

## II-Les barrages rigides

### II.1 - Introduction:

Les barrages rigides regroupent les barrages poids, contreforts, voûte, et voûtes multiples qui diffèrent les uns des autres par la forme de l'ouvrage.

Les barrages se classent selon leur façon de s'opposer à la poussée de l'eau en :

\* **Barrage poids** : leur poids s'oppose à la poussée de l'eau. Les efforts s'exercent principalement sur le sol de la fondation (effet de gravité).

\* **Barrages-voûtes** : Ces ouvrages en arc reportent les efforts de poussée sur les rives. Ce qui nécessite des appuis de rives de très bonne qualité.

On peut également classer les barrages selon les matériaux utilisés pour leur construction en deux grandes catégories:

- Les barrages **rigides** réalisés en béton et/ou en maçonnerie.
- Les barrages **souples** réalisés en (remblai) terre et/ou enrochements.

#### II.1.1 -Les barrages rigides, caractéristiques générales :

Les barrages rigides s'opposent à la force créée par la pression de l'eau soit par leur propre poids (barrages poids), soit en reportant sur les rives par un effet de voûte la poussée hydraulique (barrages voûte), soit encore en associant ces deux possibilités (barrages poids-voûte), soit enfin en reportant sur les efforts sur le sol par l'intermédiaire de contreforts (barrages contreforts).

Au niveau de l'évacuateur, le choix s'orientera souvent vers des ouvrages en béton, mais il ne faut pas écarter d'emblée des solutions telles que déversoirs en gabions, en perré au mastic bitumineux, souvent judicieuses à la fois sur les plans techniques et économiques.

### II.2- Matériaux utilisés en construction

Les barrages rigides, en béton ou en maçonnerie. Leur capacité de déformation est relativement faible. Ils ne s'accommodent, sauf exception, que de fondations rocheuses saines et peu déformables et leur coût n'est raisonnable que si la cuvette se ferme sur un verrou de faible largeur, facile à obstruer. Dans cette catégorie, on distingue les Barrages-poids (gravité) en (béton/armé et maçonnerie), les barrages-voûtes ou multi-voûtes en (béton/armé) et les barrages à contreforts en (béton/armé).

La réalisation des barrages en maçonnerie devenus actuellement très rare en raison de la mécanisation des chantiers et de prix de revient élevé a cause de la main d'œuvre (exemple : barrage de Fergoug est en maçonnerie avec liant à Chaux).

Les barrages-poids en béton sont réalisés soit en béton conventionnel vibré, soit en béton compacté au rouleau (BCR). Le béton utilisé dans la construction des barrages rigides sont constitué de gros éléments de dimensions inférieures à 250 mm. Le choix de gros éléments présente deux avantages : résistance à la rupture par compression, et prix réduit des installations de concassage.

Les dosages types des bétons de masse, de parement et ordinaire des autres parties (déversoirs, supports de vannes des évacuateurs, galeries, bâtiments des usines hydroélectriques etc...) sont donnés dans le tableau suivant :

| Composants           | Béton de masse<br>(Kg/m <sup>3</sup> ) | Béton de parement<br>(Kg/m <sup>3</sup> ) | Béton ordinaire<br>(Kg/m <sup>3</sup> ) |
|----------------------|----------------------------------------|-------------------------------------------|-----------------------------------------|
| Ciment               | 250                                    | 300                                       | 300                                     |
| Sable (0-2) mm       | 330                                    | 300                                       | -                                       |
| Sable (0-4) mm       | 170                                    | 150                                       | 800                                     |
| Gravillon (12-25) mm | 565                                    | 565                                       | 1800                                    |
| Pierre (70-150) mm   | 1070                                   | 1070                                      | -                                       |
| Eau                  | 150                                    | 155                                       | 160                                     |

La fabrication et la mise en place du béton au barrage comprend les étapes suivantes :

- Extraction des agrégats (carrières, cours d'eau, plages, ...)
- Concassage, criblage et lavage des agrégats sur site.
- Fabrication des bétons : usine à béton comprenant essentiellement (silos à agrégats + cuve à ciment + doseurs + trémie de remplissage + bétonnières + trémies à béton).
- Mise en place du béton (blondins ou transporteurs à câbles, grues, et pompes de bétonnage).

Le contrôle de la qualité des bétons est réalisé dans un laboratoire de chantier ; il comporte, en général, l'essai de rupture par compression d'échantillons en forme de cubes de 20x20 cm de coté, confectionnés spécialement ou de carottes cylindriques prélevées dans la masse de l'ouvrage.

## II.3- Forme structurale (profil), stabilité et dimensionnement

### II.3.1- Barrages poids :

C'est une solide structure en béton à profil triangulaire, épaissie à sa base et affinée vers le haut (Figure II.1).

La stabilité du barrage-poids sous l'effet de la poussée de l'eau assurée par le poids propre du matériau. Ce type de barrage convient bien pour des vallées larges ayant une fondation rocheuse.

