

Problèmes de mise en place des bétons sur les grands barrages

Autor(en): **Coudray, A.**

Objektyp: **Article**

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

Band (Jahr): **83 (1957)**

Heft 19

PDF erstellt am: **13.09.2024**

Persistenter Link: <https://doi.org/10.5169/seals-62796>

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 quinze jours

Tarif des annonces

1/1 page	Fr. 275.—
1/2 »	» 140.—
1/4 »	» 70.—
1/8 »	» 35.—

Annonces Suisses S. A.
(ASSA)



Place Bel-Air 2. Tél. 22 33 26
Lausanne et succursales

Abonnements:

Suisse: 1 an, 26 francs
Etranger: 30 francs
Pour sociétaires:
Suisse: 1 an, 22 francs
Etranger: 27 francs
Prix du numéro: Fr. 1.60
Ch. post. « Bulletin technique de la Suisse romande »
N° II. 57 75, à Lausanne.

Adresser toutes communications concernant abonnements, changements d'adresse, expédition à
**Imprimerie La Concorde,
Terreaux 31, Lausanne**

Rédaction

et éditions de la S. A. du
Bulletin technique (tirés à
part), Case Chauderon 475
**Administration de la S. A.
du Bulletin Technique**
Ch. de Rosneck 6 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 polytechnique de l'Université de Lausanne et des Groupes romands des anciens élèves de l'Ecole polytechnique fédérale

Comité de patronage — Président: J. Calame, ingénieur, à Genève; Vice-président: † G. Epitoux, architecte, à Lausanne — Membres: Fribourg: MM. H. Gicot, ingénieur; M. Waeber, architecte — Vaud: MM. A. Gardel, ingénieur; A. Chevalley, ingénieur; E. d'Okolski, architecte; Ch. Thévenaz, architecte — Genève: MM. Cl. Groscurin, architecte; E. Martin, architecte — Neuchâtel: MM. J. Béguin, architecte; R. Guye, ingénieur — Valais: MM. G. de Kalbermatten, ingénieur; D. Burgener, architecte.

Rédaction: D. Bonnard, ingénieur. Case postale Chauderon 475, Lausanne.

Conseil d'administration

de la Société anonyme du Bulletin technique: A. Stucky, ingénieur, président;
M. Bridel; P. Waltenpühl, architecte; R. Neeser, ingénieur.

SOMMAIRE: *Problème de mise en place des bétons sur les grands barrages*, par A. COUDRAY, Electrowatt Zurich, ingénieur en chef Barrage de Mauvoisin. — *Mes amis les ingénieurs*, par MAURICE-H. DERRON, ingénieur, professeur à l'Ecole polytechnique de Lausanne. — *DIVERS: Commission pour l'étude du plan d'ensemble du réseau des routes principales*. — *Union Internationale des Architectes: L'U.I.A. et ses multiples activités*. — *BIBLIOGRAPHIE*. — *CARNET DES CONCOURS*. — *SERVICE DE PLACEMENT*. — *DOCUMENTATION GÉNÉRALE*. — *INFORMATIONS DIVERSES*.

PROBLÈMES DE MISE EN PLACE DES BÉTONS SUR LES GRANDS BARRAGES

par A. COUDRAY, Electrowatt Zurich, ingénieur en chef Barrage de Mauvoisin

I. Fabrication

Le rapide développement de la construction des grands barrages dans les Alpes suisses a posé des problèmes de différentes natures aux ingénieurs constructeurs.

Du point de vue de la connaissance et fabrication des bétons, des progrès très sensibles ont été réalisés par les analyses de matériaux constitutifs des bétons, et les données des laboratoires de chantiers.

Le béton, fabriqué en quantité industrielle dans des usines spécialement aménagées, résulte d'une constance de composition remarquable, grâce à l'introduction de la pesée exacte de toutes les composantes, y compris le ciment et l'eau. Les problèmes de confection ont été résolus par l'automatisme et la régularité des opérations exécutées avec des bétonnières de grande capacité répondant aux exigences les plus sévères.

Le transport lui-même a été accéléré par l'utilisation de blondins puissants pouvant permettre la mise en place de volumes de l'ordre de 6 m³ par benne.

