



Les barrages

Novembre 2016

Les barrages sont des ouvrages réalisés au travers d'une rivière ou d'une vallée qui permettent d'accumuler, de maîtriser ou de stocker de l'eau.

Les barrages

Cette eau peut ensuite être utilisée pour :

- La production d'énergie hydroélectrique : l'énergie potentielle emmagasinée par l'ouvrage est transformée en énergie électrique à l'aide de turbines situées en général en pied de barrage
- L'irrigation des cultures
- La régulation et l'écrêtement des crues : le volume d'eau stocké pendant la période de crue est relâché lors de la décrue
- L'alimentation en eaux potables et industrielles
- La lutte contre les incendies
- L'aménagement des bassins fluviaux ;
- soutien des étiages : le barrage permet de maintenir un débit suffisant dans le cours d'eau pendant la période d'étiage
- maintien de la navigation : l'ouvrage stocke l'eau en période de pluie et alimente le cours d'eau en saison sèche.

Les barrages sont des ouvrages de Génie Civil particulier :

- par leurs dimensions
- par l'ampleur des conséquences que pourrait avoir leur rupture
- par leur impact sur l'environnement et le paysage
- par leur spécificité : chaque ouvrage est un prototype conçu en fonction de son type d'utilisation et des caractéristiques du site.

Le parc français de grands barrages (plus de 15 mètres de hauteur) est constitué de près de 600 ouvrages.

Nota : Le plus ancien barrage français encore en exploitation est le barrage de SAINT FERREOL, construit par Pierre Paul RIQUET en 1675 pour alimenter en eau le Canal du Midi .Il est constitué d'un grand mur en maçonnerie encadré par des remblais en amont et en aval.

Nota : On dénombre plus de 25000 grands barrages dans le monde .Plusieurs centaines de barrages sont construits chaque année.

Le patrimoine des barrages français comprend essentiellement des barrages en béton.

Mais depuis une décennie la majorité des barrages a été construit selon la technique du Béton Compacté au Rouleau.

Les principales utilisations des barrages français sont la production d'énergie hydroélectrique (40%) , l'alimentation en eau (20%) et l'irrigation (15%).

Les barrages sont caractérisés par les principaux paramètres suivants :

- le volume de la retenue : volume stocké
- le niveau des plus hautes eaux exceptionnelles (PHE) :
- le niveau minimal d'exploitation : niveau en dessous duquel l'exploitation du barrage est impossible
- le niveau de retenue normal : niveau maximal en période d'exploitation
- la hauteur : distance verticale entre la crête du barrage et le point le plus bas de la fondation

La fondation d'un barrage est un élément clef de sa conception et de sa stabilité.

La préparation du **massif de fondation** nécessite donc des travaux spécifiques :

- mise hors d'eau de la zone par dérivation du cours d'eau
- construction de batardeaux
- consolidation du massif par injection de coulis de ciment
- prédécoupage à l'explosif dans le cas d'un sol rocheux
- remplissage d'éventuelles fissures dans le sol par du béton
- stabilisation des pentes de la fouille...

En général on réalise sous le barrage un écran d'étanchéité (paroi étanche, voile d'injection, forage à base de coulis de ciment, paroi moulée à base de béton plastique ou écran réalisé par la technique du jet grouting). Cet écran permet de réduire les écoulements d'eau. Il est ancré dans le **substratum** sain quelques dizaines de mètres sous l'ouvrage.

Principaux types de barrages

On distingue différents types de barrage en fonction de la technique de construction et du matériau utilisé.

Barrages en remblais et en enrochements

Ces barrages sont des ouvrages réalisés avec des remblais et des matériaux rocheux en général exploités à proximité du site. Les matériaux sont mis en place par des techniques de **terrassement**. Le **compactage** des couches en place permet d'assurer la stabilité de l'ouvrage.

Pour ces ouvrages les fonctions **étanchéité** et stabilité sont assurées par des matériaux différents. La stabilité de l'ouvrage est assurée par son poids. L'étanchéité est assurée par un masque d'étanchéité.

En fonction des caractéristiques géotechniques des matériaux disponibles, on peut réaliser différents type de barrage :

- en remblai homogène
- à noyau étanche
- à masque amont

Les barrages en remblais homogène sont constitués d'un remblais compacté et d'un **parement** amont de l'ouvrage protégé par des enrochements ou des dalles en béton.

Dans les ouvrages à noyau étanche, la fonction étanchéité est assurée par un noyau constitué de matériaux argileux compactés, disposé verticalement au centre du **massif** (la largeur du noyau est de l'ordre de 1/6 de la hauteur du barrage). Le reste de l'ouvrage est constitué d'un remblai en matériaux relativement perméable qui assure la stabilité de l'ensemble. De part et d'autre du noyau, le remblai est équipé de drains destinés à maîtriser les écoulements dans le corps du barrage.

Les ouvrages à masque amont sont constitués d'un remblais homogène perméable et stable, protégé à l'amont par un écran étanche constitué de dalles en **béton armé**, d'un revêtement en **enrobés bitumineux** (mis en œuvre en plusieurs couches) ou d'un complexe d'étanchéité par géomembrane (à base de **PVC** ou de bitume **élastomère**).

Barrages Poids

Un barrage poids est un ouvrage massif en maçonnerie ou en béton dont la stabilité sous l'effet de la poussée de l'eau est assurée par son propre poids.

Il est en général rectiligne et perpendiculaire à l'axe de la vallée.

Les ouvrages en béton sont découpés en plots de 15 à 25 mètres de longueur ce qui permet de localiser les joints, de limiter les volumes de béton à mettre en place en une seule phase et faciliter sa réalisation.

