LOUDIERE, D. and FAYOUX, D.
Cemagref, Antony, France

Filtration and Drainage with Geotextiles—Tests and Requirements

Filtration et drainage au moyen de géotextiles-essais et specifications

Hydraulic properties of géotextiles are important, specially when they are used for hydraulic works such as dams, Five different tests are presented.

- The hydrodynamic filtration test toe determine the filtration diameter ; the way of operation is proposed and justified through many different tests.

- The static filtration test, which concernes the behaviour of the soil-geotextile combination under the action of flowing water.

- The measure of the permittivity, developed with the help of the I.T.F.

- The measure of the transmissivity, the apparatius are conceived to appreciate the influence of the normal strain and of the contiguous soil.

In the last part of the paper, some aspects of design of geotextiles in hydraulic works are presented.

Les propriétés hydrauliques des géotextiles sont évidemment essentielles lorsqu'il s'agit de leurs utilisations dans les ouvrages hydrauliques. Cinq types d'essais sont proposés :

- La mesure du diamètre de filtration au moyen d'un essai de filtration hydrodynamique, le mode opératoire proposé est justifié par des essais comparatifs

- L'essai de filtre statique qui permet d'évaluer le comportement sous l'action de l'eau du complexe sol-géotextile.

- La mesure de permittivité développée en collaboration avec l'I.T.F.

- La mesure de transmissivité : les appareils présentés permettent de prendre en compte l'effet de contact avec le sol et l'influence de la contrainte normale.

Dans la deuxième partie de la communication, certains aspects du dimensionnement des géotextiles sont abordés tant en ce qui concerne le drainage que la filtration.

Dès l'apparition des géotextiles en France, le CEMAGREF s'est intéressé de très près à leur utilisation, en particulier pour les possibilités qu'ils offraient dans les barrages en terre. Dans ce domaine d'application, ces matériaux remplissent le rôle de filtre et/ou de drain, en général au contact avec un sol compacté. Nous avons donc été amenés à développer d'une part une série d'essais permettant de caractériser les caractéristiques hydrauliques des géotextiles en filtration (caractérisation des pores d'un géotextile, comportement sol-textile, permittivité, et drainage), et d'autre part une méthodologie d'emploi de ces produits.

I - DETERMINATION DU DIAMETRE DE FILTRATION - ESSAI HYDRODYNAMIQUE

Le terme de porométrie nous paraît être généralement employé de façon abusive. Il désigne en effet une répartition de la taille des pores, c'est-à-dire des cheminements possibles à travers le géotextile, en fonction de leur fréquence. Or, pour un non-tissé, à partir d'un point d'entrée dans le textile, il y a un très grand nombre de cheminements possibles, le grain pouvant se déplacer dans le plan de la nappe. Avant d'étudier la répartition des chemins possibles, comment les définit-on ? A partir d'un point d'entrée, sont-ils limités par un cône à 20°, 35, 90 ou 135° ? Si la signification physique de O n, tels qu'il est défini dans les recommandations pour les unités et les symboles de ce colloque est évidente dans le cas des matériaux tissés, elle ne l'est donc pas du tout dans le cas des non-tissés. L'approche de ce terme par les différents auteurs recouvre d'ailleurs souvent des réalités physiques très diverses.

D'autre part, la courbe granulométrique de sols ayant traversé le géotextile ne peut nous donner que la dimension des plus gros éléments qui peuvent le traverser. Le reste de la courbe est fonction du ou des sols testés et des modalités de l'essai. Une telle courbe ne peut donc absolument pas donner une répartition des pores. Ces raisons nous ont conduit à garder comme seule caractéristique de filtration le diamètre des plus gros éléments pouvant traverser le géotextile, appelé "diamètre de filtration D_f ".

L'essai que nous avons retenu est l'essai de filtration hydrodynamique, déjà présenté au colloque de PARIS en 1977. Un sol fin à granulométrie continue et étalée est introduit dans des paniers dont le fond est constitué par le géotextile à étudier. Les paniers sont alternativement plongés et ressortis de l'eau (fig. 1). A l'émersion du panier, l'eau contenue dans le tamis entraine par percolation les particules du sol à travers le filtre. A l'immersion, il se produit un décolmatage qui brise le filtre naturel tendant à se former, en cours d'essai, à la surface du géotextile et chasse les grosses particules qui peuvent obstruer des pores. Le sol qui traverse le géotextile est décanté et recueilli pour analyse granulométrique. Nous avons essayé de mesurer l'influence des différents paramètres sur le résultat des essais.

