

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

**Band:** 78 (1952)

**Heft:** 6

**Artikel:** Impressions du quatrième congrès des grands barrages (suite et fin)

**Autor:** Roš, M.R.

**DOI:** <https://doi.org/10.5169/seals-58990>

### **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:** 02.04.2025

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

## IMPRESSIONS DU QUATRIÈME CONGRÈS DES GRANDS BARRAGES

(Suite et fin) <sup>1</sup>

### Les grands travaux en Inde

par M. R. ROŠ, ingénieur-conseil, à Zurich

#### I

Les fouilles de Mohenjo-Daro et de Harappa sont des témoins du degré élevé auquel était parvenu l'art de la construction dans la vallée de l'Indus, aux environs de l'an 3000 avant Jésus-Christ. Les couvents bouddhiques d'Adjanta, construits du I<sup>er</sup> siècle avant Jésus-Christ au VII<sup>e</sup> siècle après Jésus-Christ dans la masse même du rocher, ainsi que les temples d'Ellora et d'Elephanta réalisés de la même manière, sont des preuves d'une habileté extraordinaire dans le travail de la pierre. Cette dextérité se manifeste également dans la technique employée à Mahatalipuram (VII<sup>e</sup> siècle apr. J.-C.), où le temple a été taillé dans la montagne après enlèvement de rochers entiers.

D'autre part, si l'on pense aux nombreux et imposants palais et monuments de l'époque des Moghuls (XVI<sup>e</sup> et XVII<sup>e</sup> siècles), l'on s'attend à trouver dans les constructions modernes de l'Inde, sous une forme quelconque, des souvenirs de cet art de travailler la pierre en place, parfait en son genre. Le développement très poussé qu'avait dû atteindre la technique hydraulique est révélé par les vestiges de fontaines artistiques et d'installations d'irrigation des palais de l'empereur Akbar et du Shah Jahan. Nous savons également que la ville de Fatehpur Sikri avait été construite auprès d'une grande digue et que la rupture de cette digue aurait été la raison pour laquelle cette ville fut abandonnée quatorze ans déjà après sa fondation (1585). Les palais et bâtiments administratifs, édifiés sur une colline, sont parfaitement conservés et peuvent être considérés comme des modèles du genre au point de vue de leur aménagement.

Dans le sud de l'Inde notamment, on trouve des témoins d'un développement considérable de la technique hydraulique qui proviennent d'un passé plus éloigné. Aujourd'hui encore, il existe à Ceylan toute une série de barrages avec canaux d'évacuation et organes de fermeture qui dateraient du IV<sup>e</sup> siècle avant Jésus-Christ et dont les inscriptions montrent qu'ils ont été remis en état au XII<sup>e</sup> siècle après Jésus-Christ par le roi Parakrama Bahu qui semble avoir été un grand constructeur hydraulique. Mais de nombreux et importants aménagements ont été exécutés également dans un passé plus récent. Tel le canal du Gange dont l'origine se trouve près de Hardwar. Toutefois, les aménagements de cette nature ne se sont pas développés en Inde aussi rapidement qu'en Europe et aux U. S. A.

#### II

Dans l'Inde d'aujourd'hui, l'Indian Civil Service provenant de l'administration anglaise, ainsi que le Bengal Corps of Engineers, fournissent les principaux effectifs d'ingénieurs hydrauliciens et de fonctionnaires. Mais cet immense pays a besoin encore d'un plus grand nombre d'hommes de métier

en vue de l'exécution de ses nombreux et importants projets. A côté de la formation qu'ils reçoivent dans les universités de leurs pays, les jeunes Indiens étudient également dans les écoles étrangères, et particulièrement aux U. S. A. Un grand nombre des projets les plus considérables ont été établis aux U. S. A. et dans la plupart des cas en collaboration avec des ingénieurs indiens délégués auprès des laboratoires et bureaux techniques américains. C'est ainsi que la conception et les méthodes américaines en matière de construction ont fait leur entrée en Inde. De même, l'aide financière des U. S. A., largement accordée, contribue à assurer à la technique américaine une place très importante dans ce pays. Des ingénieurs européens, et parmi eux des Suisses, fournissent également une contribution notable aux efforts faits par l'Inde dans le domaine de la technique hydraulique.

