

# INTERNATIONAL SOCIETY FOR SOIL MECHANICS AND GEOTECHNICAL ENGINEERING



*This paper was downloaded from the Online Library of the International Society for Soil Mechanics and Geotechnical Engineering (ISSMGE). The library is available here:*

<https://www.issmge.org/publications/online-library>

*This is an open-access database that archives thousands of papers published under the Auspices of the ISSMGE and maintained by the Innovation and Development Committee of ISSMGE.*

# Exécution d'une fouille de 46 mètres de profondeur dans des alluvions, pour la fondation du barrage de Valle Grande

## Excavating the Foundation of Valle Grande Dam

par l'Ing. O. RIVA, Directeur de Rodio Argentina S. A. de Ingeniería y Construcciones, Paraná 759, Buenos Aires, Argentine

### Sommaire

Cette communication décrit la solution adoptée au barrage de Valle Grande (Rep. Argentine), pour permettre l'excavation des alluvions du fleuve Atuel, jusqu'à une profondeur de 46 mètres au-dessous du lit de la rivière.

L'exécution d'un écran imperméable à base de coulis ternaires dans l'alluvion, se révéla comme la solution la plus appropriée et la plus économique, atteignant des résultats très satisfaisants. Il faut remarquer les caractéristiques exceptionnelles du problème, qui consistent en une fouille de 46 m de profondeur, avec une charge hydraulique de 60 m.

### 1. Généralités

Le barrage de Valle Grande, sur le Rio Atuel, à San Rafael Prov. de Mendoza, République Argentine, a été commencé durant l'année 1958.

Sa construction répond à la nécessité de créer une retenue de compensation pour les centrales en exécution en amont, sur la même rivière, et en outre pour assurer l'irrigation de 75 000 hectares de la zone de San Rafael.

Les caractéristiques du barrage sont les suivantes :

type allégé à contreforts ;  
hauteur max. : 114 m ;  
longueur au couronnement : 300 m ;  
volume de béton : 333 000 m<sup>3</sup>.

### 2. Problème technique des fondations du barrage

Pour assurer les fondations du barrage il était indispensable de réaliser une excavation de 440 000 m<sup>3</sup> dans des alluvions jusqu'à 46 m de profondeur, au-dessous du niveau du lit de la rivière afin d'atteindre le « bedrock ».

Les calculs établis avec les valeurs de la perméabilité des alluvions et ses dimensions, prévoyaient une venue d'eau dans les fouilles d'environ 3 500 lit/sec avec pression maximum de la rivière à la cote 761,50 durant les périodes de crue et en tenant compte de pertes possibles au contact alluvion-rocher et dans la profondeur du « bedrock ».

Afin d'éliminer les infiltrations on construisit à 140 m en amont de l'axe transversal du barrage, un batardeau d'enrochements de 14 m de haut et la rivière fut détournée par un tunnel et un canal avec revêtement, situés sur la rive droite (Fig. 1).

En partant du couronnement du batardeau, il fut exécuté un écran imperméable dans la masse des alluvions au-dessous du batardeau, au moyen d'injections ternaires d'argile +

### Summary

The author describes the method adopted for building the foundations of the Valle Grande dam, Argentine, which involved excavating alluvium to a depth of 46 m below river level.

The most appropriate and economical solution was an impermeable diaphragm based on ternary mixtures, and highly satisfactory results have been obtained.

The problem was exceptionally difficult, because the excavation had to be carried out to a depth of 46 m under a maximum hydrostatic head of 60 m.

ciment + bentonite, dont le but était de réduire au minimum économique les infiltrations dans les fouilles (Fig. 2).

### 3. Les alluvions et le « bedrock »

A la suite des mouvements ascendants pendant l'ère quaternaire, le rio Atuel découpa une gorge profonde et étroite dans les roches paleozoïques et permotriasiques qui forment l'ancien plateau qui s'étend entre le massif du Cerro Nevado et les contreforts méridionaux de la précordillère de Mendoza.

La fermeture du Valle Grande est constituée par un cordon de roches dures, composées de grès et d'un conglomérat de tufs, sur lequel sera assis le barrage.

Dans ce complexe de roches dures, la rivière découpa une gorge en V dont la largeur est d'environ 200 m au niveau de la rivière qui s'écoule suivant une pente de 7 ‰<sub>00</sub>, avec une largeur de 60 m.

Les dépôts alluvionnaires sont constitués par des cailloux roulés, des galets, des graviers, des sables gros et fins et des blocs isolés (Fig. 3).

Il n'y a pas de bancs argileux ou des limons, mais quelques couches ou poches de sable fin, surtout près de la rive droite. Sur les bords les alluvions sont mélangés avec l'éboulis provenant de la décomposition des roches qui forment les versants.

Les valeurs de porosité des dépôts alluvionnaires varient de 35 à 45 pour cent, la valeur moyenne étant  $n = 40$  pour cent environ.