- Influence du sol : nous avons testé 3 sols différents dont la granulométrie est donnée sur la figure 2.

- Quantité de sol au dessus du géotextile : nous avons testé une charge de sol dans les paniers de 2,2 kg, 1,1 kg et 0,7 kg de sol sec.

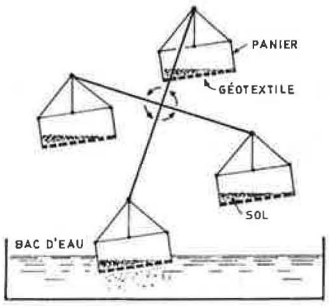

Fig. 1 : dispositif d'essai de filtration hydrodynamique

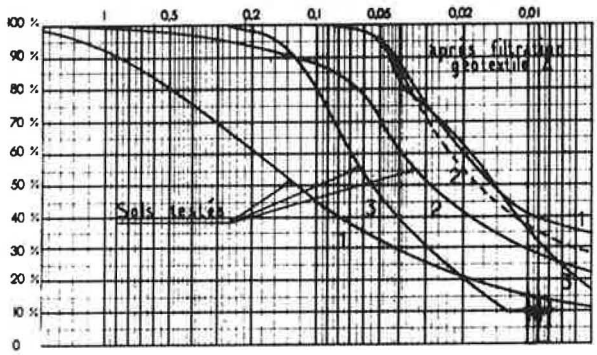

Fig. 2 : filtration hydrodynamique - sols testés

- Durée de l'essai : pour la vitesse de rotation normale de l'appareil, on a procédé à des essais pendant 7, 16 et 24 h.
- Variation du niveau d'immersion : par rapport au niveau normal d'immersion, on a procédé à des essais avec des variations de - 2, - 4 et + 2 cm.
- Vitesse : des essais ont été faits à vitesse de rotation double pendant 24 h.

Le résultat d'une partie de ces essais est porté dans le tableau I. Ces résultats montrent une faible variation de la partie la plus grossière du sol ayant traversé le textile. Celle-ci est d'ailleurs principalement due aux variations du géotextile plutôt qu'aux variations de mode opératoire ; ce qui n'est pas le cas par contre pour la partie fine de la courbe granulométrique.

. Pour des produits déformables, on a constaté une augmentation significative de la partie grossière du tamisat, lorsqu'on laisse le produit libre de se déformer sous le poids du sol.

. La quantité de sol ayant traversé le géotextile met en évidence des tendances, mais ce n'est pas un paramètre reproductible. Elle dépend en effet de l'arrangement du sol sur le géotextile et du temps d'essai .

Compte tenu de ces remarques, le mode opératoire a été fixé de la façon suivante :

- Le géotextile est placé sur une grille pour éviter sa déformation
- Sol utilisé : dimension maximale supérieure à 2 fois le diamètre de filtration : coefficient d'uniformité $d_{60}/d_{10} > 6$.
-Quantité de sol: 2 kg ± 1 par panier, la quantité dans chaque panier devant être la même.

Tableau I

Géotextile	durée essai	sol	d_{60}/d_{10}	poids de sol par panier d_{60}	immersion maximale des paniers	d_{97}	d_{95}	d_{90}
A	24h	1	60	2,2	10	50	47	41
	24	2	13,3	2,2	10	52	48	43
	24	3	5,8	2,2	10	53	50	45
	7	1		2,2	10	47	43	38
	16	1		2,2	10	45	43	38
	24	1		1,1	10	55	49	44
	24	1		0,7	10	53	48	38
B	24	1		2,2	10	53	48	37
	17	1		2,2	10	47	44	37
	24	1	vitesse double	2,2				
	24	1		0,7	10	55	50	44
	24	2		2,2	10	55	42	36
effet du niveau C	24	1			14 cm	96	92	60
	24	1			12 cm	94	90	60
	24	1			8 cm	100	95	60