Il semblait donc que tous les problèmes avaient trouvé une solution facile et heureuse. Cependant il n'en était pas ainsi il n'y a que deux ans à peine.

II. Mise en place

L'opération ultime, *la plus délicate*, celle dont dépend en définitive la qualité de l'œuvre par une mise en place soignée et correcte des bétons, était encore *laissée dans les mains inadéquates de manœuvres armés*, il est vrai, de puissants pervibrateurs, mais dont le résultat était plutôt l'étagage horizontal du béton que sa pervibration effective.

Le béton des bennes de 6 m³ de capacité formait au moment de la vidange des *tas ou cordons* plus ou moins étalés que les manœuvres s'efforçaient d'aplanir. Il en résultait plus *un transport horizontal* qu'une pervibration réelle. D'autre part le rythme de bétonnage, imposé par les moyens puissants de transport et fabrication, ne laissait que peu de temps effectif pour la pervibration complète. D'où la tendance à confectionner un

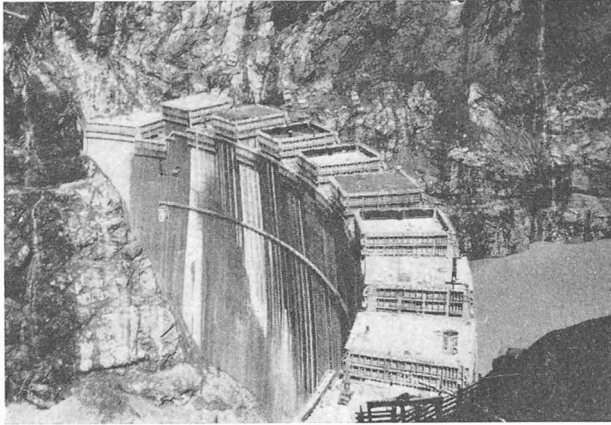


Fig. 1. — Barrage de Mauvoisin en construction. Le plus haut barrage arqué du monde : hauteur 237 mètres.

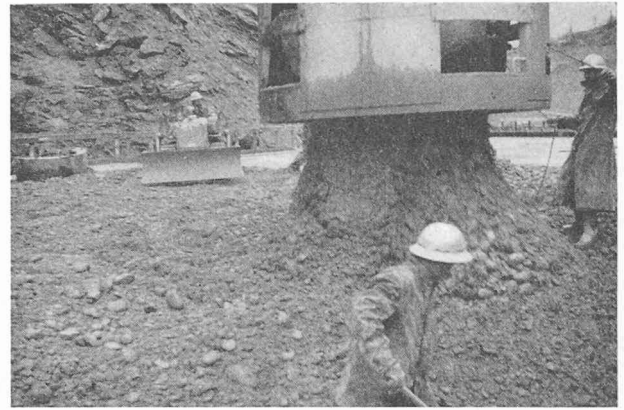


Fig. 2. — Décharge d'une benne de 6 m³ de béton, en tas. A l'arrière-plan : bulldozer-épandeur.

béton trop humide que deux ou trois aiguilles seulement suffisaient à pervibrer. La pervibration s'arrêtait du reste, dès que la laitance ou l'eau de ressuage apparaissait en surface. Or on était encore très loin d'obtenir une pervibration efficace et totale.

Cet état de fait devait naturellement frapper l'attention d'esprits avertis et connaisseurs de la confection et mise en place des bétons. Sur l'initiative de M. le professeur Stucky, les premiers *bulldozers-épandeurs* firent leur apparition en Suisse sur le barrage de Mauvoisin. Une partie du problème était ainsi résolue, car dès lors l'équipe de pervibrateurs pouvait se vouer à la « pervibration effective » et non plus seulement à un étalage plus ou moins vibré du béton.

Les aiguilles de 70 cm de longueur pénétraient dans une couche de béton déjà aplanie et réglée. Le travail gagna en qualité.

La mise en place *primaire* ne dépendait déjà plus uniquement du manœuvre, mais d'un engin épandeur approprié qui faisait la répartition du béton.

Cependant le travail de la pervibration laissait encore à désirer, soit par le fait que les lourdes aiguilles de 75 à 80 kg, plongées dans la masse de béton n'étaient plus

guidées par l'ouvrier, soit parce que la distance entre aiguilles était encore trop variable ou laissée à l'arbitraire du manœuvre.

