les eaux sur le parement aval de la voûte épaisse et des guideaux les resserrent à mesure qu'elles s'accélèrent. La grande vitesse atteinte, au bas ou presque de la trajectoire, est utilisée, comme de juste, pour projeter le jet loin des œuvres vives et couper court à toute érosion régressive.

Au barrage de Bin el Ouidane, au Maroc (fig. 5), la topographie du site se prêtait à l'établissement du déversoir (capacité 2 500 m³/s) sur la rive droite, à la sortie de la gorge, juste au sommet d'une imposante falaise rocheuse assez abrupte pour dégager franchement le tremplin, haut de 50 m au-dessus du point d'impact, lequel se retrouve dans le lit mineur. On a d'ailleurs profité de la présence du bloc déversoir pour corriger partiellement la dissymétrie de la vallée. C'est un

Fig. 3 Barrage de l'Oued Mellègue (Photo J. D. Bossoutrot)



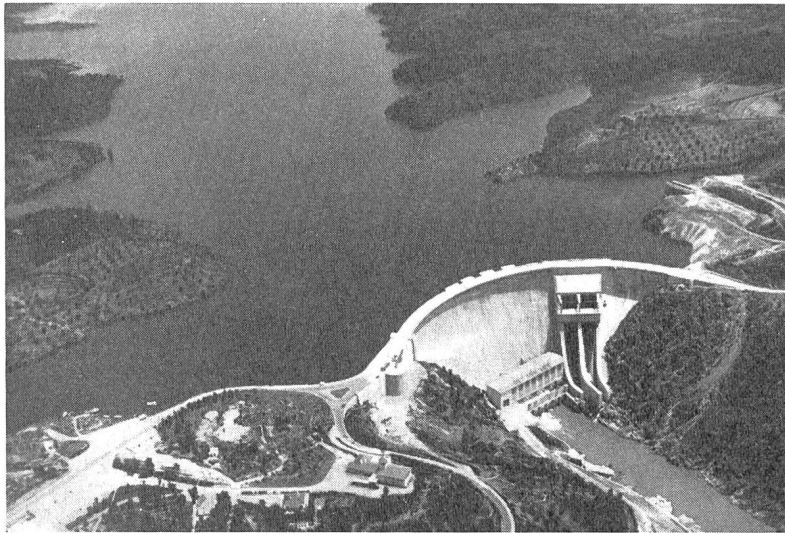


Fig. 4 Barrage de Castelo do Bode/Portugal (Hidro Eléctrica do Zêzere)
Entreprises Moniz da Maia, Duarte, Vaz Guedes, Zschokke; architecte: M. Jacobetty

des cas les plus typiques de composition imposée par la nature, et dont il était difficile de s'éloigner sans compromettre l'économie générale du projet.

Mais il arrive aussi que la vallée soit tellement étroite qu'il faille en arriver à superposer centrale et déversoir et à jucher le tremplin de l'évacuateur sur le toit de l'usine. C'est à quatre reprises différentes comme on sait, que j'en suis venu, tout bien pesé, à recommander cette solution (Barrages de l'Aigle, Saint-Etienne-Cantalès, Bort et Chastang (fig. 6, 7, 8 et 9).

Une cinquième application est en vue au barrage de Monteynard, sur le Drac (hauteur 150 m), dans un véritable canyon où l'établissement d'un déversoir en tunnel soulevait des difficultés particulières (fig. 10).

Après dix ans ou plus d'expérience, l'occasion m'est bonne pour confirmer la leçon de ces tentatives répétées, dont la hardiesse a pu d'abord surprendre, mais qui se sont révélées à l'usage répondre à ce que l'on en pouvait attendre.

Il ne s'est pas amorcé d'érosion régressive, et s'il s'est produit à l'aval des ouvrages, à des distances toujours assez grandes pour ne comporter aucun danger, une fosse d'érosion de profondeur variable, dépendant de la qualité du rocher, le creusement s'est toujours stabilisé.