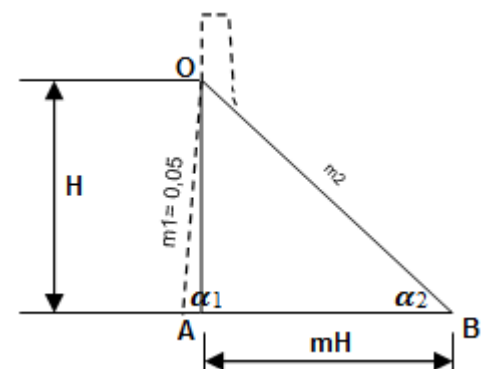


Fig II.1-Forme et profil du Barrage

Les études effectuées suivant les règles de la résistance des matériaux pour les barrages poids ou théorie d'élasticité montrent que la forme la plus économique du profil en travers est celle d'un triangle-rectangle dont le sommet **O** situé au dessus de l'angle droit **A**, ou **AO** est le parement amont et **O** est à la cote de la retenue normale NNR (Figure II.2).

( $m_1 = \text{ctg } \alpha_1 = 0,05$ ) et la somme des deux fruits amont et aval est voisine de 0,75 ( $m_1 + m_2 = 0,75$ ).

D'autre part, le profil du barrage ne doit pas être un triangle parce que des fois il faut construire la route sur la crête du barrage.

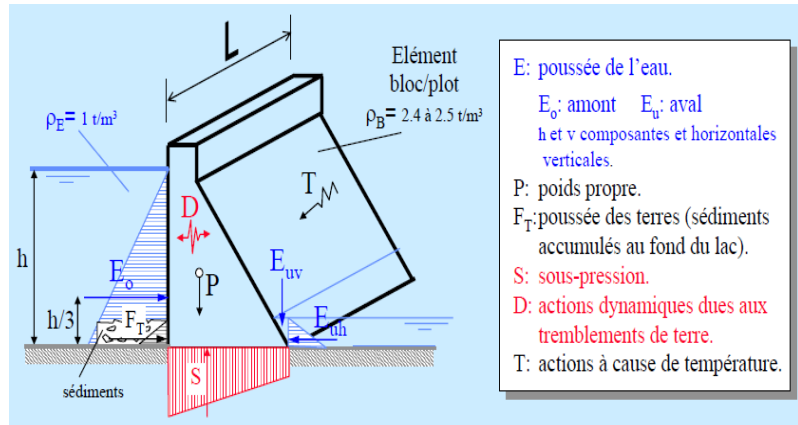


Fig. II.2- Sollicitations – Forces et Actions

### II.3.1.1- Calcul de la stabilité statique – Barrages poids :

Les calculs de stabilité de ce type de barrages sont effectués dans un problème à deux dimensions (2D). Les vérifications de stabilité doivent être faites en principe pour toutes les sections horizontales de l'ouvrage.

### II.3.1.2- Cas de calculs :

Il ya trois cas de calculs :

- Cas de barrage déjà construit –réservoir vide-
- Cas d'exploitation –réservoir plein- (cas le plus défavorable).
- Cas d'exploitation particulière : - en cas de tremblement de terre, en cas du grand vent (pression des vagues).

### II.3.1.3- Calcul de la stabilité statique du barrage :

L'équilibre statique (comportement) de l'ouvrage comprend les conditions de non glissement et de non renversement.

Sur chaque partie de l'ouvrage sont appliquées les forces principales suivantes :

- Le poids propre de l'ouvrage.
- Les forces de pression d'eau (Les forces hydrostatiques) en amont et en aval.
- La poussée de l'eau sous la base de l'ouvrage.
- La pression de filtration.
- La poussée de la terre (Sol et envasement).

Le calcul sera mené pour le cas d'exploitation de l'ouvrage (cas le plus défavorable)

#### A)- conditions de non glissement :

Le coefficient de sécurité au glissement :  $kg = \frac{f * \Sigma v}{\Sigma H} > 1$

$\Sigma v$ - la somme des forces verticales.

$\Sigma H$ - la somme des forces horizontales.

$\varphi$  - Angle de frottement interne.

$f$ - coefficient de frottement interne :  $f = \tan \varphi$ , pris égale :

| Type de sol     | Gravier<br>et galet | sable     | Sable<br>anguleux | Argile<br>sableux | Argile<br>humide | Argile<br>sec | Argile<br>faible |
|-----------------|---------------------|-----------|-------------------|-------------------|------------------|---------------|------------------|
| Coefficient $f$ | 0.5 à 0.6           | 0.4 à 0.5 | 0.3 à 0.4         | 0.25 à 0.35       | 0.2 à 0.3        | 0.4 à 0.5     | 0.3 à 0.5        |

#### A)- conditions de non renversement :

La condition de stabilité au renversement est caractérisée par le coefficient  $K_r$ , qui exprime le rapport des moments des forces actives.

Le coefficient de stabilité au renversement :  $K_r = \frac{\Sigma M_s}{\Sigma M_r} > 1$

$\Sigma M_s$  : la somme des moments de stabilisation (résistance).

$\Sigma M_r$  : la somme des moments de renversement (basculement).