

mie et de facilité de mise en place.

Ce drain, construit en juillet 1970, est constitué d'un collecteur recevant les eaux apportées par des tranchées drainantes (Fig. 2). Il y a en tout 1450 m² de textile pour envelopper 195 m³ de graviers de 8 à 13 mm. Le collecteur débouche à l'aval du barrage. L'extrémité du textile se trouve donc exposée à la lumière et l'on peut voir sortir l'eau.



Fig. 2 - Drain aval : vue d'un collecteur et de trois tranchées. Ces tranchées ont été ensuite revêtues de textile et remplies de gravier, comme le collecteur. Ensuite collecteur et tranchées ont été recouverts de textile et le tout a été recouvert par la terre compactée constituant la partie aval du barrage

Les mesures de débit ont donné une valeur moyenne de 155 l/h (3.7 m³/jour). L'eau a toujours coulé parfaitement claire sauf les premiers jours où quelques traces de suspensions ont pu être remarquées. Un seul incident notable s'est produit : dès la première année, l'érosion de la rive gauche de la vallée a provoqué une accumulation de particules fines (silts, argiles) qui ont obstrué la sortie du drain. A cette occasion, des particules de silt et d'argile ont probablement pénétré dans le drain. Il a alors fallu nettoyer le pied aval du barrage et construire, autour de la sortie du drain, un regard en maçonnerie. Ce regard est à ciel ouvert, l'extrémité du textile est donc toujours exposée à la lumière. Notons que, depuis sa construction il y a quatre ans, aucun dépôt de particules solides ne s'est produit dans ce regard (malgré un débit de 1300 m³/an) ce qui prouve bien que l'eau coule claire. Signalons enfin que pendant six ans nous n'avons jamais observé le moindre suintement sur le parement aval de ce barrage, ce qui signifie que le drain a fonctionné correctement.

2 - Protection amont

A titre expérimental, nous avons partagé la protection amont (construite en septembre 1970) en trois zones (Fig. 3 et 4) : (A) protection classique par blocs de 25 cm reposant sur 15 cm de graviers de 6 à 40 mm ; (B) pente revêtue uniquement d'une nappe de 850 m² de non-tissé "Y" formé de lés cousus et fixée au sol par des épingles métalliques ; (C) blocs identiques à ceux de la zone A reposant sur du textile "Y" en lés ajustés par recouvrement de 40 cm.

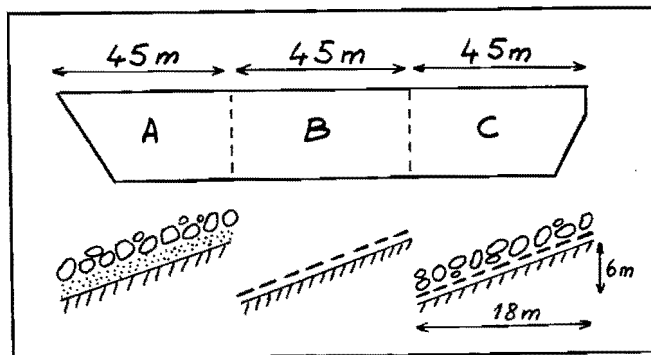


Fig. 3 - Partage de la pente amont du barrage en trois zones : (A) du côté rive gauche, 700 m², (B) au centre, 850 m², (C) du côté rive droite, 800 m². Seuls les 6 m supérieurs de la pente amont sont munis de protection



Fig. 4 - Vue des zones A et B de la protection amont pendant la construction. A gauche, zone A : blocs et graviers (qui ont été, ensuite, recouverts de blocs). A droite, zone B : nappe textile formée de lés cousus entre eux et clouée au sol

Les zones A et C se comportent parfaitement depuis six ans. En revanche la zone B a donné lieu à un incident au début de l'année 1972. Au niveau de la retenue, la berge a été érodée sous le textile par l'action des vagues et au-dessus elle a été ravinée par la pluie. La forme prise par la berge est illustrée par les figures 5 et 6.