- Profondeur de pénétration du panier dans l'eau : 10 cm ± 1
- Nombre de cycles immersion - émersion : 2.500
- Rapport entre le temps de ressuyage t_r et le temps d'immersion t_i

tel que $\frac{t_r}{t_i} = 4,5 \pm 0,5$

- Temps d'essai compris entre 12 et 36 h, le temps d'essai étant tel qu'en fin de ressuyage, lors des derniers cycles, il n'y ait plus d'eau au dessus du géotextile.
- Le dispositif d'essais doit être tel que l'eau d'égouttage d'un panier ne tombe pas dans le panier suivant (projection d'éléments grossiers hors des paniers)
- Le diamètre de filtration retenu est $D_f = d_{95}$ du sol ayant traversé le géotextile. Ce diamètre est plus facile à appréhender que le d_{97} et moins sensible que le d_{90} aux conditions expérimentales.
- Par ailleurs, nous avons montré que le diamètre de filtration d'un géotextile dépend de sa masse surfacique, de sa structure et de son indice des vides. La masse surfacique et l'épaisseur du géotextile doivent donc être notées.

II - ESSAIS DE FILTRATION

Les essais de filtration statiques en laboratoire constituent un intermédiaire indispensable entre des essais relatifs à la mesure de caractéristiques intrinsèques des géotextiles (mesures de diamètre de filtration par exemple) et l'observation in situ des ouvrages. Ces essais sont effectués soit à l'occasion d'études particulières, soit dans le cadre d'études systématiques. C'est surtout à ce deuxième titre que le CEMAGREF a effectué des essais de filtration statique.

Deux appareils ont été utilisés. L'appareil (A) est en aluminium et ne permettait l'observation qu'à postériori ; l'appareil (B) est en plexiglas et permet l'observation directe des entrainements en particulier lorsque les couleurs sont suffisamment contrastées.

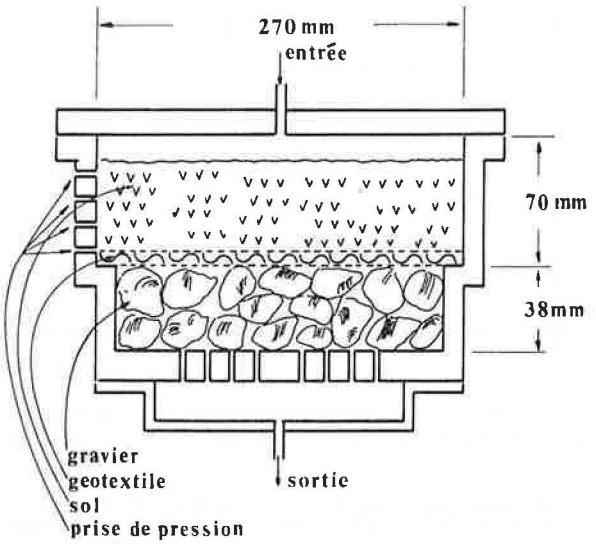

Fig. 3 : Appareil A d'essai de filtre

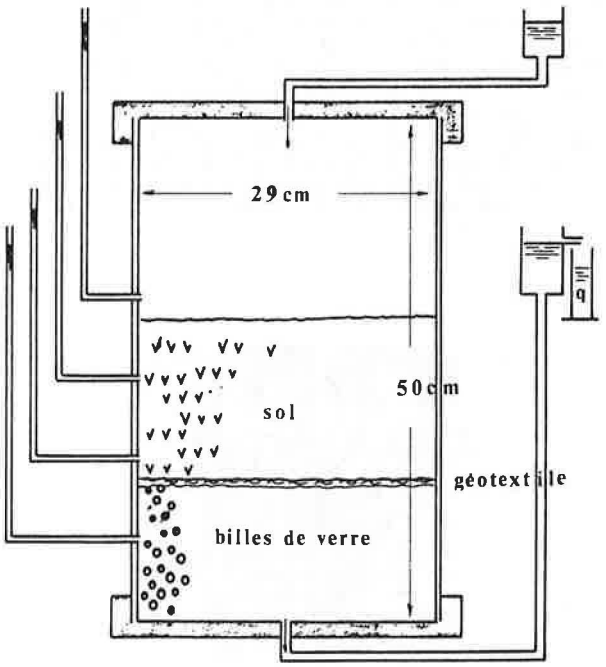

Fig. 4 : Appareil B d'essai de filtre

Trois sols différents ont été testés :