Le voyage d'études qui a suivi le Congrès a conduit les participants sur divers chantiers importants et caractéristiques :

##### 1. Les barrages en construction dans le Punjab oriental

Situé sur le Sutlej, non loin d'Amritsar, la ville sacrée des Sikhs, le barrage de Bhakra sera l'un des plus importants barrages gravités en béton du monde. En effet, sa plus grande hauteur sera d'environ 210 m et sa plus grande largeur de 175 m, alors que la longueur de son couronnement atteindra 520 m et le volume du béton mis en place 3,9 millions de mètres cubes.

Au moment de notre visite, le chantier n'était pas encore très avancé. Divers travaux de terrassement étaient en cours, réalisés partiellement par la main-d'œuvre locale et partiellement au moyen de machines américaines du dernier modèle. Le travail principal consistait dans la construction de deux galeries de dérivation d'un diamètre brut de 18 m qui sera réduit à 15 m après l'exécution du revêtement. L'aménagement de ces galeries, qui serviront plus tard à l'évacuation des crues, rappelle, à une plus grande échelle, les dispositions adoptées au barrage du Boulder (Hoover). Les couches traversées font apparaître des grès fissurés et de l'argile dure. Le revêtement des galeries sera renforcé par l'emploi d'aciers profilés cintrés à larges ailes. Au moment de notre visite, l'une des galeries était terminée à 80 % environ, tandis que l'état d'avancement de la seconde n'était guère que de 30 %.

Toute la conception du projet, qui se base sur un avant-projet anglais datant de 1908, montre qu'il a été établi aux U. S. A., en collaboration avec des ingénieurs indiens. En janvier 1951, les installations du chantier pour la construction du barrage proprement dit n'étaient pas encore commencées ; par contre, il y avait déjà de nombreux et spacieux ateliers de montage et de réparations pour la construction desquels d'anciennes baraques militaires avaient été utilisées en grand nombre. Ces ateliers sont destinés au montage et aux travaux d'entretien des diverses machines de chantier prévues pour la construction du barrage qui doit être achevé en 1956.

Le barrage de Nangal (fig. 5 à 7, p. 35 B. T., 9. II. 52) était terminé à 85 % environ ; ce chantier était le plus avancé

<sup>1</sup> Voir *Bulletin technique* du 9 février, p. 29, et 8 mars 1952, p. 69.

de ceux que nous avons visités. Une des caractéristiques d'un chantier indien est la présence d'un très grand nombre d'ouvriers; il s'agit généralement de la population de villages entiers. Ils transportent les déblais, les agrégats et le béton sur la tête, dans des corbeilles plates et rondes dont le poids peut atteindre de 20 à 30 kg, et ce sont avant tout des femmes et des enfants qui forment ce ruban transporteur (fig. 4, p. 34 B. T. 9. II. 52), alors que les hommes sont occupés à la fabrication, au chargement et au déchargement du béton, à la taille des pierres et au service des machines (fig. 11). Une accumulation de main-d'œuvre qui, à nos yeux, est tout à fait extraordinaire, a été constatée plus tard d'une manière encore plus impressionnante au barrage de Tungabhadra où travaillent près de 30 000 ouvriers.

Une autre caractéristique est l'absence presque complète de coffrages en bois. Les parements extérieurs sont constitués par des blocs de béton préfabriqués, puis maçonnés, et derrière lesquels s'effectue le remplissage en béton (fig. 12). La fabrication du béton et sa mise en place ont lieu à la main par les moyens les plus simples; la figure 13 en donne une idée.

