

4.3 Travaux de construction du barrage souterrain

(1) Excavation

La construction d'un barrage souterrain nécessite une excavation beaucoup plus importante que la taille (longueur, largeur, profondeur) de son corps. L'excavation pour construire des routes de chantier est également nécessaire.

Dans le cas du barrage souterrain construit à Naré, l'excavation était d'une ampleur suivante :

- Longueur : 307,1 m (y compris l'excavation pour les routes de chantier)
- Largeur : 50 m au maximum
- Profondeur : 12,9 m au maximum
- Quantité totale d'excavation : 55.590 m³

La quantité totale s'est ainsi élevée à 7,8 fois plus importante que le volume du barrage.

Au cours des travaux d'excavation, nous avons rencontré les difficultés suivantes :

- 1) L'excavation a été exécutée pendant la saison sèche où la nappe phréatique était à un niveau bas dans la vallée fossile. Mais les travaux se sont heurtés à des difficultés dues aux venues d'eau en provenance des couches sableuses se trouvant à une profondeur intermédiaire dans les sédiments de la vallée fossile ou de la partie séparant les sédiments et le substratum. Dans ce genre de travaux, les venues d'eau n'étant pas rares, il faut porter une attention particulière au choix des moyens techniques et de l'époque appropriée pour exécuter les travaux.
- 2) L'enfouissement de la vallée fossile s'est avéré, sur la rive droite, comme ce qui était estimé par les études préalables, mais sur la rive gauche, la vallée s'étendait au-delà de la limite estimée. Comme le montre le présent cas, les résultats des études préalables ne sont pas toujours fiables. La participation de géologues expérimentés à la supervision des travaux est donc très importante.

(3) Remblais

Pour les ramblais du corps du barrage, ont été utilisés des matériaux extraits de la couche d'altération forte (limon argileux) se trouvant à 300 m environ de l'emplacement du barrage.

Préalablement aux travaux, des remblais d'essai ont été effectués avec les matériaux prévus sur le chantier afin d'établir les standards de contrôle de qualité :

- Epaisseur d'épandage d'une couche : 30 cm
- Epaisseur d'une couche finie : 25 cm
- Nombre de passages du rouleau : 6 passes (aller et retour) au rouleau Komatsu JV100
- Teneur en eau des matériaux avant le remblayage : Teneur optimale en eau $\pm 1\%$
- Densité sèche du remblai fini : supérieure à 90% de la densité maximum
- Coefficient de perméabilité du remblai fini : inférieur à 10⁻⁵ cm/sec

A la suite de l'excavation exécuté jusqu'au substratum de la vallée fossile, les travaux de remblai pour le corps du barrage ont été exécutés avec le contrôle de qualité effectué selon les standards indiqués ci-dessus.

- Essais pour déterminer la teneur en eau des matériaux : en 130 points au total sur 52 couches
- Essais pour déterminer la densité sèche du remblai : en 130 points au total sur 52 couches

- Mesures du coefficient de perméabilité du remblai : en 38 points au total sur 12 couches

Les résultats du contrôle de qualité étaient bons, le remblai étant jugé acceptable en tous les points contrôlés. Le coefficient de perméabilité de l'ordre de 10^{-7} à 10^{-8} cm/sec (10^{-6} cm/ sec en 2 points seulement sur 38) était bien meilleur que la valeur requise.

Il convient de rappeler que les pieds et la base du barrage doivent être enfoncés dans le substratum de la vallée fossile pour empêcher les fuites éventuelles.

Comme on l'a vu plus haut, les matériaux du remblai proviennent de la couche d'altération forte du substratum, se trouvant à 300 m environ de l'emplacement du barrage. Mais les déblais en provenance de la fouille se sont avérés plus tard utilisables pour les remblais. Un tel réemploi de déblais permet de réduire la superficie des "terres remaniées" par la construction d'un barrage souterrain. Pour les projets futurs de "barrage souterrain en terre", il est donc recommandé d'étudier minutieusement la nature du terrain de l'emplacement du barrage en tenant compte également de la possibilité de réemploi des déblais.

(3) Remblais de la fouille

Parallèlement à l'édification du massif en terre, ont été exécutés les travaux de remblai pour reboucher la fouille à l'amont et à l'aval du barrage. Le compactage des remblais a été assuré par 3 passes (aller et retour) au rouleau Komatsu JV100.

Les remblais ont été d'abord exécutés jusqu'au niveau de la crête du barrage. Ensuite, afin d'obtenir une bonne perméabilité, a été exécutée la mise en place d'une couche d'environ 1 m d'épaisseur de graviers de diamètre similaire, suivie par des remblais additionnels (avec 3 passes au rouleau).

Le corps du barrage étant exécuté avec les matériaux d'emprunt, il restait, à la fin des travaux de remblai, des déblais en quantité presque équivalente au volume du barrage. Ces déblais ont été utilisés pour reboucher la zone d'emprunt.

(4) Aménagement après les travaux

Une fois achevés les travaux de remblai, le terrain du chantier a été pratiquement remis en état. Mais la reconstitution de la végétation naturelle était tellement lente que le terrain est resté dénudé pendant environ deux années qui ont suivi les travaux. Pour le protéger contre le broutement éventuel par des animaux d'élevage, un grillage a été installé autour du terrain où ont été ensuite plantés des *Acacia senegal* en 2001. Le taux de prise de racine n'était que de 60% environ (en janvier 2002), mais avec un regain appréciable de sa couverture végétale naturelle, l'ancien chantier présente aujourd'hui l'aspect d'un forêt d'arbrisseaux.



Photo 4.1: Travaux de construction du barrage souterrain - 1



Photo 4.2: Travaux de construction du barrage souterrain - 2



Photo 4.3: Travaux de construction du barrage souterrain - 3



Photo 4.4: Travaux de construction du barrage souterrain - 4