Les nombreux essais de perméabilité dans l'alluvion, effectués durant l'exécution des sondages de reconnaissance le long de l'axe du batardeau, ont accusé des valeurs de  $K$  comprises entre 2,5 et  $8 \times 10^{-3}$  cm/sec.

Au-dessous du niveau 725 les alluvions se montrent plus compacts qu'en surface et leur perméabilité est en général moindre.

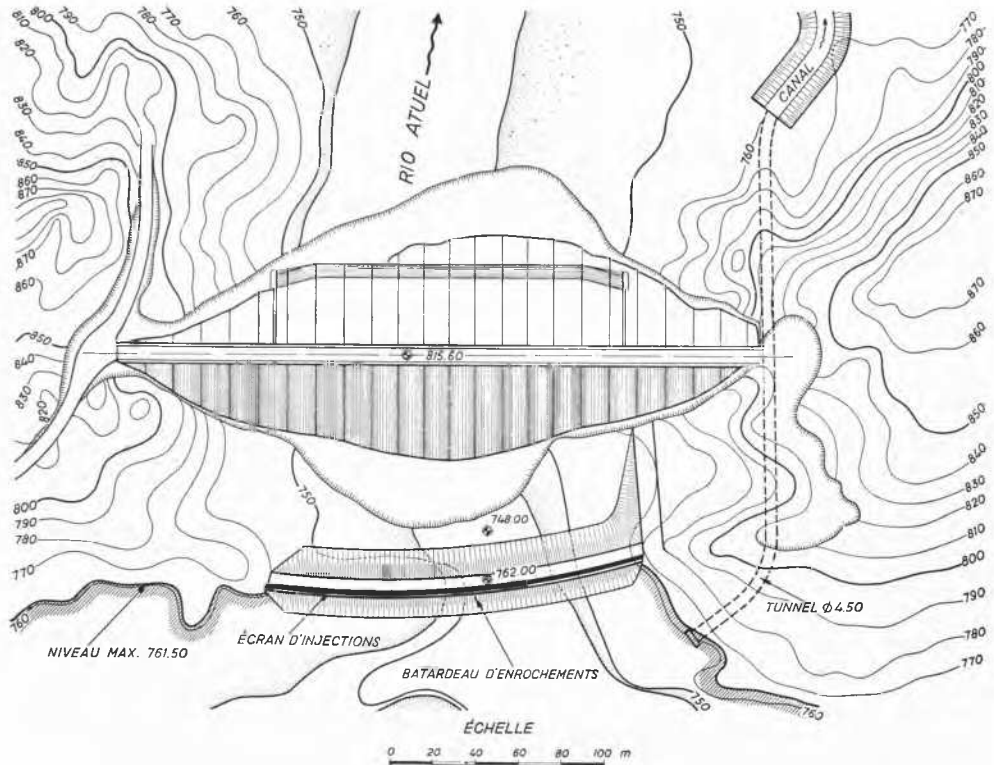


Fig. 1 Plan du barrage et implantation de l'écran imperméable.  
Plan of dam and location of impermeable diaphragm.

#### 4. Écran imperméable

La charge exceptionnelle de 60 m en périodes de crues et aussi en période d'étiage (55 m), exigeait la formation d'un écran d'une certaine épaisseur, exécuté avec des mélanges suffisamment denses et stables pour ne pas être entraînés par le courant d'eau à travers les alluvions. Par ailleurs des raisons d'ordre économique indiquaient l'utilisation de coulis à bas prix.

L'expérience acquise sur d'autres chantiers, indiquait de toute évidence que pour respecter cette dernière condition il fallait injecter un mélange constitué presque exclusivement par des argiles locales, avec addition de ciment pour fixer le coulis et de bentonite pour améliorer son injectabilité.

Les gisements d'argile situés près du chantier furent étudiés et l'on analysa 7 types d'argiles; le choix se porta sur une argile rouge d'un gisement situé à 14 km sur la route d'accès au chantier. La bentonite de provenance San Rafael s'avéra excellente, avec une limite de liquidité  $L_L$  entre 400 et 500.

De même le ciment de la fabrique se révéla d'une grande finesse, facteur important pour l'injection du coulis et sa résistance mécanique après la prise.

En outre des essais furent exécutés pour garantir la tenue des mélanges contre les entraînements des courants souterrains; ils furent satisfaisants.

Les proportions des composants du coulis d'injection (argile + ciment + bentonite) s'adaptèrent à la granulométrie et à la porosité du terrain; en plus on fit varier la pression nécessaire selon la profondeur et les circonstances entre 5 et 30 kg/cm<sup>2</sup>.

A la fin des travaux d'injection de l'écran les chiffres suivants furent atteints :

Surface de l'écran : 3 436 m<sup>2</sup>

Nombre de perforations : 74

Longueur totale des perforations dans l'alluvion : 1 700 m

Quantités d'injection: (argile + ciment + bentonite): 8 250 ton.

Injection par m<sup>2</sup> d'écran : 2,40 ton.

Les injections furent faites dans des perforations placées sur une seule file à une distance fixée d'avance d'environ 2 m entre chacune d'elles.