## 2. Les travaux en cours dans la vallée du Damodar

Le barrage de Tilaya est du type gravité, d'une hauteur d'environ 35 m et d'une longueur de 410 m, au milieu de laquelle sera aménagé un déversoir de crues. A l'époque de notre visite, les travaux d'excavation étaient presque terminés. Des machines américaines sont employées pour les forages et pour les injections. Le bétonnage des fondations était en cours, la fabrication du béton ayant lieu ici au moyen de deux bétonnières mobiles. Le sable et le gravier lavés sont apportés par les ouvriers dans des corbeilles et cuvettes, les diverses composantes étant triées selon leur volume. Le béton est également transporté « à la main » jusqu'à son lieu d'emploi. Au moment de notre visite, la quantité de béton fabriqué par jour variait entre 100 et 150 m<sup>3</sup>. Ce chantier fait un large emploi de palplanches métalliques.

Le barrage de Tilaya est exécuté en régie par la Damodar Valley Corporation. L'ingénieur en chef est un Américain. Pour toutes les questions techniques, la Corporation a recours aux conseils d'un comité d'experts composé de deux Américains et de deux Indiens.

Le barrage de Konar. La visite du chantier de Konar offrait un intérêt spécial pour la délégation suisse puisque les projets ont été établis par le bureau technique Gruner Frères, à Bâle, qui est également chargé de la direction des travaux. Ce bureau occupe sur place quatre ingénieurs suisses et treize ingénieurs indiens.

Le barrage de Konar, actuellement le plus important de ceux en construction dans la vallée du Damodar, est constitué

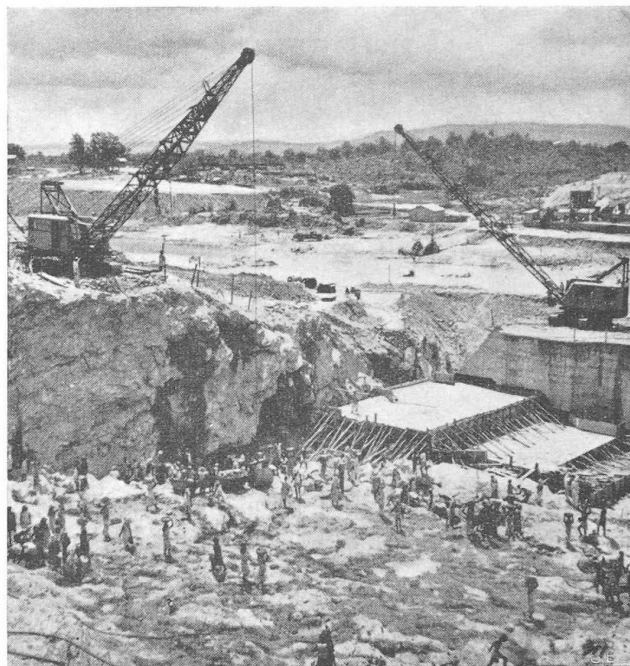


Fig. 14. — Barrage de Konar. Partie centrale, début du bétonnage. Projet et direction des travaux: Bureau Gruner Frères, Bâle.

par une digue en terre compactée d'une longueur de 4 km environ et d'un volume de 4,6 millions de mètres cubes. Sa partie centrale est formée par un barrage-poids en béton de 280 m de longueur et muni d'un déversoir de crues; sa hauteur atteint 50 m et la quantité de béton mis en place s'élève à 250 000 m<sup>3</sup>.

L'exécution des travaux a été adjugée à deux entreprises indiennes privées de Bombay, la Hinds Construction Company Ltd. et la Patel Engineering Company Ltd. L'Etat indien aura ainsi la possibilité de comparer le coût des travaux faits par l'entreprise privée avec celui des travaux qu'il exécute lui-même en régie. Ces deux maisons indiennes disposent de l'appui de l'entreprise allemande Grün & Bilfinger A. G., à Mannheim, qui les assiste de ses conseils en matière d'organisation de chantier. Les travaux manuels d'excavation sont tous payés au mètre cube, tandis que de nombreuses machines américaines, telles que des scrapers, graders, tournapulls et bulldozers, sont utilisées pour les transports et les travaux d'étanchéité de la digue. Au moment de notre visite, environ 4000 m<sup>3</sup> de fouilles avaient été enlevés et près de 150 000 m<sup>3</sup>



Fig. 11. — Barrage de Nangal. Chargement du béton par les hommes et transport par les femmes.