Aucune vibration n'est ressentie dans la structure elle-même et c'est seulement à l'impact qu'est perçue la violence du choc où s'épuise la puissance — quelques

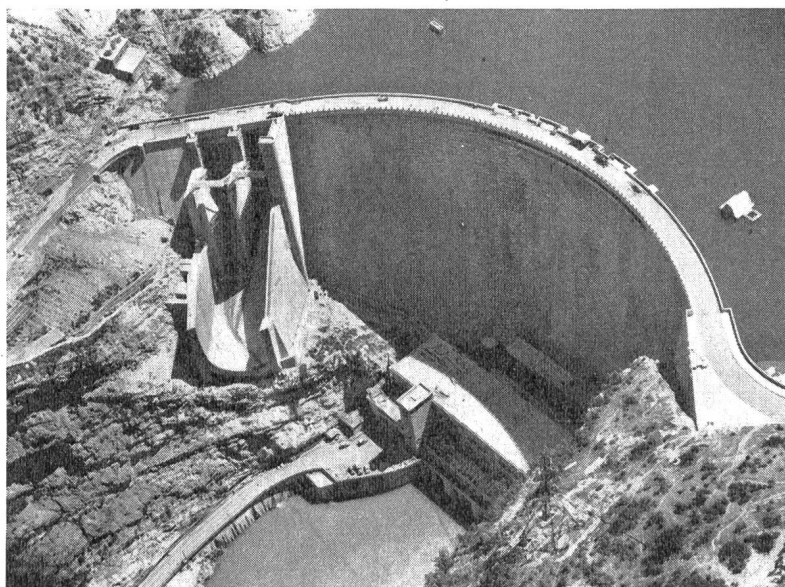


Fig. 5 Barrage de Bin el Ouidane/Maroc (Energie Electrique du Maroc). Société d'Etudes Electriques et Hydrauliques du Maroc; Entreprise Fougerolle et Société Générale d'Entreprises; architecte: M. Marchisio (Photo aérienne Verbelke)

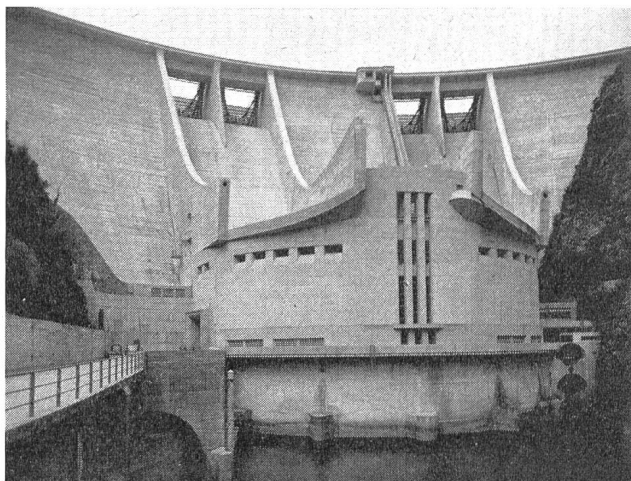


Fig. 6 Barrage de l'Aigle (Energie Electrique de la Moyenne Dordogne: M. Mary). Entreprise L. Ballot; architectes MM. Brachet et Chabbert (Photo H. Baranger)