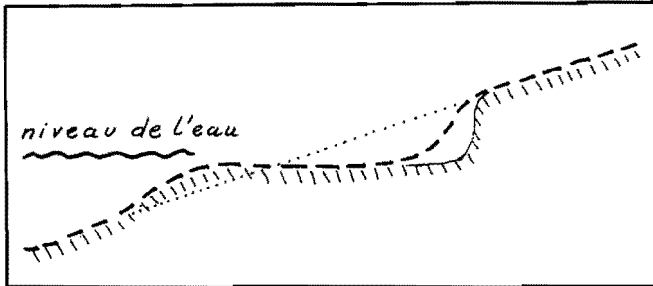


Fig. 5 - Coupe de la pente amont dans la zone B après érosion par les vagues : forme plage-falaise

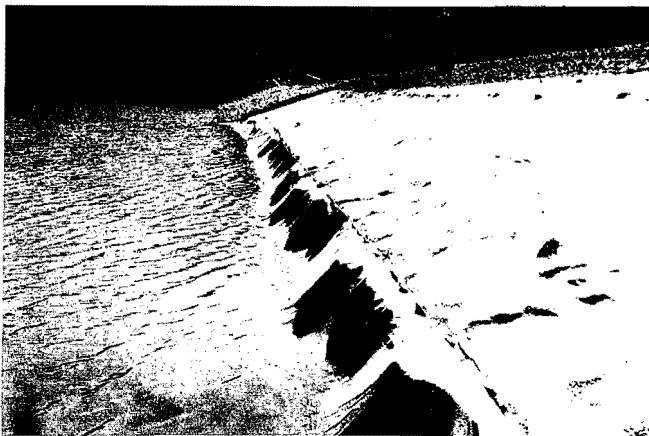


Fig. 6 - Aspect du textile dans la zone B, après érosion par les vagues. On voit au fond la zone A, intacte

Cet incident, qui ne mettait nullement en péril la sécurité du barrage, montre qu'une nappe de textile seule ne peut pas fournir de protection efficace contre le battillage, ni même contre le ravinement (particulièrement en climat méditerranéen : fortes averses possibles sur terrain très sec). De plus, nous avons constaté un vieillissement du textile traduit par un changement de couleur et une résistance apparemment diminuée, ce qui sera confirmé par les essais faits en 1976 (§ II 2 b). Ce vieillissement s'explique par le fait que, dans la zone B, le textile est resté deux ans exposé aux intempéries.

La réparation a été faite en octobre 1972 : le textile a été découpé pour épouser la surface (Fig. 7) puis toute la zone B a été recouverte d'un nouveau textile du même type et de blocs analogues à ceux des autres zones. Depuis, l'ensemble de la protection se comporte parfaitement.



Fig. 7 - Réparation de la zone B. Le textile, découpé de manière à épouser la forme de la berge, a été ensuite recouvert d'une autre nappe de textile, puis de blocs. Au deuxième plan, on remarque le parfait comportement de la zone C

II OBSERVATIONS ET MESURES SUR LE TEXTILE-EN 1976

En octobre 1976 nous avons prélevé des échantillons de textile dans le drain aval et la protection amont. Des mesures sont en cours au laboratoire et nous présentons ici les premiers résultats acquis.

1 - Drain aval

Deux séries d'échantillons de textile ont été prélevées au pied aval : (1) dans le regard ; (2) à l'intérieur du barrage, autour du drain.

a - Observations

Les échantillons prélevés dans le regard, après six ans d'exposition à la lumière et en atmosphère très humide, étaient visiblement altérés alors que les échantillons prélevés à l'intérieur du barrage étaient dans un état impeccable (parfaitement propre au recouvrement des nappes, à leur interface : ⊗ sur Fig. 8). Ceci sera confirmé par les mesures de résistance à la traction.

L'eau coule claire à la sortie, alors que dans le fond du drain stagne une eau chargée en particules fines et en produits organiques. Il est fort possible que ceci provienne de l'accumulation accidentelle de silts à la sortie du drain, signalée plus haut. Deux mesures de débit ont été faites : 310 l/h, après 5 h de temps sec succédant à 24 h de fortes pluies ; 190 l/h, 13 h plus tard, sans nouvelle pluie.