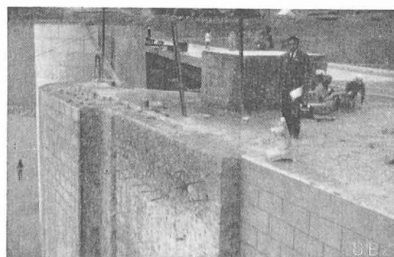


Fig. 12. — Barrage de Nangal. Utilisation de pierres artificielles préfabriquées en parement permettant l'exclusion de coffrages en bois.



Fig. 13. — Barrage de Nangal. Fabrication du béton; le dosage en ciment.

de remblais mis en place, à une cadence initiale de 4000 m<sup>3</sup> par jour (fig. 15).

L'achèvement du barrage est prévu pour l'année 1953, mais on projette de remplir partiellement le bassin d'accumulation déjà à la fin de la mousson de 1952. A la suite de ces travaux, on envisage un aménagement hydro-électrique avec constructions d'une centrale souterraine près de Bokaro qui utilisera une chute d'environ 180 m.

La centrale thermique de Bokaro est équipée par la General Electric Company de Shenectady et édiflée par la Kuljian Engineering Company de New-York. La moitié de l'ossature métallique du bâtiment des machines était montée au moment de notre visite.

### 3. Le barrage d'Hirakud (Province d'Orissa)

Ce barrage fait partie de l'un des projets les plus importants et aurait dû être terminé l'un des premiers. Cependant, par suite de divers retards, on ne prévoit actuellement son achèvement que pour l'année 1956. L'exécution de ce barrage qui, comme celui de Konar, se compose d'une partie médiane en béton, flanquée de chaque côté de digues en terre, a nécessité l'application de méthodes modernes de construction. On pouvait constater sur ce chantier, plus encore que sur d'autres, le contraste entre les moyens de transport locaux et l'emploi de machines modernes. Les travaux d'excavation s'exécutaient selon la méthode indienne (fig. 16), alors que le transport des déblais, leur déchargement et leur compactage se faisaient à l'aide de machines américaines ultra-modernes conduites exclusivement par du personnel indien. L'Etat indien avait mis à la disposition du chantier un matériel important : 2 excavateurs mobiles à câbles, 3 excavateurs de 2,7 m<sup>3</sup> (Lima), 2 excavateurs de 1,9 m<sup>3</sup> (Ruston-Bucyrus), 2 excavateurs de 1,15 m<sup>3</sup> (P. et H.), 1 machine à charger Euclid, 31 scrapers La Plant, 10 bulldozers Le Tourneau, 3 bulldozers Cletrac, 15 tracteurs à chenilles, 13 dumpers 13,5 m<sup>3</sup> Euclid, 12 dumpers 13,5 m<sup>3</sup> Koehring & Sterling, 35 trailers 10 m<sup>3</sup> Le Tourneau, 5 graders.

Ceux qui avaient eu l'occasion de visiter des chantiers semblables aux Etats-Unis ont reconnu qu'au point de vue