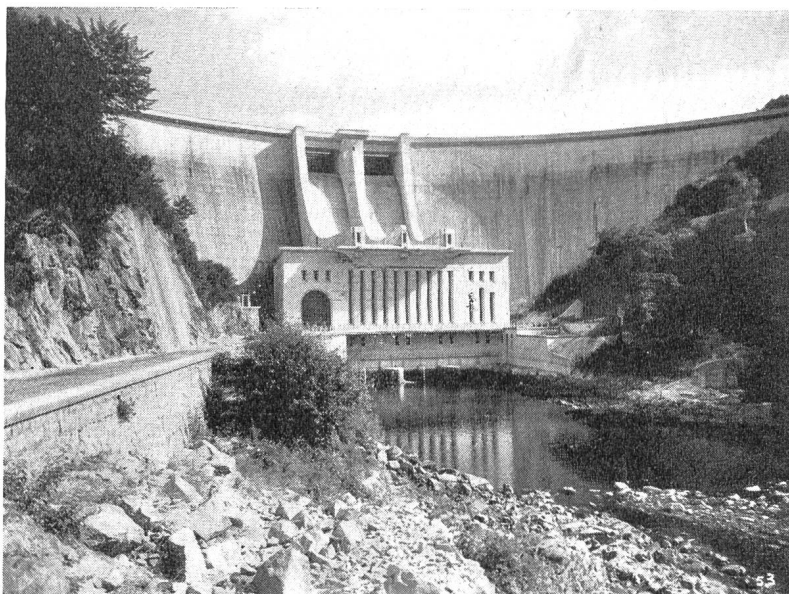


Fig. 7 Barrage de Saint-Etienne Cantalès (Société des Forces Motrices du Cantal). Entreprises A. Borie; architecte: M. Henri Martin (Photo H. Baranger)



Fig. 8 Barrage de Bort-les-Orgues (Electricité de France). Entreprises Métropolitaines et Coloniales; architecte: M. Marty

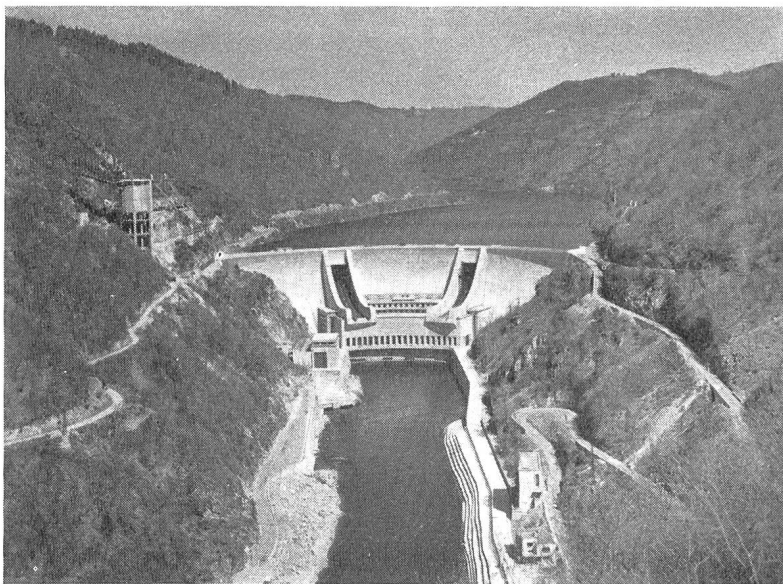


Fig. 9 Barrage du Chastang (Electricité de France). Société Générale d'Entreprises; architecte: M. Gleize (Photo H. Baranger)

millions de chevaux — contenue dans le flot d'une crue de quelque importance (fig.11). Une partie de cette puissance a disparu sous l'effet du frottement de l'air, très intense aux vitesses relatives de 25, 30, 35 m/s couramment atteintes au moment où la lame prend son élan. Mais rien n'a jusqu'ici permis de déceler l'importance de la perte d'énergie correspondante. Tout ce que l'on sait, c'est que l'intervention de l'air atmosphérique introduit une deuxième perte. Entraîné par la lame dans la fosse où elle se brise, il la transforme en émulsion et se comporte comme un amortisseur diffus dont l'efficacité se mesure à la violence des décharges d'embrun — qui s'élèvent en fusées légères bien au-dessus du plan d'eau amont. Aucun dommage n'a été constaté aux lignes ou postes électriques noyés dans cet embrun — lequel au voisinage du point d'impact, retombe en lourdes gouttes semblables à une fantastique pluie d'orage, et ailleurs, se dissout en brouillards légers chassés vers l'aval par le vent de la chute elle-même, comparable à un vent d'avalanche.