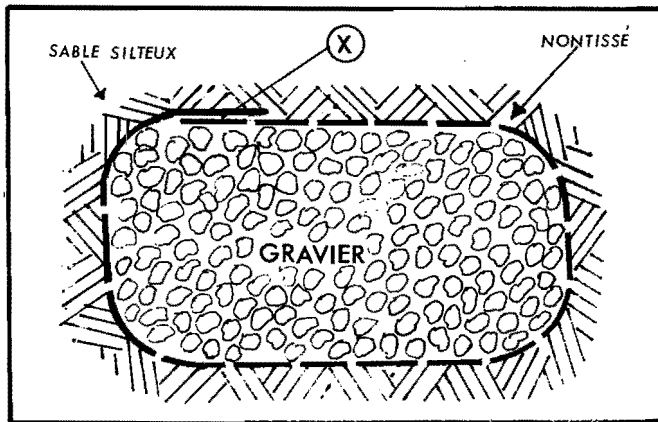


Fig. 8 : Section du drain au niveau du prélèvement. Au point X propreté parfaite du textile

b - Essais de laboratoire

Sur les différents échantillons prélevés en un même lieu, nous avons fait des essais de traction monodirectionnelle - AFNOR G 07-001 - et de perméabilité normale. D'autres essais sont en cours, granulométrie des particules solides incluses dans le textile et perméabilité dans le plan du textile.

"X"	1-regard-	2-drain-	3-témoin-
R_{long} (N)	200	520	580
ϵ_{long} (%)	10	51	64
R_{trans} (N)	220	680	860
ϵ_{trans} (%)	25	58	60

Tableau 1 : Echantillons de textile prélevés sur le drain aval - Résistance à la traction (pour 5 cm de largeur) : R_{long} - sens longitudinal-, R_{trans} - sens transversal- et allongements correspondants

Essais de traction (Tableau 1): Les figures 9 et 10 donnent les courbes tension-allongement relatives à trois échantillons de textile "X" : (1) échantillon prélevé dans le regard, (2) échantillon prélevé dans le barrage autour du drain, (3) échantillon témoin de même type, fabriqué actuellement. On remarque que les courbes relatives à l'échantillon prélevé dans le barrage sont voisines des courbes témoin. Au contraire, la perte de résistance est très nette pour l'échantillon prélevé dans le regard après six ans d'exposition à la lumière. On notera la rigidité très forte de cet échantillon au début de l'essai et le faible allongement à la rupture (comportement fragile).

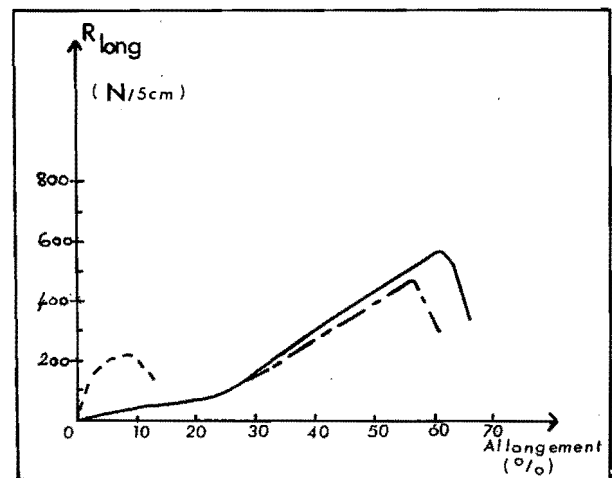


Fig. 9 - Essais de traction sur "X" - sens longitudinal

Légende : 1 -Regard (Moyenne 5 essais)-----
 2 -Drain (Moyenne 10 essais)-----
 3 -Témoin (Moyenne 10 essais)———

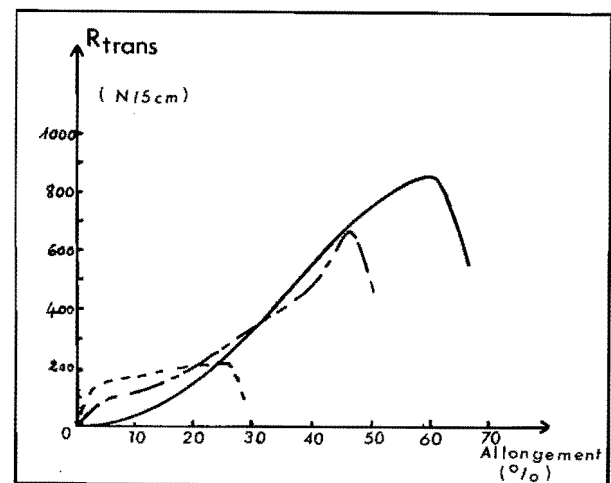


Fig. 10 - Essais de traction sur "X" - sens transversal (voir légende Fig. 9)