Si la qualité de cette méthode de travail avait déjà fait de sensibles progrès par rapport à la méthode précédente, elle n'était pas encore jugée totalement satisfaisante.

III. Pervibration mécanisée

C'est alors que, sur l'initiative de la Direction des travaux de Mauvoisin, l'introduction de pervibrateurs fixés sur un tracteur spécial fut adoptée par l'A.E.B.M., entreprise de construction du barrage. La solution est, croyons-nous, complète du problème de la mise en place et pervibration correcte des bétons de barrage, dont dépend essentiellement la qualité de l'œuvre.

A quoi serviraient, en effet, les calculs les plus précis des ingénieurs, les travaux laborieux des laboratoires, la détermination de la meilleure granulométrie, le dosage en ciment le plus exact, les mélangeurs les plus perfectionnés, si lors de la mise en place et la pervibration finale du béton du barrage, *la dernière opération*



Fig. 3. — Bulldozer-épandeur en action. La pervibration est laissée « dans les mains de manœuvres ».



Fig. 4. — La distance entre aiguilles est encore trop variable.

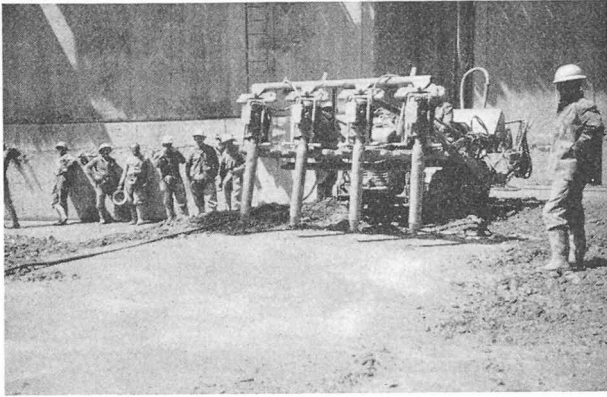


Fig. 5. — L'introduction de pervibrateurs montés sur tracteur spécial.

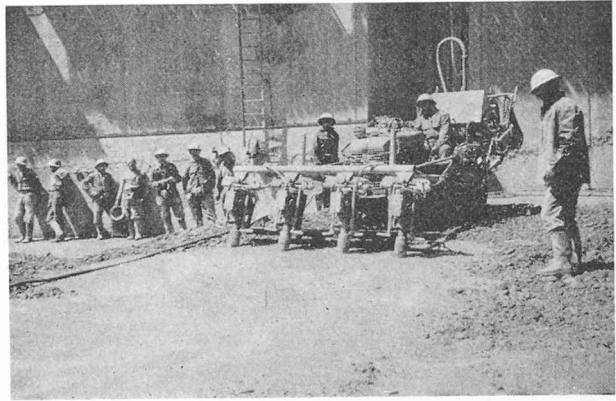


Fig. 6. — La mise en place et pervibration correcte du béton jouent un rôle déterminant dans la future tenue de l'ouvrage.

était laissée dans les mains inadéquates de manœuvres!

Cette dernière opération est en fait la plus importante et le corollaire de toutes les précédentes.

La mise en place et pervibration impeccable des bétons jouent un rôle prépondérant dans la future tenue de l'ouvrage, et ne peut être laissée à l'arbitraire.

Aussi l'introduction de la *pervibration mécanisée* a-t-elle eu des répercussions considérables sur la qualité finale des bétons mis en œuvre. Ce qui se traduit immédiatement par une diminution sensible des dosages en ciment et une économie de main-d'œuvre très appréciable.