On peut néanmoins, sans danger, approcher non pas du point d'impact mais du tremplin de saut, où ne se manifeste pratiquement aucune aspiration.

Dans cet amalgame de l'ouvrage principal et de ses annexes, le barrage a perdu sa belle simplicité fonctionnelle. Le voilà percé de trous, lardé de tuyaux, raidi de superstructures. Le projeteur peut s'en effrayer et se demander comment tantôt assurer tantôt détruire les liaisons entre tant d'organes de comportement mécanique divers.

Dans la réalité, tous les problèmes techniques ainsi posés par l'incorporation des ouvrages annexes ont chaque fois trouvé une solution appropriée.

Ce n'est pas le lieu de les évoquer ici par le menu. Je me bornerai à en citer quelques uns.

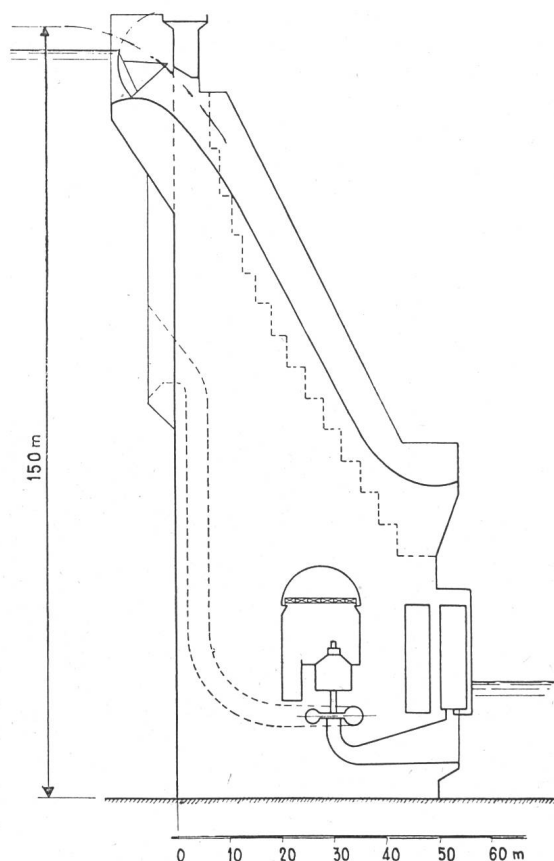


Fig. 10 Barrage de Monteynard, projet (Electricité de France)

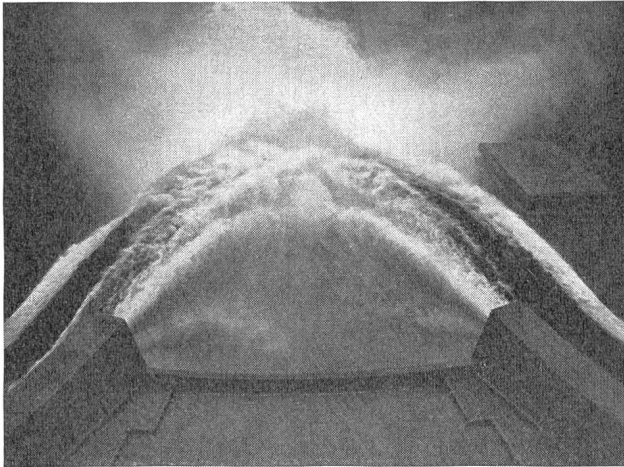


Fig. 11 Déversement de 2000 m³/sec sur le barrage du Chastang
(Photo Imbault)

S'il s'agit de disposer le déversoir sur un toit d'usine, le barrage sera en général une voûte épaisse, la forme massive se prêtant mieux à l'organisation des prises d'eau et du déversoir.