Essais de perméabilité normale: Ces essais ont été entrepris pour tenter de mettre en évidence un éventuel colmatage du filtre textile par des particules de sol emprisonnées entre les filaments. Les mesures sont faites dans un perméamètre classique à charge constante en empilant 16 échantillons circulaires de textile de 6 cm de diamètre sous une contrainte de compression de 0.5 bar (l'épaisseur de la pile était alors de 2cm). En faisant varier le sens du courant et en prenant des charges hydrauliques comprises entre 3 et 14 cm; les valeurs suivantes ont été obtenues pour le coefficient de perméabilité normale (correction faite des pertes de charge dans les canalisations) :

$k = 10^{-3}$ m/s pour les échantillons tels qu'ils ont été prélevés et $k = 1.5 \cdot 10^{-3}$ m/s. pour les mêmes échantillons soigneusement lavés (ce lavage n'a entraîné aucune variation mesurable de l'épaisseur des échantillons). On voit donc que la diminution de perméabilité due aux particules fines emprisonnées est absolument négligeable vis à vis du coefficient de perméabilité du sable silteux du barrage qui est de l'ordre de 10^{-7} m/s.

2 - Protection amont

Des échantillons de textile ont été prélevés dans la zone C (échantillons C1 au niveau de l'eau et échantillons C2 au-dessus) et dans la zone B (textile resté de septembre 1970 à octobre 1972 exposé en pleine lumière, puis recouvert d'un autre textile et d'enrochements).

a - Observations

Dans la zone C nous avons constaté que, là où il est en contact avec les enrochements, le textile est parfaitement propre, dessus (Fig. 11) et dessous (Fig. 12) : la pression exercée par les blocs empêche le mouvement des particules de sol et l'on peut conclure que des dalles de béton plates seraient plus satisfaisantes de ce point de vue.

Les échantillons du textile qui, dans la zone B, était resté exposé deux ans en pleine lumière paraissent très altérés alors que ceux prélevés dans la zone C avaient un excellent aspect. Enfin, en plusieurs endroits, nous avons observé que des racines traversaient le textile non tissé en désorganisant les filaments (Fig. 13 et 14).

b - Essais de laboratoire

Essais de traction (Tableau 2): On constate que : (1) le textile exposé deux ans à la lumière dans la zone B a perdu plus de

la moitié de sa résistance alors que, pour le textile de la zone C, situé sous les enrochements, la perte de résistance est probablement faible (comparaison faite avec le textile équivalent fabriqué actuellement). (2) la résistance transversale des échantillons de la zone C est inférieure à la résistance longitudinale à l'inverse de l'échantillon témoin) : on peut voir là un effet de fatigue dû au poids des blocs sachant que la direction transversale du textile se trouve suivant la ligne de plus grande pente.



Fig. 11 - Parement amont : dégagement du textile sous enrochement ; remarquer la propreté du textile à l'emplacement des blocs

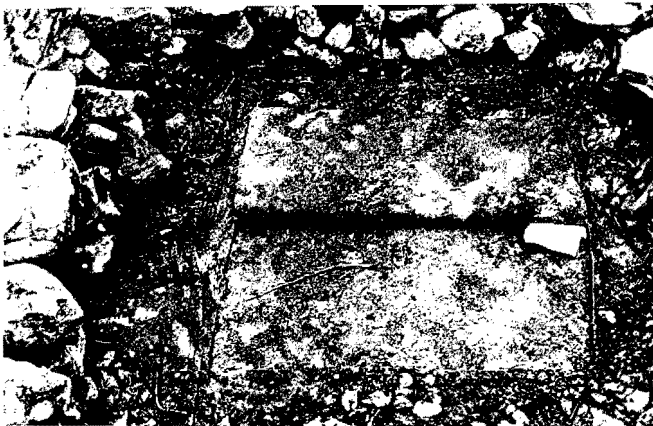


Fig. 12 - Textile de la figure 11 découpé et retourné

"Y"	B	C ₁	C ₂
R _{long} (N)	310	710	760
ε _{long} (%)	35	45	49
R _{trans} (N)	330	520	630
ε _{trans} (%)	36	41	36