- un limon d'Orly $d_{95}=60\mu, d_{50}=16\mu$, 26% des éléments < 2 μ
- un"sable"de Modane $d_{85}=36\mu, d_{50}=16\mu$ $d_{60}/d_{10}=7$, 7% des éléments < 2 μ
- un sable de Champlan $d_{85}=110\mu, d_{50}=100\mu$ $d_{60}/d_{10}=1,1$, 7% des éléments < 80μ , 2% des éléments < 20μ

Pour tous les essais, la charge étant appliquée par paliers, afin d'obtenir des gradients : le débit, la charge à l'entrée, à la sortie et en des points intermédiaires du sol, étaient régulièrement mesurés.

II.1. Essais sur l'appareil A

Pour les 3 essais effectués, le géotextile utilisé est un Bidim U34 (diamètre de filtration de 125 μ)

Le premier essai a été effectué sur le sable de Modane (6,2 cm d'épaisseur), il a duré 9 mois et a comporté 9 gradients hydrauliques (1,2,3,4,5,6,7,8 et 10). Jusqu'au gradient 8, les variations de débit et de charge aux points intermédiaires marquent une dispersion acceptable à partir de la loi de Darcy. Au gradient 10 (charge de 60cm), deux phénomènes sont apparus : d'abord la charge aux points intermédiaires était, dès l'application de cette charge, voisine de 60 cm et elle a peu varié ; le débit, normal en début d'essai, a diminué lentement pour être divisé par 2 après 15 jours : compte tenu des variations de débit, il y a donc eu transfert de la perte de charge à l'entrée du géotextile (le reste du sable voyant sa perméabilité augmenter), puis un colmatage progressif de cette zone de contact. Il faut souligner que ce phénomène de colmatage immédiat s'est produit à perméabilité globale constante.

Le deuxième essai a porté sur du sable de Champlan (même géotextile) d'épaisseur 7 cm. Pour des gradients de même valeur maintenus 24 h, on peut noter une variation régulière de débit avec le gradient ; par contre, aux points de mesure de charge intermédiaires, celle-ci a à peine augmenté (8 à 10 cm, alors que la charge totale variait de 10 à 70 cm). Dans ce cas, la zone en contact avec le géotextile a perdu ses fines et sa perméabilité a augmenté d'un coefficient 10, alors que la tranche supérieure de l'échantillon gardait une perméabilité constante qui déterminait les variations du débit global.

Le troisième essai a porté sur un limon d'Orly, et les observations faites sur le débit et les pertes de charge sont analogues au cas précédent.

Dans ces trois essais effectués avec une faible couche de sol dans un appareil de diamètre relativement important, les règles de filtre que nous proposons n'étaient pas respectées. Les observations ont montré d'abord qu'aux faibles gradients, il était difficile d'observer la moindre anomalie de comportement ; par contre pour les gradients élevés, on a observé deux phénomènes opposés : un blocage des particules à l'entrée du géotextile (1er essai), un lessivage du sol à proximité immédiate du géotextile (2ème et 3ème essai).

II.2. Essais sur l'appareil B

A partir de sable de Champlan, compacté à l'optimum Proctor sur 20 cm, 4 géotextiles ont été étudiés :

- essai n° 1 : géotextile aiguilleté, réf. N1B-FAP, masse surfacique 433 g/m2, diamètre de filtration 50 μ
- essai n° 2 : géotextile aiguilleté, réf. Bidim U24, masse surfacique 203 g/m2, diamètre de filtration 120μ
- essai n° 3 : géotextile aiguilleté, réf. Sommer n° 13, masse surfacique 254 g/m2, diamètre de filtration 170μ
- essai n° 4 : géotextile aiguilleté, réf. Sommer 2A 17, masse surfacique 484 g/m2, diamètre de filtration 250μ

Les gradients globaux appliqués (0,5, 1, 2, 4 et 8) étaient maintenus selon les cas, entre 3 et 5 jours. L'eau utilisée est au préalable désaérée.

Comme précédemment, les mesures ont porté sur le débit et les pertes de charge. De plus, l'état du géotextile a été examiné non seulement en fin d'essai, mais encore les entrainements éventuels étaient visibles à travers le plexiglas.

