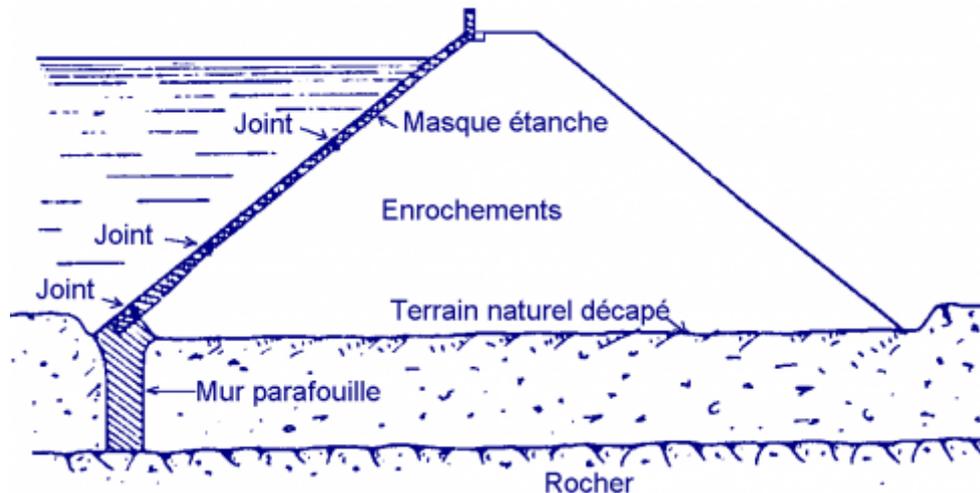


BARRAGES A MASQUE AMONT

I. Barrage en enrochements à masque amont

Un barrage à masque est formé par :

- un massif en enrochements construit en travers de la rivière avec des pentes de talus assez douces pour assurer la stabilité. Les enrochements ne sont pas imperméables et, à eux seuls, ils sont incapables de retenir l'eau.
- une couche d'étanchéité appelée masque posée à l'amont du massif en enrochement et qui s'appuie sur ce massif. Le masque est étanche sur toute sa surface. Un soin particulier doit être porté à ce que l'étanchéité soit aussi assurée sur la périphérie du masque aussi bien en pied de barrage et dans la fondation qu'en rive pour éviter que le masque ne soit contourné.



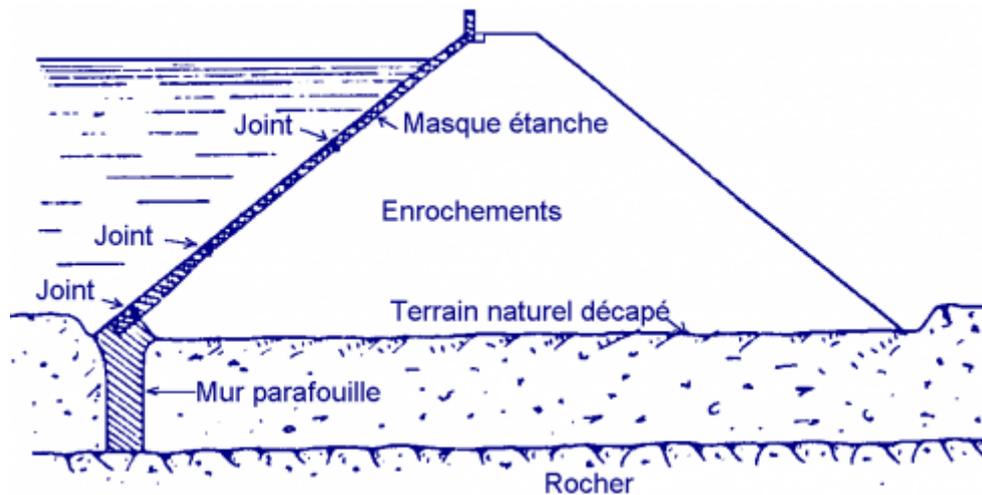
Les barrages en enrochements rangés, tiennent avec des talus plus raides et permettent de réduire les volumes à mettre en place. Ils se tassent d'autant moins que les enrochements sont mieux rangés. Cette technique est aujourd'hui abandonnée pour des raisons de coût de main d'œuvre.