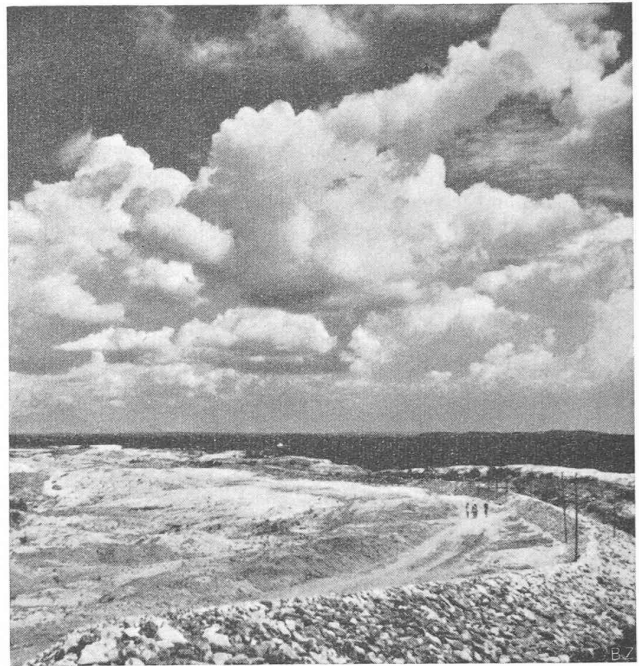


Fig. 15. — Barrage de Konar.  
Construction de la digue à ses débuts.  
Longueur totale : 4 km ; volume 4,6 Mio m<sup>3</sup>.

de l'organisation, des méthodes de travail et du rendement, cette partie du chantier d'Hirakud se présentait fort bien et ont réalisé l'importance des progrès que les Indiens ont déjà accomplis dans l'application des méthodes de construction modernes (fig. 17).

### 4. Barrage de Tungabhadra (Provinces de Madras et d'Hyderabad)

Ce chantier est caractérisé par la construction d'un barrage-poids d'un volume de 1,4 million de mètres cubes en



Fig. 16. — Barrage de Hirakud.  
Transports des matériaux d'excavation.



Fig. 17. — Barrage de Hirakud.  
Scraper Le Tourneau.



Fig. 18. — Barrage de Tungabhadra.  
Maçonnerie de granit, revêtement de l'évacuateur de crues.



maçonnerie de granit pour l'exécution duquel il est fait appel uniquement au travail manuel (fig. 18). Le nombre total des ouvriers est d'environ 30 000 et le rendement journalier est d'environ 700 m<sup>3</sup> de maçonnerie, ce qui conduit à une durée de construction de huit à dix années. Dans l'ensemble, ce chantier laisse une impression positive. On peut constater ici que la maçonnerie est sans contredit la méthode de construction qui répond le mieux aux capacités artisanales traditionnelles. Il y a lieu de mentionner qu'il a été possible de disposer d'un grand nombre d'ouvriers qualifiés qui avaient été formés au barrage de Mettur, terminé aux environs de 1935 et situé également dans la province de Madras.

Les constructions en maçonnerie sont exécutées avec un liant dans lequel le 20 % de la quantité de ciment est remplacé par de la pouzzolane appelée Surki. La fabrication de Surki — broyage d'argile cuite — est une très ancienne technique.

Une équipe de 2 maçons aidés de 8 manœuvres exécute en 8 heures environ 3,5 m<sup>3</sup> de maçonnerie ; pour mettre en œuvre 700 m<sup>3</sup> par jour, on a donc besoin de 200 équipes de ce genre. Les autres ouvriers sont occupés aux terrassements. Le système de travail payé au mètre cube oblige la direction du chantier à établir des décomptes pour chacun des chefs d'équipe dont le nombre s'élève à plusieurs centaines.

## DIVERS

### Les ultrasons

L'auditoire de physique de l'Ecole polytechnique de Lausanne s'est trouvé trop petit vendredi soir 29 février pour accueillir le très nombreux public venu écouter M. le professeur *Robert Mercier*. Cette conférence, organisée par la *Société vaudoise des ingénieurs et architectes* conjointement avec les Associations des Anciens élèves des Ecoles polytechniques de Lausanne et Zurich, était agrémentée de projections et démonstrations.

L'étude des ultrasons est relativement récente et ce n'est qu'en 1915 que Langevin mit au point, à la demande du Gouvernement français, le premier détecteur de sous-marin utilisant ces ondes, détecteur dont le principe est encore utilisé actuellement. Poursuivie pendant l'entre-deux-guerres, cette étude a fait l'objet d'une importante littérature, particulièrement à la suite de la deuxième guerre mondiale. M. le professeur Mercier et ses collaborateurs travaillent ce problème depuis plus de six ans dans les laboratoires de notre Ecole polytechnique et c'est donc un conférencier particulièrement averti que l'on entendit vendredi.