Par rapport à la série d'essais précédents, il faut noter une épaisseur de sol 3 à 4 fois plus forte et un véritable compactage de ce sol (95 à 98 % de l'optimum Proctor normal).

La figure n° 5 représente la répartition de la charge le long de l'échantillon de sol, la charge ayant été prise nulle au niveau du géotextile. Les valeurs portées sont celles obtenues en fin de palier après écoulement sous gradient constant pendant 3 à 5 jours. On peut noter que l'incurvation des courbes H (z) s'est accentuée progressivement ; il y a donc eu réduction relative de perméabilité dans la partie supérieure du sol.

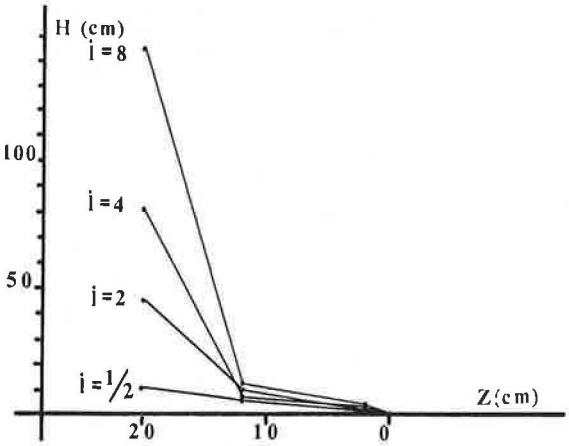

Fig. 5 : Essai n° 1 Variation de la charge dans le sol à protéger.

Les figures 6 et 7 représentent l'évolution du débit en fonction du gradient mesuré localement à l'amont immédiat du géotextile. Chaque courbe correspond à un palier de gradient global.

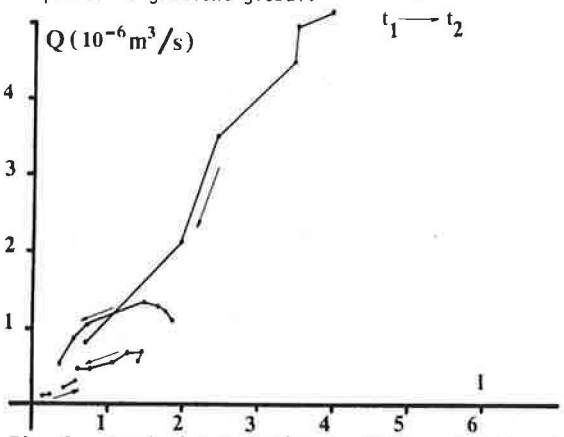

Fig. 6 : Essai n° 1 Evolution du débit en fonction du gradient dans le sol à proximité immédiate du géotextile

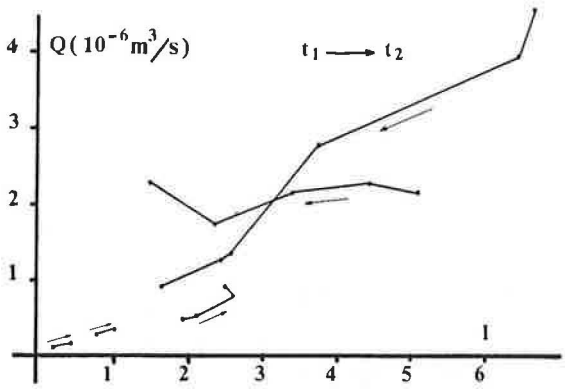

Fig. 7 : Essai n° 3 Evolution du débit en fonction du gradient dans le sol à proximité immédiate du géotextile

De façon générale, aux gradients globaux 1/2 et 1, la relation débit gradient local est linéaire, sauf pour l'essai N° 4 pour lequel un débourrage est constaté au gradient global 0,5. Aux gradients globaux 2 et 4, on constate un certain débourrage en particulier pour le gradient 4 de l'essai n° 3. Systématiquement au gradient global 8, il faut souligner la proportionnalité entre débit et gradient local.

Aucun dépôt solide n'a été constaté, tant au niveau des billes de verre que dans le bac de réception. La figure 8 montre une lame mince effectuée sur géotextile en fin d'essai n° 2, on peut constater la très faible proportion de particules retenues; pour les 3 autres essais, les observations sont analogues.