L'on exécuta d'abord la série de perforations à 4,00 m et ensuite les intermédiaires en notant, avant d'injecter la deuxième série, une diminution du coefficient de perméabilité  $K$  d'environ 200 fois les valeurs primitives.

Dans le cas où une file d'injections aurait été insuffisante, il en était prévu une seconde ligne au pied du batardeau et, éventuellement, une troisième file intermédiaire.

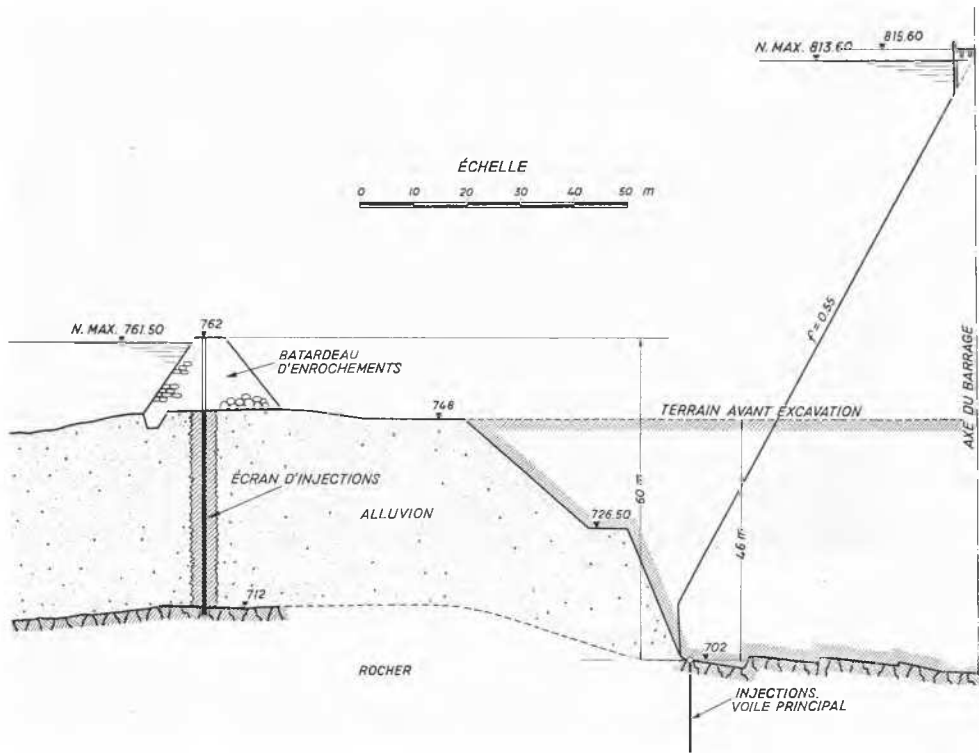


Fig. 2 Profil de l'excavation et position de l'écran imperméable.  
Profile of excavation and position of impermeable diaphragm.

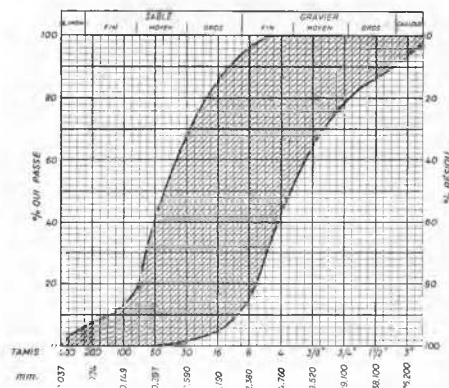


Fig. 3 Granulométrie des alluvions.  
Granulometric curves of alluvium.

## 5. Résultats obtenus (Fig. 4 et 5)

Des essais de pompage intensif réalisés au début des travaux avaient démontré de toute évidence l'impossibilité d'exécuter un abattement de la nappe sans réduire auparavant les infiltrations dans la fouille.

Le résultat favorable se fit sentir dès l'achèvement de la première série d'injections, permettant d'assécher rapidement et d'effectuer l'excavation jusqu'à 15 mètres au-dessous du lit de la rivière. Pendant ce temps on achevait la seconde série, complétant ainsi le voile.

Une fois achevée l'excavation de la fouille, le volume total des infiltrations à travers la surface des alluvions (3 436 m<sup>3</sup>), atteignit une valeur inférieure à 200 lit/sec, compte tenu des pertes du contact alluvion-rocher et dans le bedrock lui-même, lequel présente en profondeur, ainsi qu'il a été démontré, divers accidents tectoniques (fissures, failles). Il est à noter que le traitement par injections ne fut pas exécuté dans le bedrock, mais seulement au contact alluvion-rocher.

La réduction du coefficient de perméabilité  $K$ , une fois le voile achevé, a été d'environ 500 fois les valeurs mesurées initialement.



Fig. 4 Vue d'aval au début de l'excavation.  
View from downstream at beginning of excavation.



Fig. 5 Vue d'aval une fois l'excavation achevée.  
View from downstream at end of excavation.