

BARRAGES EN TERRE

1 Définition

Les barrages sont parmi les constructions humaines les plus importantes, à la fois par leurs dimensions parfois exceptionnelles et par leur utilité sociale.

Les barrages en terres sont des murs de retenue d'eaux suffisamment étanches construits avec la terre et les matériaux du site suivant des mélanges et proportions bien définis.

une digue est une construction établie dans le but de contenir des eaux ou à protéger de leurs effets, il précise que dans le cas d'une digue fluviale, il s'agit d'un barrage destiné à protéger les rives d'un fleuve ou d'une rivière contre l'action des eaux ou encore à les guider. Les barrages en terre peuvent être construits avec n'importe quelle hauteur, mais il faut éviter le débordement des eaux au-dessus de la crête de ces barrages, car ces derniers ne résistent pas à la submersion. On doit protéger ces barrages contre l'infiltration. Dans le but de réduire et cumuler le débit de fuite et l'évacuer par la suite à l'aval, on construit des noyaux et des drains convenables selon le type du barrage.

2 Différents types de barrages en terre

Il existe trois schémas principaux de structure de barrage en terre :

- Le barrage homogène.
- Le barrage à noyau étanche.
- Le barrage à masque d'étanchéité.

2.1 Barrage homogène

Le barrage en terre homogène est constitué d'un massif en terre compactée imperméable muni d'un dispositif de drains dans sa partie aval et d'une protection mécanique contre l'effet du battillage dans sa partie amont

2.2 Barrage à noyau étanche

Souvent l'hétérogénéité des matériaux disponibles sur place ou leurs caractéristiques géotechniques ne permettent pas d'envisager une digue homogène étanche. Dans ce cas, une solution couramment adoptée consiste à concevoir un massif en plusieurs zones, dont chacune est constituée d'un matériau différent, suivant le rôle que doit jouer chaque zone. La fonction d'étanchéité est assurée par un noyau étanche réalisé en matériau argileux qui pourra être placé en amont du barrage ou au centre de celui-ci (figure II.8).

2.3 Barrage à masque amont

La réalisation d'un noyau étanche peut présenter des difficultés telles qu'un manque de matériaux convenables, la difficulté de mise en œuvre, etc..... On devra comparer alors cette technique à celle d'une digue homogène à masque amont étanche. Le masque amont est une paroi étanche plaquée sur le talus amont du barrage. Il existe de nombreuses natures de masque étanche telles que béton de ciment ou bitumineux, chapes préfabriquées, membranes souples...etc. Le masque amont présente l'avantage de pouvoir être exécuté indépendamment de l'édification du remblai et de pouvoir être réparé aisément.