De ces essais, il faut retenir 3 éléments essentiels : les variations locales importantes de gradient en cours d'essai, l'influence du gradient sur le comportement d'ensemble, la tolérance probablement très grande que l'on peut admettre vis-à-vis des règles de filtre énoncés en § IV.2.

Fig. 8 : Coupe du géotextile en fin d'essai n° 2

III - PERMEABILITE

III.1.Permittivité

Celle-ci variant peu sous contrainte (réduction de l'ordre de 1/2 à 1/3 pour une augmentation de contrainte de 2 KPa à 250 KPa, d'après Gourc) il est suffisant,pour les applications courantes, de mesurer la permittivité sous contrainte nulle.

L'appareil que nous avons développé en commun avec l'I.T.F. permet de mesurer la permittivité, sans contrainte sur un échantillon de 70 mm de diamètre. L'alimentation se fait en eau désaérée et la mesure est faite sous perte de charge constante comprise entre 0,01 et 0,05 m. La difficulté principale pour l'exécution de ces essais réside dans le maillage des échantillons. En particulier, lorsque ceux-ci présentent une certaine hydrophobie, les résultats peuvent varier de façon considérable : par exemple, augmentation dans un rapport de 20 lorsque l'on passe d'un trempage de 10 mn à 48 h. pour un aiguilleté présentant une hydrophobie assez marquée. L'échantillon n'était d'ailleurs pas encore pleinement saturé après 48 h de trempage.

III.2. Transmissivité

Deux types d'appareil ont été développés, en commun avec SOMMER.

- mesure de la transmissivité du géotextile seul (fig. 9)

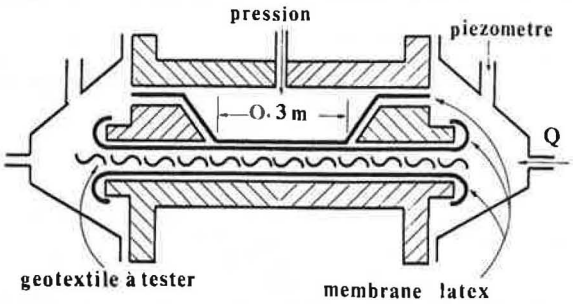

Fig. 9 : mesure de la transmissivité du géotextile seul

L'échantillon de géotextile, de 20 cm de large est placé dans une manchette en latex de 0,3 mm d'épaisseur. La contrainte est appliquée sur une longueur de 0,30 m par une deuxième membrane, gonflée à l'air. L'alimentation de l'appareil est faite en eau désaérée et on procède à la mesure du débit, au débitmètre pour des gradients de 1/3 et de 1, sous des contraintes croissantes. Le débit à vide de l'appareil est pratiquement négligeable et est soustrait de la mesure si nécessaire. Les mesures sont faites après un temps d'application de la contrainte de 1 h minimum.

- mesure de la transmissivité au contact du sol (fig.10)

Le principe de l'appareil est analogue. Le géotextile est placé entre deux couches de sol compactés. Les dimensions utiles de l'échantillon sont 0,16 x 0,30 m. Un intervalle de 0,02 m est laissé entre l'échantillon et les parois latérales pour éviter tout effet de bord. Le sol est comprimé par une membrane gonflée à l'air, les parois latérales du moule sont graissées Le sol utilisé est, soit un sol de référence (limon d'Orly = limon argileux compacte à O.P.N. + 2), soit un échantillon du sol provenant du site pour lequel le géotextile est étudié.

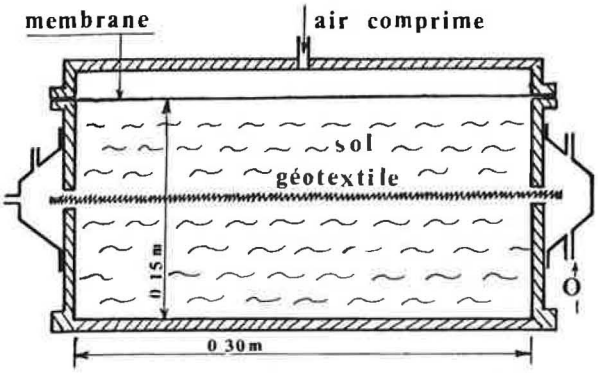

Fig.10: mesure de la transmissivité du géotextile au contact du sol

Les mesures sont faites suivant le même principe que pour l'appareil précédent.