Le parement est constitué d'un béton avec un dosage plus élevé en **ciment** de manière à optimiser sa **compacité** et donc augmenter l'étanchéité. Le corps du barrage est constitué d'un béton faiblement dosé de manière à limiter l'élévation de température de la masse du béton (risquant de générer de la fissuration)

Les bétons sont mis en œuvre par levées successives de l'ordre de 1 à 2 mètres.

Les barrages poids exigent une bonne qualité de la **fondation**. Leur stabilité dépend des sous pressions auxquels ils sont soumis (le barrage n'est pas totalement étanche, la différence de pression hydrostatique entre l'amont et l'aval génère des écoulements au sein de l'ouvrage). La maîtrise du système de drainage de l'ensemble de l'ouvrage est donc indispensable pour sa stabilité.

L'étanchéité au niveau des joints est assurée par des joints de type « waterstop » larges d'une cinquantaine de centimètres, dont les extrémités sont noyées dans le béton de chaque plot.

Barrages à contreforts

Ces barrages sont constitués d'un système de contreforts parallèle à l'axe de la vallée, qui soutiennent un mur amont. Ce voile en général solidaire des contreforts assure l'étanchéité et reporte la poussée des eaux sur les contreforts.

Les contreforts en général ancrés dans le rocher en fond de fouille répartissent la poussée des eaux sur le support.

Barrages voutes

Ce type de barrage a une forme en arc (la convexité de la voute est dirigée vers l'amont), ce qui permet de reporter les efforts de poussée de l'eau sur les massifs latéraux. Les contraintes de **compression** importantes nécessitent un rocher de **fondation** offrant de très bonnes caractéristiques mécaniques. La voute est de faible épaisseur ce qui permet un gain important de matériaux. Elle est en général d'épaisseur constante pour les petits barrages et d'une épaisseur importante en pied pour les ouvrages de grande hauteur. La conception de la voute dépend des caractéristiques géométriques de la vallée. Elle est encadrée dans le **massif de fondation**.

On distingue :

- les barrages à voute mince
- les barrages à voute épaisse
- les barrages à voutes multiples : voutes juxtaposées s'appuyant sur des contreforts.

Barrages en béton compacte au rouleau

La technique du Béton Compacte au Rouleau consiste à réaliser des ouvrages en grande masse en mettant en œuvre par des matériels classiques de **terrassement** et de **compactage**, un béton spécialement élaboré.

Le béton, transporté de la centrale au site par camions ou dumper, est mis en œuvre en couches minces (généralement 30 cm d'épaisseur) puis compacté.

Domaines d'utilisation

Cette technique permet de réaliser des ouvrages présentant un profil proche des barrages en béton selon une technique de réalisation proche des barrages en remblais.

Elle s'est développée pour la réalisation de barrages, de digues et de remblais en grande masse tels que, par exemple, les massifs de **fondation** de réfrigérants de centrales nucléaires.

Avantages de la technique

La technique B.C.R, en associant les performances mécaniques d'un béton à une mise en œuvre par des moyens de terrassements, présente de nombreux avantages :

- **Rapidité d'exécution** : permise par les grandes cadences de mise en œuvre et l'absence de coffrage.
- **Simplicité de conception** : la rapidité d'exécution permet de supprimer ou de simplifier les ouvrages de dérivation et les ouvrages provisoires nécessaires pendant la construction.
- **Economie** apportée :
 - o par la réduction des volumes de matériaux à mettre en œuvre et l'abaissement de délais de réalisation.
 - o par l'utilisation de matériaux locaux (graves dont le diamètre maximal peut atteindre 63 mm).
- La technique est accessible à toute entreprise régionale de terrassement et de travaux publics.

Particularité des liants hydrauliques pour BCR

La technique B.C.R nécessite l'utilisation d'un **liant hydraulique** conférant au béton des propriétés particulières :

- La mise en œuvre par des moyens de terrassement impose d'utiliser un béton offrant un temps de prise et un **délai de maniabilité adapté**.
- La confection, le transport, le répandage et le compactage du béton impose l'utilisation d'un **béton rustique** permettant une souplesse d'utilisation et présentant une faible variation des performances lors de variations des conditions de mise en œuvre liées à des aléas de chantier.
- Le principe de mise en œuvre en couche mince par des engins de terrassement impose une **traficabilité immédiate** après compactage et une montée importante à court terme de la résistance du béton afin de permettre l'élévation rapide de l'ouvrage.
- Le **délai de recouvrement** entre couches doit être suffisant pour assurer un bon collage des diverses couches entre elles.
- La confection d'ouvrage en béton en grande masse impose l'utilisation d'un liant hydraulique dégageant une **faible chaleur d'hydratation** de manière à limiter la température au cœur de l'ouvrage et donc le risque de fissuration engendrée par le retrait thermique.
- Le liant hydraulique doit permettre de réaliser un matériau présentant des résistances mécaniques élevées et résistant à l'attaque chimique éventuelle des eaux sulfatées et des eaux pures.
- Même avec un dosage relativement faible en liant (dosages usuels courants de 100 à 120 kg/m³), les bétons compactés au rouleau, tout en assurant une traficabilité immédiatement après compactage, atteignent des résistances en compression et en traction proches de celles d'un béton traditionnel à long terme.

Auteur

Patrick Guiraud



Retrouvez toutes nos publications
sur les ciments et bétons sur
infociments.fr

Consultez les derniers projets publiés
Accédez à toutes nos archives
Abonnez-vous et gérez vos préférences
Soumettez votre projet