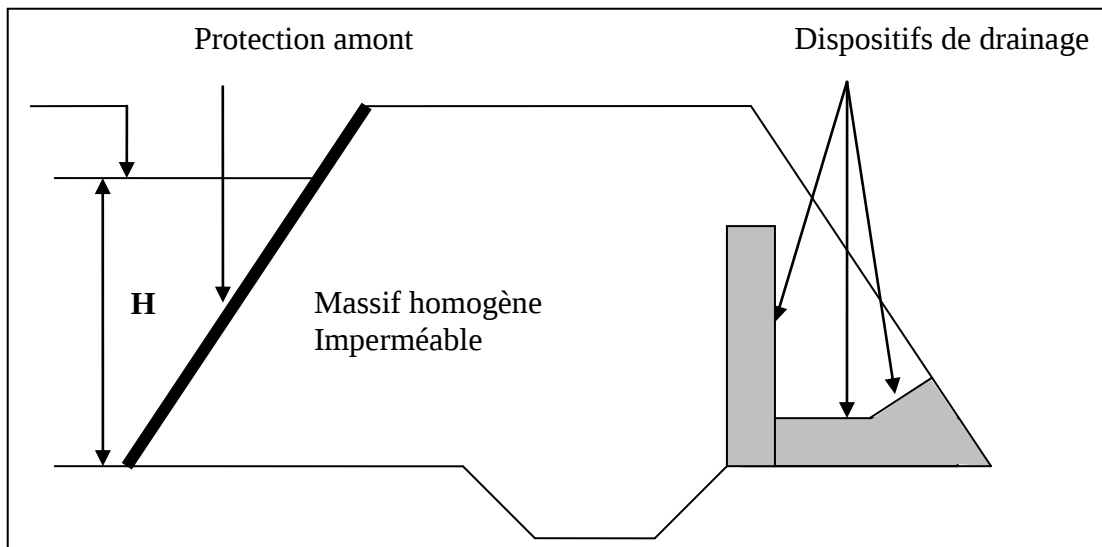


Figure: barrage homogène.

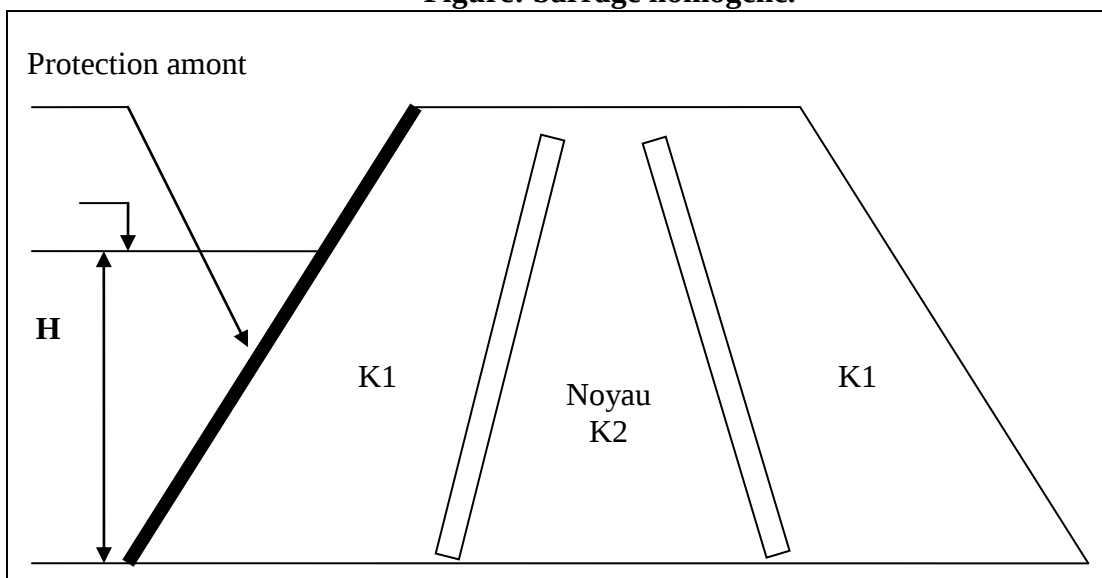


Figure: Barrage à noyau imperméable.