Les ultrasons, ou sons de haute fréquence dépassant le domaine audible, sont étudiés de 16 000 cycles à 1000 millions de cycles par seconde. Leurs propriétés sont très variables dans ces limites étendues, de même que leur absorption ; s'ils sont analogues aux sons musicaux dans les basses fréquences et se propagent à grande distance, leur nature se rapproche de celle de l'agitation thermique aux hautes fréquences. L'orateur fit un parallèle frappant entre les propriétés de la lumière, à la fois corpusculaire et ondulatoire, et celles des ultrasons, montrant que la mécanique ondulatoire peut également y être appliquée, ainsi que les lois de l'optique géométrique (miroirs, lentilles, etc.), les photons étant remplacés par les phonons, grains d'énergie sonore. On

## III

Les projets qui sont actuellement en cours de réalisation sur les chantiers visités constituent les premières étapes d'un vaste programme d'aménagements hydro-électriques et de régularisation de fleuves. Les ingénieurs indiens ont ainsi l'occasion de recueillir des expériences dans la solution de ces grands problèmes et peuvent également former des groupements d'entrepreneurs expérimentés et d'ouvriers spécialisés.

En dehors de ce travail d'entraînement technique en matière de construction, une autre tâche difficile incombe à l'Etat indien, celle de résoudre sur les chantiers d'urgents problèmes sociaux. Il est nécessaire de créer dans des régions isolées des logements, des hôpitaux, des écoles, et souvent des villes entières et d'en assurer le ravitaillement, principalement en riz.

La population indienne s'accroît très rapidement. Le Gouvernement s'efforce de lui procurer du travail et des moyens d'existence par une industrialisation intensive et la mise en culture de régions semi-désertiques. Le pays a conscience des problèmes sociaux qui se posent à lui. Les nombreux chantiers visités au cours du voyage organisé à la suite du Congrès sont un témoignage du courage et de l'énergie du Gouvernement indien actuel et de sa volonté de mettre tout en œuvre pour réaliser le programme d'équipement du pays.

observe même, et les démonstrations en fournirent la preuve, une pression de radiation.

Les grandes dépressions locales créées par le passage des ultrasons dans un liquide provoquent de petites cavités par vaporisation du liquide, et la formation d'ondes de choc. Ces phénomènes ont des applications pratiques nombreuses : dégazage des liquides, émulsionnement, etc. ; l'emploi des ultrasons en biologie permet de rompre momentanément les parois des cellules et stimule ainsi les échanges entre celles-ci.

Les auditeurs ont pu se convaincre que les ultrasons posent des problèmes qui ne sont ni révolus ni résolus, et susceptibles d'applications aussi variées que fécondes. M. le professeur Mercier répondit très aimablement à quelques questions, et de chaleureux applaudissements lui montrèrent l'intérêt et le plaisir pris par chacun à écouter cette brillante conférence.

## SOCIÉTÉ VAUDOISE DES INGÉNIEURS ET DES ARCHITECTES

### Assemblée générale annuelle

Vendredi 28 mars 1952, à 17 h., à la Salle des XXII-Cantons  
Buffet de la Gare, à Lausanne

#### Ordre du jour

1. Lecture du procès-verbal. — 2. Rapport du président. — 3. Rapports des présidents des groupes, commissions et délégations. — 4. Rapport du caissier et des vérificateurs des comptes. — 5. Budget et cotisations pour 1952. — 6. Elections statutaires. — 7. Candidatures d'ingénieurs non diplômés et présentation par leurs parrains. — 8. Divers et propositions individuelles.

L'assemblée sera suivie, dès 19 h. 15, du dîner traditionnel, qui aura lieu à la Salle des Vignerons.

M. Michel Perez fera, ensuite, une conférence sur l'*Expédition Paul-Emile Victor au Groenland*. M. Perez était membre de cette expédition scientifique, au sujet de laquelle il nous montrera des projections en couleurs.