Les avantages de la *pervibration mécanisée* sur celle faite à la main peuvent s'énumérer comme suit :

- la distance entre vibrateurs fixés sur la machine est *constante* ;
- l'inclinaison des aiguilles est *constante* ;
- la longueur de pénétration des aiguilles dans le béton est *réglable* à volonté ;
- le nombre de pervibrateurs peut être adapté aux volumes de béton mis en place, 4 ou 6 ou 8 pervibrateurs ;

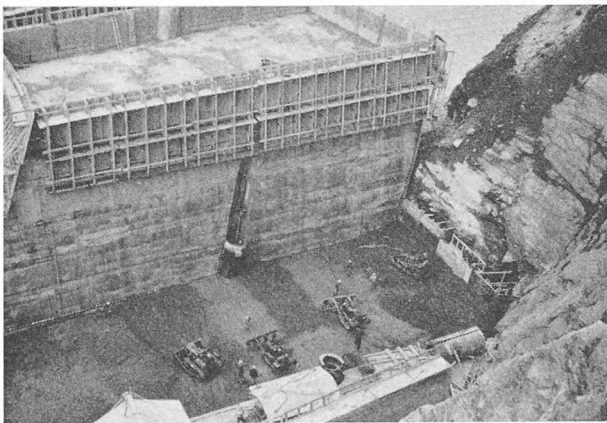


Fig. 7. — Simplicité et efficacité : permettent la mise en place de 8000 m³ de béton en une journée de travail.

- le temps d'immersion des pervibrateurs peut mieux être observé et contrôlé, la machine n'accusant pas la fatigue musculaire de l'ouvrier ;
- le recul ou distance en profondeur de la ligne d'immersion est aussi facilement réglable ;
- la machine, en montagne surtout, est moins sensible aux variations climatologiques que les hommes.

De tous ces avantages, il résulte au calcul qu'il serait trop fastidieux de reproduire ici *une constance dans la qualité de la mise en place* qui est remarquable, parce que ne dépendant que d'éléments mécaniques guidés par un seul homme, facilement contrôlable.

De plus la puissance combinée des effets de la pervibration de 4, 6 ou 8 pervibrateurs est telle que le *rayon d'action* d'influence est plus grand et plus efficace que si les vibrateurs guidés à la main deviennent *balladeurs*. L'ouvrier a toujours tendance à s'éloigner de son voisin pour augmenter la largeur de la bande à vibrer.

Le résultat dans la constance de la qualité est d'ailleurs comprouvé par plus de 150 m de forages de contrôle exécutés au diamètre de 50 cm dans les bétons du barrage.

Les photographies ci-contre donnent une image de ces bétons de même dosage, confectionnés et mis en place avant et après l'introduction de l'appareil à pervibrer.

Actuellement l'air est presque complètement expulsé du béton par l'intensité de la pervibration, ce qui augmente naturellement la compacité, l'imperméabilité et par suite aussi la résistance à la compression et au gel de ces mêmes bétons.

Il est hors de doute que cette méthode appliquée pour la première fois sur le barrage de Mauvoisin est appelée désormais à se généraliser sur les grands barrages.

L'exemple a d'ailleurs été suivi par les constructeurs du barrage de la Gouggra avec des résultats, semble-t-il, réjouissants.

De plus, par le fait que la mise en place et pervibration peuvent être complètement mécanisées, *la cadence de bétonnage* n'est plus freinée par le travail lent et

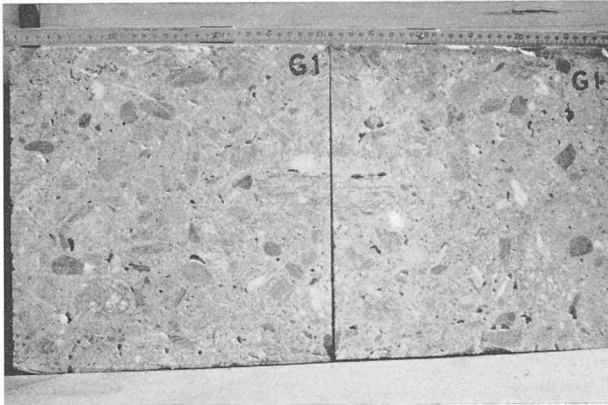


Fig. 9. — Quantité d'air encore trop considérable : pervibration « à la main ».

pénible des pervibrateurs manœuvrés à la main. Il suffit de monter un nombre de vibrateurs sur le tracteur en proportion du rythme d'arrivée des bennes sur le barrage.

Cela a permis d'effectuer au barrage de Mauvoisin la mise en place de plus de 40 000 m³ de béton en une semaine, avec plus de 8000 m³ comme pointe journalière maximum.