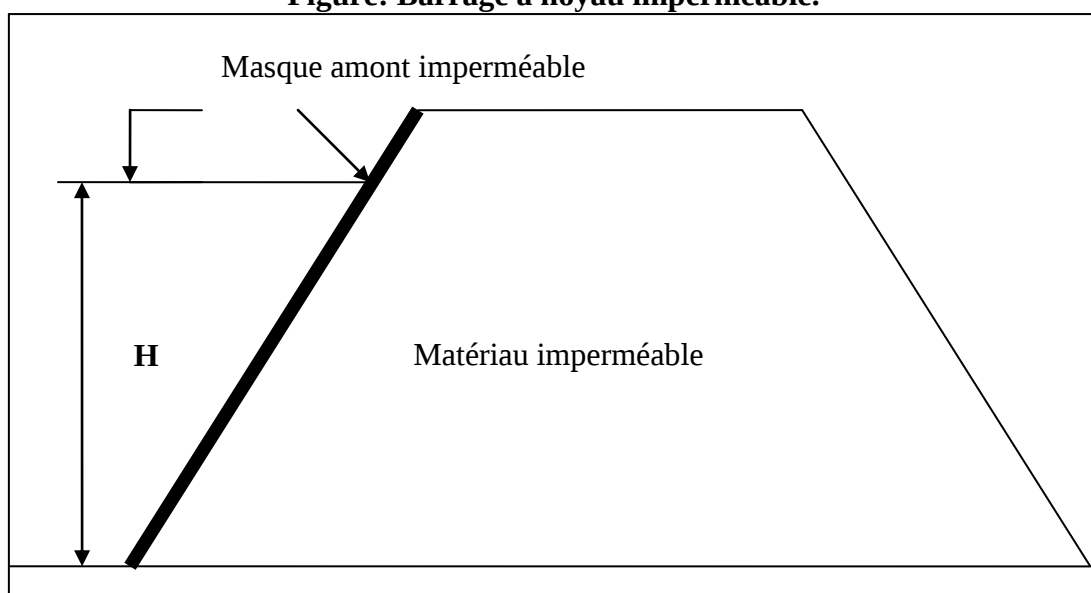


Figure: Barrage à masque amont.

3 Stabilité des barrages en terre

L'étude de la stabilité des talus amont et aval est la partie essentielle de la conception des barrages en terre. Différents cas doivent être étudiés en tenant compte de l'état des pressions interstitielles à l'intérieur de la digue. Pratiquement on calculera le facteur de sécurité F_s le long des cercles de glissement supposés :

- pendant la construction et peu après la construction ;
- lorsque le barrage vient d'être rempli (avec percolation permanente) ;
- lors d'une vidange rapide.

3.1 Comportement de la digue pendant et en fin de sa construction

Pendant la période de construction la stabilité d'une digue en terre peut être compromise lorsque des pressions interstitielles excessives se développent dans le corps de la digue c'est-à-dire, lorsque celui-ci est constitué en grande partie de sols fins argileux de teneur en eau élevée ayant une perméabilité telle qu'ils ne se drainent que très lentement. Dans ce cas on peut diminuer sensiblement les pressions interstitielles qui se développent dans le corps de la digue en augmentant le degré de saturation du sol d'où une diminution de la compressibilité du fluide interstitielle.

3.2 Comportement de la digue en fonctionnement normal

Lors du remplissage de la retenue, un écoulement permanent s'établit plus ou moins rapidement à travers l'ouvrage. Une fois le régime permanent établi, on se trouve dans les conditions normales d'exploitation qui déterminent pour une large part les caractéristiques de l'ouvrage; celles-ci doivent être telles que non seulement la stabilité soit assurée avec un coefficient de sécurité minimal mais également que le débit de fuite reste inférieur à une valeur admissible. Lorsque le régime permanent s'est établi, les pressions interstitielles dans le corps de la digue sont totalement indépendantes des contraintes existantes dans le sol.

L'étude de stabilité ne peut, dans ces conditions, être faite qu'à partir des contraintes effectives. Il est alors nécessaire de connaître les paramètres inter granulaires (C'), (φ').

4 Infiltrations et sous-pressions

Les barrages, avec le temps, leurs conditions vont changer surtout en ce qui concerne les infiltrations et les sous-pressions. Les infiltrations et sous pressions sont pratiquement toujours interdépendantes les unes des autres, ce qui veut dire que toute tentative de réduire les secondes conduit inmanquablement à une augmentation des premières. Si le seul moyen de diminuer les infiltrations au travers de la fondation consiste en l'exécution d'un écran d'injection, voire même d'une paroi en béton, l'unique mesure contre les sous-pressions consiste en des dispositifs de drainage lesquels évidemment ont une nette tendance à augmenter le débit de percolation. Il s'agit alors, lors du dimensionnement des travaux de fondation de trouver pour chaque barrage le juste compromis entre étanchement et drain qui à la fois :

1- Garantit la stabilité de l'ouvrage et de ses fondations.

- Très souvent l'action de l'eau interstitielle est à l'origine de glissements de terrains ou ruptures de versant .

2- Réduit à une valeur économiquement acceptable les pertes d'eau.