Actuellement la tendance générale est de construire les barrages en enrochements compactés. Grâce au compactage, les tassements des enrochements de bonne qualité peuvent être réduits de 0.3 à 0.4% de la hauteur du barrage.

2. Les différents masques amont et dispositions techniques de pose

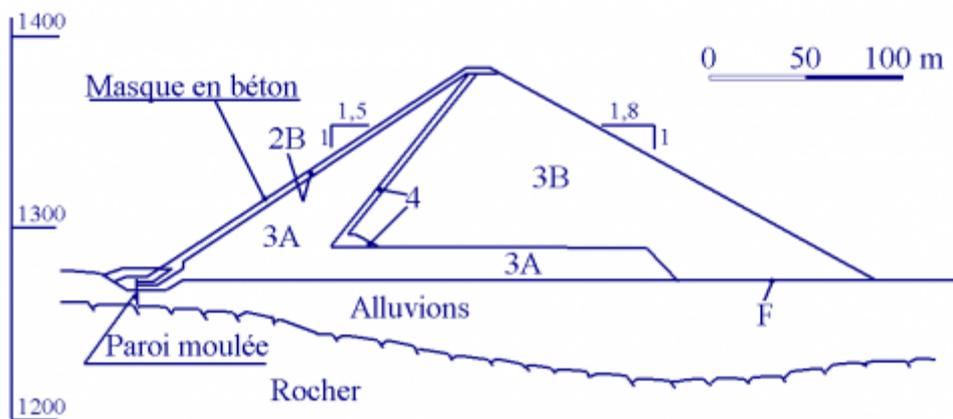
Le masque lui-même peut être réalisé :

- par une dalle de béton armé coulé par plots successifs sur toute la surface du parement amont ;
- par une ou des couches de béton bitumineux mises en place par des engins similaires à ce qu'on trouve sur des chantiers routiers (adaptés par tenir sur la pente) ;
- par des géomembranes (typiquement des feuilles de PVC de forte épaisseur) livrées en lés et soudées les unes aux autres. Les feuilles sont posées sur une coche de transition en matériau fin (pour éviter de déchirer la membrane qui s'appuierait directement sur les enrochements) et protégées par des dalles, des pavés... Ce type de masque est très utilisé pour les petits ouvrages et notamment les retenues d'altitude pour la neige artificielle ;
- plus rarement par une tôle métallique galvanisée.



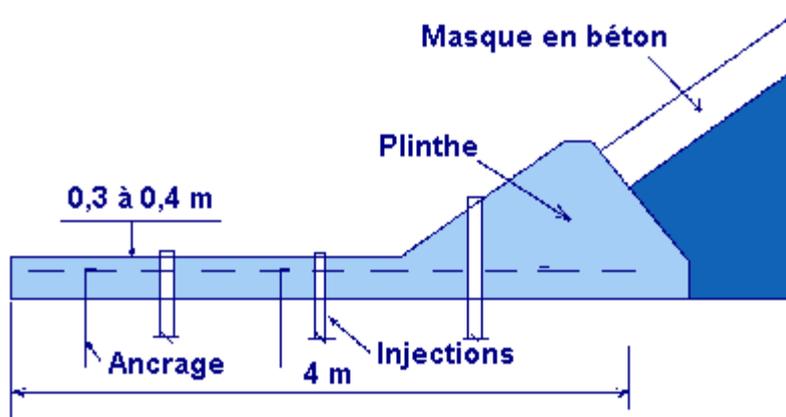
Le masque s'appuie sur une plinthe, parfois complétée par une dalle ancrée. Cette plinthe assure le rôle de transition avec la fondation et permet une certaine rotation de la dalle pour suivre les mouvements du barrage au cours du temps.

Grâce aux travaux de Barry COOKE, les barrages en enrochements à masque en béton armé font l'objet d'une quasi-normalisation. Ils sont connus dans le monde anglo-saxons sous l'acronyme CFRD (Concrete Faced Rockfill Dam).



On a ainsi construit des barrages de taille considérable. en Chine avec 233 mètres de hauteur au-dessus des fondations. Le record français, plus modeste, avec 64 mètres de hauteur.

S'apparentent à ce type, les barrages à voile d'étanchéité : le masque amont est remplacé par un rideau d'étanchéité réalisé en paroi moulée (avec du béton plastique admettant des déformations).