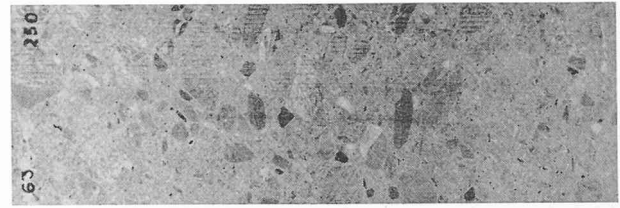


Fig. 8. — L'expulsion de l'air du béton est presque totale. Carotte de 1 mètre de longueur extraite du barrage Mauvoisin. Pervibration mécanique.

Mais il est évident aussi que, seule une organisation minutieuse, suivie jusque dans les plus petits détails, a permis ces performances. Le travail et la discipline de chacun, de *l'ingénieur au manœuvre*, ont contribué, avec un esprit d'équipe magnifique, au succès de la réalisation de l'œuvre.

Ces résultats révèlent l'extrême importance d'une bonne organisation et d'une *mécanisation totale* de toutes les opérations de bétonnage sur des ouvrages de cette envergure. De toutes les opérations l'influence de la dernière, *la pervibration mécanisée*, n'est certes pas celle dont l'incidence est la moindre sur la qualité des bétons mis en œuvre, et sur le résultat économique de la construction.

MES AMIS LES INGÉNIEURS

par MAURICE-H. DERRON. ingénieur, professeur à l'Ecole polytechnique de Lausanne¹

Il y a cent ans, les élèves de l'*Ecole spéciale* nouvellement ouverte à Lausanne, les étudiants-ingénieurs de l'époque, fondaient Stella, parce que les sociétés d'étudiants d'alors refusaient d'admettre ces nouveaux venus, dont on ne savait trop si le niveau de leurs études méritait la consécration des couleurs académiques.

Au fond, ceux dont on se méfiait il y a cent ans, les connaît-on mieux aujourd'hui ? Se posant eux-mêmes la question, les organisateurs des manifestations du jubilé m'ont demandé de parler de mes amis les ingénieurs, de dire d'où ils viennent, ce qu'ils sont, ce qu'ils font. Était-ce inconscience ou témérité de l'accepter ? En tout cas, si Socrate enjoignait à ses disciples de pratiquer la règle inscrite au fronton du temple de Delphes : *Connais-toi toi-même*, c'était bien pour les entraîner à l'exercice le plus difficile.

Qu'est-ce qu'un ingénieur ?

Pour d'aucuns, c'est essentiellement un mathématicien, celui qui calcule tout, exprime sa science en formules, traduit l'univers en équations. Cette opinion

se fonde sur une apparence de vérité par le fait qu'au cours d'une discussion, il sort volontiers de sa poche une règle sur laquelle il découvre, après quelques manipulations, que 2×2 font très approximativement 4. C'est d'ailleurs d'idée que se font de lui les littérateurs : veulent-ils montrer au théâtre un ingénieur aux prises avec des difficultés imprévues, le seul argument qu'ils lui prêtent est toujours celui-ci : « j'ai pourtant refait tous mes calculs et je suis sûr qu'ils sont justes ! » Pour Larousse aussi, l'ingénieur est « celui qui conduit et dirige des travaux d'art à l'aide des mathématiques appliquées ».

Pour d'autres, l'ingénieur est une sorte de pionnier qui se coiffe d'un casque colonial et s'en va dans les pays qu'on dit sous-développés pour les sillonner de chemins de fer et de routes ou pour y exploiter du pétrole.

Pour d'autres encore, c'est un inventeur impénitent, par la faute duquel notre monde se peuple de machines et de robots qui le précipitent vers un matérialisme aveugle et dévorant ; pour eux, s'ils veulent bien voir dans le mot « ingénieur » la racine « génie », il s'agit à coup sûr d'un mauvais génie.

Pour Littré, l'ingénieur est « celui qui invente, qui trace et qui conduit des travaux pour attaquer, défendre ou fortifier des places », c'est-à-dire un militaire ; on

¹ Conférence faite le 14 juin 1947, à Lausanne, lors de la séance académique organisée à l'occasion du centenaire de la fondation de la société d'étudiants « Stella Valdensis ». Texte publié avec l'accord des organisateurs de ces manifestations et avant parution dans le Livre d'or de Stella. (Réd.).