- Les forces et les pressions de l'eau peuvent poser de sérieuses menaces à la sécurité des barrages s'ils ne sont pas correctement contrôlés.
- 80 % approximativement sont rompus à cause du phénomène de renard, d'érosion au pied du barrage ou autres (infiltration non contrôlées) .
- Un grand pourcentage de rupture des barrages rapporté était également dû à l'infiltration.

4 Filtres et drains

Pour contrôler les infiltrations à travers le remblai, il est nécessaire de mettre en place un dispositif drainant et filtrant.

4.1 Nature des matériaux granulaires (Règle de filtre)

Sous l'effet de la circulation de l'eau, les particules de sol peuvent migrer vers une zone de sol plus grossier. C'est par exemple ce qui peut se produire entre le remblai d'un barrage et le matériau drainant. Pour l'éviter, deux zones successives d'un ouvrage hydraulique doivent vérifier des conditions de filtre qui sont des règles granulométriques.

- condition de non entraînement des fines : $D_{15} < 5.d_{85}$;
- condition de perméabilité : $D_{15} > 0.1\text{mm}$;
- coefficient d'uniformité des filtres et des drains compris entre 2 et 8.

4.2 Dispositifs drainants dans un barrage en terre

La construction des barrages en terre exige dans la plus part des temps la construction des dispositifs de drainage afin d'évacuer les eaux infiltrées et de protéger le talus aval contre les sous pressions et l'érosion. Le rôle d'un drain est d'éviter la surface de suintement et avoir un débit minimum.

Le choix du type de drain dépend de plusieurs facteurs tels que :

- La hauteur du barrage.
- La perméabilité de la fondation.
- La disponibilité du matériau.
- Le coût du matériau.

Comme la plupart des ouvrages, les dispositifs de drainage nécessitent un entretien régulier qui, s'il n'est pas réalisé, peut leur enlever toute efficacité.

- 1 Drain de pied
- 2 Coussins drainants horizontaux
- 3 Drain cheminée

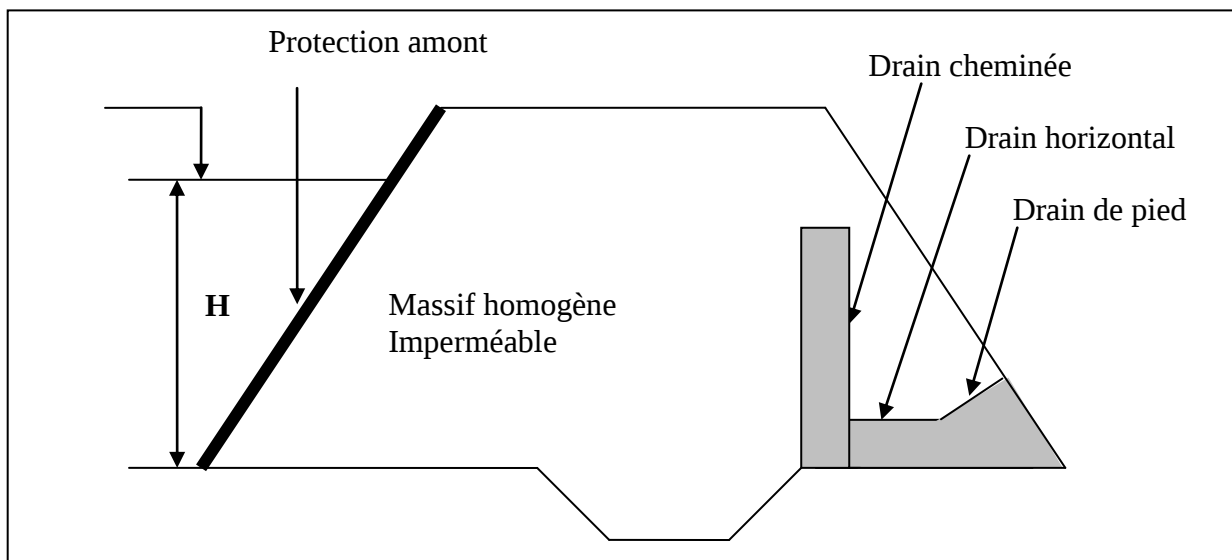


Figure: Système de drainage dans un barrage en terre.