Tableau 2 : Echantillons de textile prélevés sur le parement amont - Résistance à la traction (pour 5 cm de largeur) (Voir légende Tableau 1)

Essais de perméabilité normale: A ce jour, seuls quelques essais sur les échantillons C1 ont été réalisés. Ces échantillons, - prélevés au niveau de l'eau, en contact avec un sol saturé, étaient beaucoup plus sales que ceux prélevés dans le drain. Il a fallu, par un léger brossage, les débarasser du sol qui y adhérerait pour ne conserver que les particules réellement emprisonnées entre les filaments. Nous avons obtenu, sous une contrainte de compression de 0.1 bar, un coefficient de perméabilité $k = 1,65 \cdot 10^{-4} \text{m/s}$. Pour les mêmes échantillons parfaitement nettoyés, la valeur est $k = 1,76 \cdot 10^{-3} \text{m/s}$. (Ce nettoyage a fait passer l'épaisseur de la pile de 8 échantillons de 2 cm à 1.2 cm). Le rapport de ces 2 valeurs est de 10 environ mais la perméabilité du textile sale est encore mille fois supérieure à celle du barrage.



Fig. 13 - Parement amont : passage de racines à travers le textile non tissé

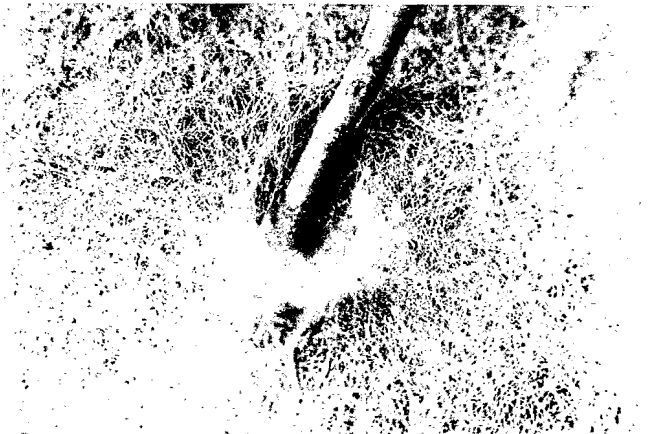


Fig. 14 - Parement amont : gros plan d'une racine traversant le non-tissé

CONCLUSION

Les principaux enseignements tirés de ce barrage sont : (1) Vieillessement : un textile non tissé en polyester exposé deux ans en pleine lumière perd plus de la moitié de sa résistance alors que, placé pendant six ans dans le sol ou sous des enrochements, il ne perd que très peu de résistance (il est d'ailleurs possible qu'une partie de ces pertes de résistance soit due aux efforts mécaniques) ; (2) Drain : la perméabilité du textile étudié entre un drain en gravier et un sable silteux étant pratiquement identique à celle du textile propre, ce textile est satisfaisant pour les filtres dans les barrages ; (3) Protection amont : la perméabilité de ce textile, sous l'action des vagues au contact d'un sable silteux est divisée par dix, ce qui n'est pas très important ; ce textile convient donc bien dans les protections de berge mais, si le sol est sensible au ravinement, il vaudra mieux le recouvrir de dalles plates que de blocs.

REFERENCES

- [1] G. CAZIER, Y. GAUDARD, J. PUIG et E. LEFLAIVE, "L'emploi du non tissé BIDIM dans les travaux publics", Annales ITBTP, 289, M41, (Janvier 1972), 29-47
- [2] E. LEFLAIVE et J. PUIG, "L'emploi des textiles dans les travaux de terrassement et de drainage", Bull. Liaison Labo. P. et Ch., 69, (Janvier 1974), 61-79
- [3] J.P. GIROUD, J.P. GOURC et P. BALLY, "Première utilisation d'un textile non tissé dans un barrage en terre en France", 11e Conférence européenne de la C.I.I.D., (Rome, 1977)

REMERCIEMENTS

Les auteurs remercient MM J.M. RIVIER et A. BOTTERO pour leur contribution à cette expérience lors de la construction du barrage.