Progetto transfrontaliero Italia-Francia ALCOTRA Projet transfrontalier Italie-France ALCOTRA



RISBA



REPORT FINALE

Tache 2.4a Durabilité et conception des dispositifs d'étanchéité par géomembrane

> G. STOLTZ, L. PEYRAS, M. BOUTRY, D. POULAIN, P. MERIAUX



Performance des dispositifs d'étanchéité par géomembrane (DEG) vis-à-vis de sollicitations de poinçonnement

Contexte et objectif

 Cette action se focalise sur le dispositif d'étanchéité par géomembrane (DEG) des barrages

• Objectifs :

- mieux définir la performance du DEG : mettre en place un protocole expérimental de qualification et des critères quantitatifs

- établir des recommandations techniques pour la conception du DEG



Illustration du poinçonnement







Problématique du poinçonnement

 Description : le poinçonnement est le phénomène qui peut, à court ou long terme, conduire à des déformations/endommagements de la géomembrane pouvant aller jusqu'à la rupture de l'étanchéité

 Dans le cas des retenues d'altitude, l'origine du poinçonnement vient principalement d'une couche support trop agressive et d'un géotextile de protection insuffisant





Dispositions constructives

 Pour prévenir le poinçonnement, on met en place une couche support de granulométrie fine et un géotextile pour assurer la fonction de protection

 Une conception inadaptée (couche support trop agressive et géotextile mal dimensionné) est préjudiciable vis-à-vis de la durabilité de la géomembrane (maintien de la fonction d'étanchéité dans le temps)



Absence de démarche de qualification du dispositif d'étanchéité par géomembrane



Démarche mise en œuvre dans le projet RISBA

- A Développement d'un protocole expérimental pour évaluer la performance d'un DEG vis-à-vis des sollicitations de poinçonnement
- B Campagne d'essais avec une géomembrane PVC-P et sur des matériaux 0 – 31.5 et Résultats
- **C** Recommandations techniques
- **D** Les perspectives





Développement d'un protocole expérimental (1/3) 1 – Simulation des conditions de pression in-situ sur l'ensemble du DEG

Essai d'endommagement par poinçonnement hydrostatique



Reproduction de la couche support



Mise en place du géotextile de protection



Mise en place de la géomembrane







Développement d'un protocole expérimental (2/3) 2 – Sortie des échantillons et analyse visuelle des endommagements

exemples



Géotextile (face inférieure)



Géomembrane (face inférieure)



Géomembrane (face supérieure)

Observation de la présence de trous, indentations, déformations, etc.

L'examen visuel permet une première analyse de la performance d'un DEG.



Développement d'un protocole expérimental (3/3)

3 – Test de la résistance mécanique résiduelle (géomembrane endommagé) et comparaison avec sa résistance intrinsèque (géomembrane vierge)







Essais en cours



Series1



Fin d'essai : percement ou éclatement



Si la résistance mécanique de la géomembrane endommagée a chuté par rapport à la résistance intrinsèque

➔ Le DEG jugé non satisfaisant pour assurer la fonction de protection de la géomembrane



Validation du protocole (1/2)

Endommagement d'une géomembrane et déformation plastique proche de la rupture par percement



Résultats essai d'éclatement



Validation du protocole (2/2)

Caractéristiques intrinsèques des géomembranes vierges :

Déformation maximale à l'éclatement ε_{max} : 68,6% (moyenne sur 5 échantillons)

Prise en compte de l'écart-type multiplié par 1,4 selon les Eurocodes

 $\Rightarrow \epsilon_{max} - 1,4 \ \sigma$ = 65,0 % : limite du seuil d'acceptation

Comparaison avec les caractéristiques de la géomembrane endommagée :

$$\Rightarrow \epsilon_{max} = 57 \% << 65 \%$$

➔ Performance de la géomembrane endommagée inacceptable

Conclusion :

L'essai de traction multiaxiale est adapté pour détecter des géomembranes







Campagne d'essais (1/3)

- 4 géotextiles (GTX) non tissés aiguilletés
- masse surfacique comprise entre 500 et 1000 g/m²
- fibres en polypropylène recyclées et vierges



<u>13.136</u> GTX-N 800 g/m² Fibres en polypropylène recyclé



09.096 GTX-N 800 g/m² Fibres en polypropylène vierge



<u>13.155</u> GTX-N 900 g/m² Fibres en polypropylène vierge



<u>10.011</u> GTX-N 1000 g/m² Fibres en polypropylène vierge



Campagne d'essais (2/3)

Géomembrane synthétique monocouche homogène en PVC-P opaque non armée obtenue par co-extrusion et ayant une épaisseur de 1,9 mm



Granulats 0 – 31,5 mm qui correspond plus à du 5 – 31,5 dû à une migration de fines vers le bas





Campagne d'essais (3/3)

Programme d'essais : 6 essais

Essai	GMB	Granulat	GTX	Pression [bar]	Durée [h]
PH1	PVC-P 13-138	Gangue avec granulat concassé	13-136	1,75	100
PH3			09-096	1,75	100
PH4			09-096	1,75	100
PH5			10-011	1,75	100
PH6			13-155	1,75	100
PH8			néant	5,25	100



Résultats



PH8 - aucun GTX
Visuel : fortes déformations et indentations
ɛmax = 57%
➔ Protection insuffisante



PH1, GTX : 800 g/m², fibres recyclés
Visuel : Fortes déformations
ɛmax = 55%
→ Protection insuffisante



PH3, GTX : 800 g/m² Fibres vierges *Visuel : fortes déformations* ɛmax = 63%





PH4, GTX : 800 g/m²
Fibres vierges
Visuel : déformations
εmax = 71%
→ Protection acceptable



PH5, GTX : 1000 g/m²
Fibres vierges
Déformations
εmax = 71%
→ Protection acceptable



PH6, GTX : 1000 g/m²
Fibres vierges *Déformations*εmax = 72%
→ Protection acceptable

Rappel du seuil acceptable : 65%



Résultats du projet RISBA - Recommandations Techniques

- un protocole expérimental pour qualifier la performance des DEG visà-vis de l'endommagement de poinçonnement :
 → à la disposition des bureaux d'étude et maitres d'ouvrage
- la masse surfacique d'un géotextile ne permet pas à elle seule d'assurer la fonction de protection du DEG
- Les couches de forme granulaire 0-31,5 mm trop agressives
 → recommandation de mise en place d'une couche de forme en sables ou graves avec D_{max} de 20 mm
- pour deux géotextiles de masse surfacique égale, des fibres polypropylènes vierges apportent une meilleure protection que des fibres recyclées
- dans les conditions testées, seuls les géotextiles composés de fibres polypropylène vierges et dont la masse surfacique est supérieure à 1000 g/m² ont permis d'assurer la fonction protection de façon suffisante.