4.3 Utilisation des géotextiles comme filtre ou drain dans un barrage en terre

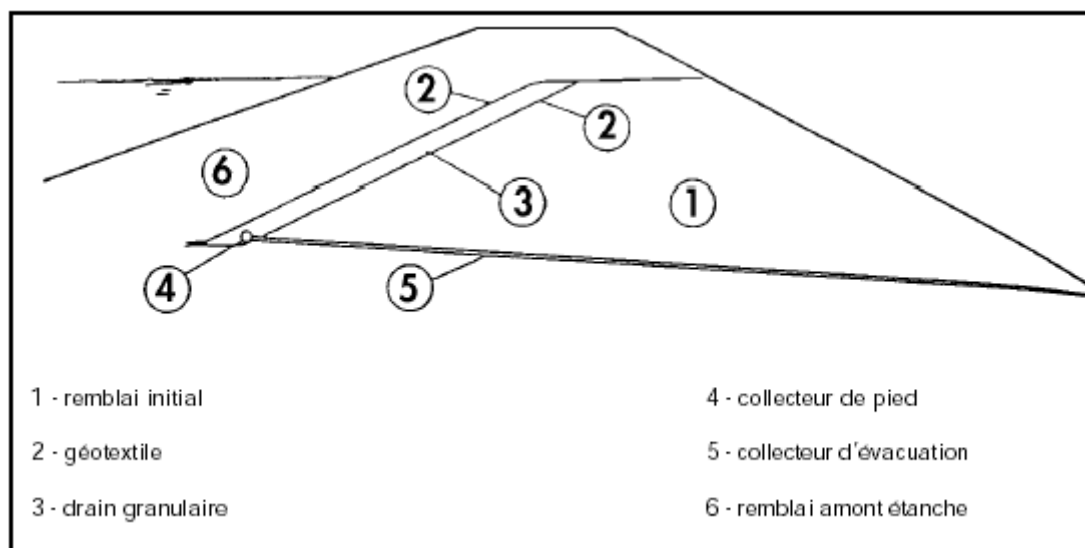


Figure : Drain granulaire incliné entouré par un géotextile.

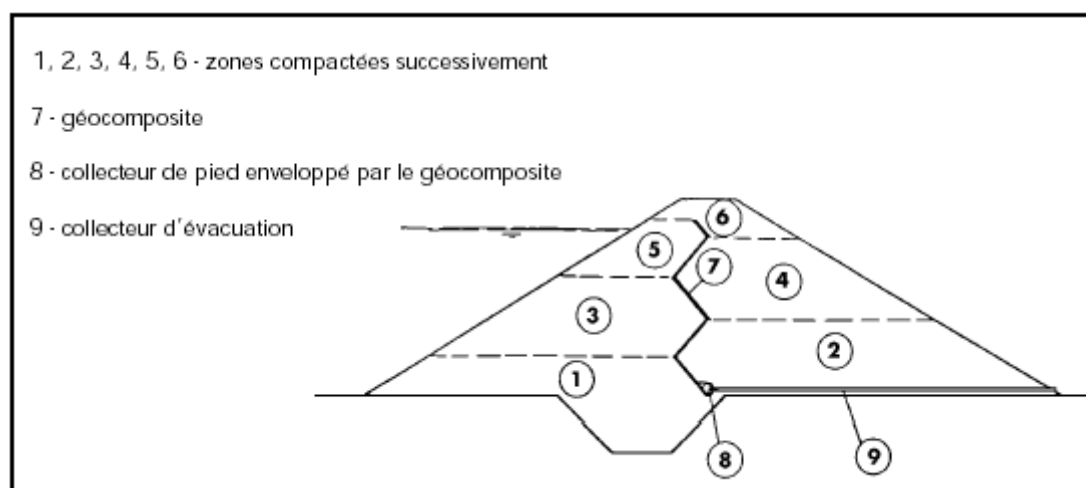


Figure II.13 : Drainage vertical assuré par un géotextile composite.