- comparaison entre les 2 types de mesure

Les comparaisons diffèrent notablement en fonction de la structure du géotextile : tissé ou non-tissé

produits non tissés

L'accord est assez bon entre les deux types de mesure si l'on tient compte des remarques suivantes.

Le compactage exerce sur le sol et le géotextile une pression de préconsolidation, de l'ordre de 100 KPa. La transmissivité du géotextile dans le sol est donc, à contrainte faible, sensiblement égale à celle que l'on trouve sous 100 KPa pour la transmissivité mesurée sous géotextile entre membrane. Vers 200 KPa, les valeurs sont sensiblement identiques.

Pour certains sols, comme la craie, on peut observer un lessivage au contact avec le géotextile. Ceci entraine une augmentation apparente de la transmissivité (supérieure à celle mesurée sans sol) et se traduit par un écoulement d'eau très chargée dans le géotextile. Ce phénomène est d'autant plus marqué que le diamètre de filtration du textile est élevé. On peut craindre, dans la pratique, un colmatage du géotextile drainant. L'emploi d'un composite avec couche filtrante fine paraît recommandé dans ce cas.

produits tissés

Les valeurs obtenues entre membranes sont supérieures de plusieurs puissances de 10 à celles obtenues pour un géotextile noyé dans le sol. Ceci peut être attribué à une pénétration de la membrane latex dans la structure du tissé très inférieure à celle du sol.

Il semble donc que les mesures de transmissivité entre membranes et à fortiori entre deux plaques rigides, ne sont pas représentatives de la transmissivité des produits tissés dans le sol. Il semble qu'il en soit de même pour les produits composites composés d'une grille en plastique et d'une couche filtrante fine.

IV - DIMENSIONNEMENT

Remarque générale - mouillabilité des géotextiles

Pour l'emploi dans un rôle hydraulique, il est fondamental que le géotextile présente une bonne mouillabilité, et que celle-ci soit pérenne.

Le non fonctionnement de certains systèmes drainants (drains PVC enrobés de géotextiles) observé en France

est attribué de façon certaine, à la mauvaise mouillabilité de l'enrobage.

IV.1. Drainage

Le dimensionnement d'un système de drainage par géotextile se fait par l'application de la loi de Darcy ; $q = \theta i$. Les principes suivants doivent être respectés :

- La transmissivité θ à prendre en compte est celle mesurée sous la contrainte subie dans l'ouvrage : poids des terres et surcharges pour un géotextile horizontal ou incliné (car en pratique, dans ce cas, il y a de fréquents paliers horizontaux), poussée butée ou action des terres au repos pour des géotextiles verticaux. L'action due au compactage du sol doit être prise en compte si elle est supérieure aux contraintes ci-dessus.

- Pour la détermination du gradient i , deux cas sont à considérer
  . si l'on désire un drainage parfait (potentiel hydraulique égal à la cote du point), le géotextile doit avoir une pente (angle β avec l'horizontale) et une collecte à la pression atmosphérique en partie basse. Le débit maximal que peut évacuer le géotextile, pour respecter les conditions ci-dessus, est alors $q_u = \theta \sin \beta$
  . Dans les autres cas et en particulier si $\beta \simeq 0$, il apparaît obligatoirement une pression interstitielle u dans le géotextile. A partir de cette valeur, il est possible de calculer la transmissivité, compte tenu de la distance entre le point où u sera maximum et celui où le géotextile sera à la pression atmosphérique, et du débit à évacuer.

Pour le drainage de grande surface (drainage horizontal, drainage sous remblai ...), il peut être intéressant d'intercaler des collecteurs fonctionnant à surface libre constitués par de simples drains plastiques perforés, la transmissivité nécessaire variant généralement comme le carré de la distance entre collecteurs.
Exemples :
Drainage horizontal : (2)