Mais il arrive que la structure de l'usine soit fortement attachée au barrage sur près de la moitié de sa hauteur (Saint-Etienne-Cantalès, l'Aigle, Chastang). Cette liaison est utile en toit pour encaisser l'effort d'entraînement horizontal exercé par le jet des évacuateurs. A l'Aigle, en particulier, elle est réalisée par des tirants horizontaux précontraints qui appliquent fortement la dalle du toit sur le parement du barrage. On pouvait craindre que les déformations de la voûte, sous la charge de l'eau ou les actions thermiques, n'impriment à la structure en béton armé des fatigues parasites exagérées. En fait on n'a pas vu la moindre fissure.

Signalons en passant qu'il a été facile, sans précautions particulières, d'assurer l'étanchéité parfaite du toit des centrales, en dépit des sujétions d'un fonction-

nement intermittent qui laisse, notamment, le déversoir à sec pendant de longs mois d'été.

L'installation des entrées de prise d'eau et de vidange sur le parement amont du barrage, surtout si c'est un cylindre vertical, n'offre pas d'autres difficultés que celles d'un « jeu de patience » (fig. 13). Il s'agit d'inscrire dans une surface parfois exigüe un certain nombre d'orifices, de rainures, de chemins de glissement de vannes, qui ne doivent pas s'enchevêtrer les uns dans les autres. Les conduites traversent au plus court la base du barrage et débouchent directement à l'aval, dans l'usine ou la vallée, au besoin superposées par deux, comme les conduites forcées et les conduites de vidange de l'Aigle.

Reste enfin un problème qui a quelque peu retenu l'attention des calculateurs : l'effet mécanique de grandes ouvertures dans une voûte.

Même si elles sont en charge, les entrées des évacuateurs sont de grandes dimensions (à Castelo do Bode : $10,5 \times 14$ m, (fig. 12); à Chastang : $10 \times 13,6$ m) et taillent dans les arcs supérieurs de larges échancrures que les poussées doivent contourner.

Outre un effet de dissymétrie dans le comportement général de la voûte, ces ouvertures provoquent des extensions sur les bords du trou, extensions dont le calcul est d'une approche difficile. Mais des hypothèses encadrantes, contrôlées par des essais de photo-élasticité et des mesures de contrainte sur modèles réduits, ont permis d'en estimer la valeur. Au barrage de Chastang, ces forces d'extension, qui atteignaient 3500 tonnes de part et d'autre de chaque ouverture, ont été compensées par la compression obtenue de groupes de tirants d'acier précontraint à 200 tonnes chacun. A Castelo do Bode, on les a encaissées par 1200 t. environ d'acier passif noyé autour des pertuis.

Mais s'il faut quelque ingéniosité au projeteur pour déjouer les embûches de son puzzle, il n'en faut pas moins aux exécutants pour venir à bout des difficultés inhérentes à l'imbrication des ouvrages et à l'exigüité des lieux. Dans l'étroite mêlée des chantiers de barrage et d'usine, de béton et de montage, ne risque-t-on pas de repêcher en temps et en argent une part notable du bénéfice de la concentration ? (fig. 14)

L'expérience maintes fois répétée permet aujourd'hui de répondre. C'est affaire de programme, d'organisation et de discipline. Un effort de synthèse aussi poussé dans le groupement de fonctions disparates requiert, sur le plan de l'exécution, une préparation très soignée. C'est de très haut et de très loin qu'il faut prévoir chaque chose et conduire toute l'équipe des techniciens divers : projeteurs, entrepreneurs, constructeurs... à l'unité de vue et d'action, dont l'unité architecturale est le signe.