3. Les géomembranes

Les géomembranes sont des produits étanches, minces, souples, continus dont l'épaisseur est d'un mm au minimum. Les produits commercialisés sont très variés. Les principales catégories sont :

- les géomembranes bitumineuses (bitumes soufflés ou modifiés par ajout de polymères) ;
- les géomembranes plastomères : PVC (polychlorure de vinyle), PEHD (polyéthylène haute densité)...
- les géomembranes élastomères : butyl, EPDM (éthylène propylène diène monomère)...

La géomembrane fait partie d'un DEG (Dispositif d'Étanchéité par Géomembranes), qui comprend :

Une structure support avec :

- **une couche de forme** dans laquelle on a enlevé les éléments durs et anguleux,
- **une couche support** (sable, enrobé, géotextile) sur laquelle repose la géomembrane,
- **des dispositifs éventuels de drainage** ;
- **l'étanchéité proprement dite** (une géomembrane ou deux, séparées par un dispositif drainant).
- **une structure de protection** (sable et enrochements, dalles béton, pavés autobloquants...).

3.1 Propriétés mécaniques des géomembranes

- Les géomembranes ont une épaisseur comprise entre 1 et 5 mm, et une largeur variant de 1,5 à 4 mètres voire plus.
- L'étanchéité du matériau est définie par mesure de la perméabilité. ce flux est inférieur à 10⁻⁵ m³/m².jour sous 100 kPa. Pour 1 mètre d'argile de perméabilité 10⁻⁹ m/s, et pour la même différence de pression, ce flux est de l'ordre de 10⁻³ m³/m².jour.
- Les géomembranes sont assez stables pour les températures rencontrées sur sites.
- La résistance maximale à la traction unidirectionnelle varie de 8 à 50 kN/m (les éprouvettes utilisées pour l'essai ont une largeur de 25 mm).
- Excepté pour les géomembranes en PVC-P (PVC plastifié) et bitumineuses, la rupture apparaît pour un taux très élevé de déformation (> 400 %).

3.2 Dispositions techniques de pose

Une bonne conception et une pose soignée permettent d'assurer une bonne tenue dans le temps de ce produit dont les premières applications datent de la fin des années 60.

Les géomembranes sont fabriquées en usine et livrées en rouleaux (appelés lés) de quelques mètres de largeur ou en panneaux préassemblés en atelier de 200 à 1 000 m².

Les raccordements des lés ou des panneaux sont réalisés sur le site par soudure ou par collage. Cette opération doit être réalisée avec grand soin en respectant certaines règles selon les produits (exemple : limites de température).

- ▶ Sur un parement de barrage, les joints horizontaux sont à proscrire à cause de leur plus faible résistance vis-à-vis des efforts de traction susceptibles de se développer. Quelle que soit l'inclinaison adoptée, l'écran doit être accroché en haut du barrage, soit appuyé sur un mur de pied, (s'il n'y a pas de risque de flambage), et collé sur le talus amont et d'éviter toute mise en traction de la géomembrane.
- ▶ En crête, il convient d'ancrer la géomembrane au-dessus des plus hautes eaux, au moins à la cote PHE + 0,5 Rmin (Rmin étant la revanche minimum).

- ▶ en pied de talus, un raccordement adéquat est à prévoir, soit avec le dispositif d'étanchéité de la fondation et, soit avec les structures rigides (évacuateur de crues, vidange).

3.3 Essais et contrôles

Pour les géotextiles le travail accompli a conduit jusqu'à présent à huit modes opératoires pour le conditionnement des échantillons, l'échantillonnage, l'épaisseur, la masse surfacique, le comportement en traction, la résistance au déchirement, la permittivité hydraulique et l'ouverture de filtration. Après mise au point, ces essais ont été publiés en tant que normes A.F.N.G.R. en 1983.

Depuis 1983, les essais sur géomembranes ont été mis à l'étude. Le travail porte actuellement sur le comportement en traction des géomembranes, la perméabilité, l'étude de la durabilité, la résistance des géomembranes aux sollicitations localisées : on entend par là les problèmes de poinçonnement, de cisaillement, de coupures, etc.

La géomembranes devient plus rigide dans le temps avec une augmentation de résistance à la traction et une réduction de la tension correspondante, les résultats de l'essai de perméabilité à la vapeur d'eau montrent une diminution du coefficient de perméabilité à l'eau donc une amélioration de l'étanchéité des géomembranes