Ce type de drainage peut être intéressant pour les terrains de sports, jardins sur dalles etc... Pour une pluie d'intensité I (en m3/s) et une cote maximale de la surface libre Z_0 au dessus d'un géotextile horizontal, l'écartement L entre 2 collecteurs est :

$$L = 2\sqrt{\frac{2\theta}{I}\left(1 - \frac{I}{K_s}\right) Z_0}$$

- géotextile sous remblai sur sol compressible, GIROUD propose (3) la relation :

$$\theta = \frac{L^2 K_s}{\sqrt{c_v . t}} \quad \text{d'où un écartement } L = \sqrt{\frac{\theta\sqrt{c_v\, t}}{K_s}}$$

t étant le temps de construction du remblai

La comparaison de cette relation avec les simulations faites par différences finies, par Bourdillon (4) montre que cette relation conduit a une augmentation du temps de consolidation inférieure à 20 % par rapport à un drainage parfait. Si les collecteurs sont placés perpendiculairement au remblai, leur section peut généralement être faible et cette solution sera beaucoup plus économique que l'utilisation d'un géotextile de très forte transmissivité.

Drainage vertical dans les barrages
Pour des ouvrages de moins de 20 m et compte tenu de la faible perméabilité des massifs, un seul collecteur est généralement suffisant, en partie basse. Il est recommandé de mettre ce collecteur dans une tranchée drainante. Le CEMAGREF a étudié 3 ouvrages de ce type de hauteur comprise entre 10 et 17 m. Le drainage est assuré par des géotextiles aiguilletés de masse surfacique comprise entre 550 et 700 g/m2.

IV.2. Règles de filtre

Rappelons d'abord que les tests relatifs aux caractéristiques de filtration ne fournissent en fait qu'une caractéristique intrinsèque que nous avons intitulé : diamètre de filtration D_f et que les liens entre granulométrie des vides, porométrie et filtration en sont à leurs premières ébauches.

La plupart des propositions relatives au choix des filtres en géotextile, sont basées soit sur une extension des règles appliquées aux filtres en sols pulvérulents, soit sur un nombre limité d'essais réalisés dans des conditions particulières. Il nous a paru préférable de recommander les règles les plus contraignantes.

- sol pulvérulent
  . sol à granulométrie étalée ayant tendance à être autofiltrant $D_f \leqslant d_{85}$
  . sol à granulométrie étroite $(d_{60}/d_{10} \leqslant 4) D_f \leqslant 0{,}8\ d_{50}$
- sol cohérent
  . mêmes règles sans descendre en dessous de 50 μ

De nombreux auteurs ont proposé ou proposeront des règles moins strictes en cas de faible gradient, de forte plasticité, de coefficient d'uniformité élevé, ou d'écoulement alterné.

Dans le cas des barrages où la sécurité et la pérennité sont des caractéristiques essentielles, nous considérons que la satisfaction des règles proposées ne pose pas, en général, de difficultés particulières, n'implique pas de surcoût notable et apporte les garanties indispensables de maintien de la fonction attendue.

L'attention du projeteur doit être attirée sur le fait que ces règles s'appliquent à des matériaux homogènes (attention à la ségrégation en cas de granulométrie très étalée) et normalement compactés, avec un bon contact sol-géotextile (maintien d'une contrainte normale permanente). Elles ne sauraient être appliquées sans études particulières à des sols difficiles de granulométrie discontinue, évolutifs ou dispersifs.

De l'approche classique présentée, on peut s'éloigner: un géotextile placé sous un noyau mince fortement incliné vers l'amont peut très bien se colmater entièrement sans provoquer de désordres de l'ouvrage, à condition qu'il n'y ait aucune particule qui traverse le géotextile. Ce mécanisme peut d'ailleurs constituer un dispositif de prévention des renards extrêmement efficace.

Les réflexions devront donc à l'avenir s'orienter d'abord vers l'étude de la porométrie sous contrainte normale effective, du complexe sol-géotextile et vers l'observation d'ouvrages, mais ensuite nous devrions pour les géotextiles imaginer des fonctions nouvelles et spécifiques, en particulier dans les travaux hydrauliques

Références

(1) LOUDIERE D. et al."L'utilisation des géotextiles dans les barrages en terre" Proceedings of the 14th congress in large dams (RIO 1982)
(2) FAYOUX D."Porométrie, perméabilité, drainage" Rapport présenté aux Journées franco-espagnoles d'études des géotextiles (BARCELONE 1981)
(3) GIROUD J.P."Designery with geotextiles" RILEM Matériaux et Construction-Juillet,Août 1981 p. 257-272
(4) BOURDILLON M."Utilisation des textiles non-tissés pour le drainage" Rapport de recherche n° 54 L.C.P.C. (LYON 1976).