Ajoutons que suivant l'habileté, la disponibilité, le prix relatif de la main d'œuvre spécialisée, et les traditions des Entreprises, les mérites de ces structures composées seront diversement appréciés d'un pays à l'autre. Il n'en reste pas moins qu'elles ont fait leurs preuves, et qu'elles sont susceptibles de fournir une solution valable dans la plupart des cas analogues, au moins toutes les fois qu'elles peuvent se concilier avec les conditions de travail locales dont, répétons-le, le technicien ne saura jamais trop peser l'incidence sur ses propres conceptions.

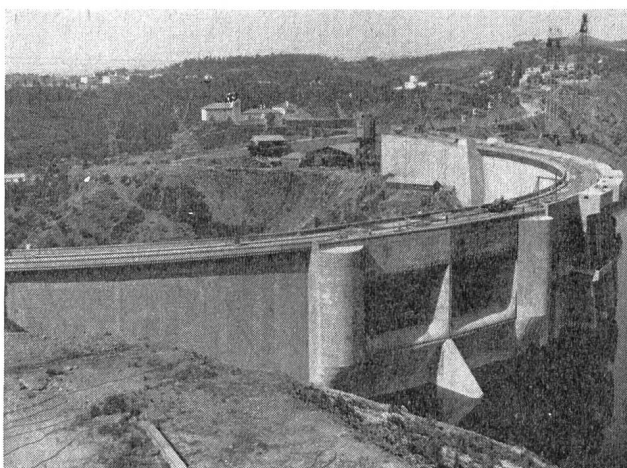


Fig. 12 Barrage de Castelo do Bode; entrées de l'évacuateur de crues



Fig. 13 Barrage de Bort-les-Orgues; vue d'amont, prise pendant la construction, montrant les grilles des prises d'eau et l'entrée des vidanges

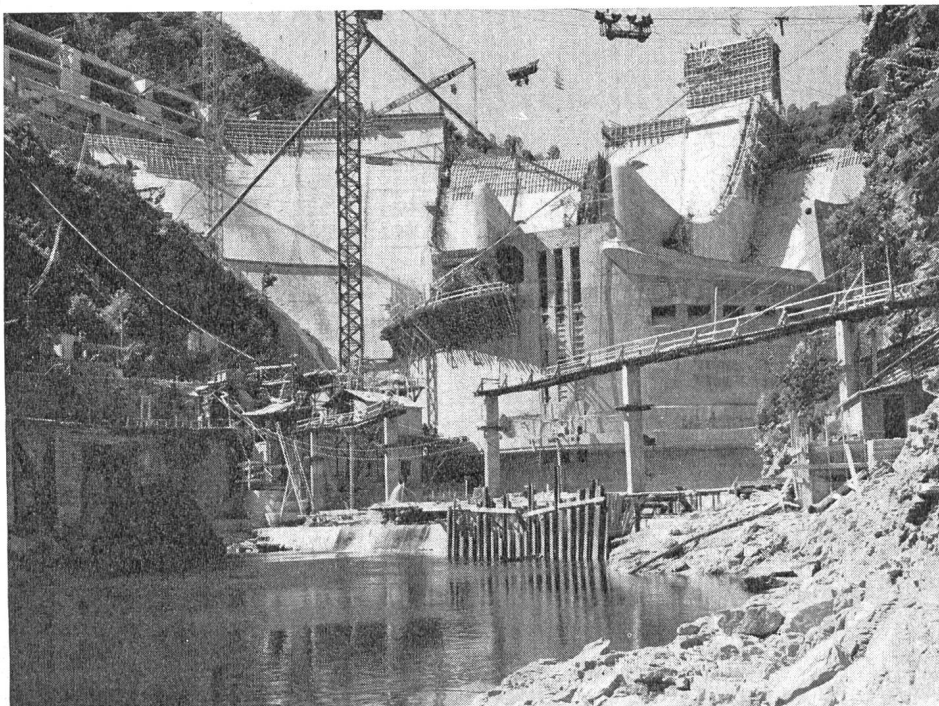


Fig. 14 Barrage de l'Aigle; vue d'ensemble du chantier