



Journée Technique du CFG  
« Les géosynthétiques en milieu fluvial et maritime »  
Orléans– 5 Avril 2023

# Utilisation des géotextiles dans le cadre des épaissements des digues de Loire au niveau du val d'Authion (37 et 49)

Alexandre VALENZIANO – Auguste KABORE  
Antea Group

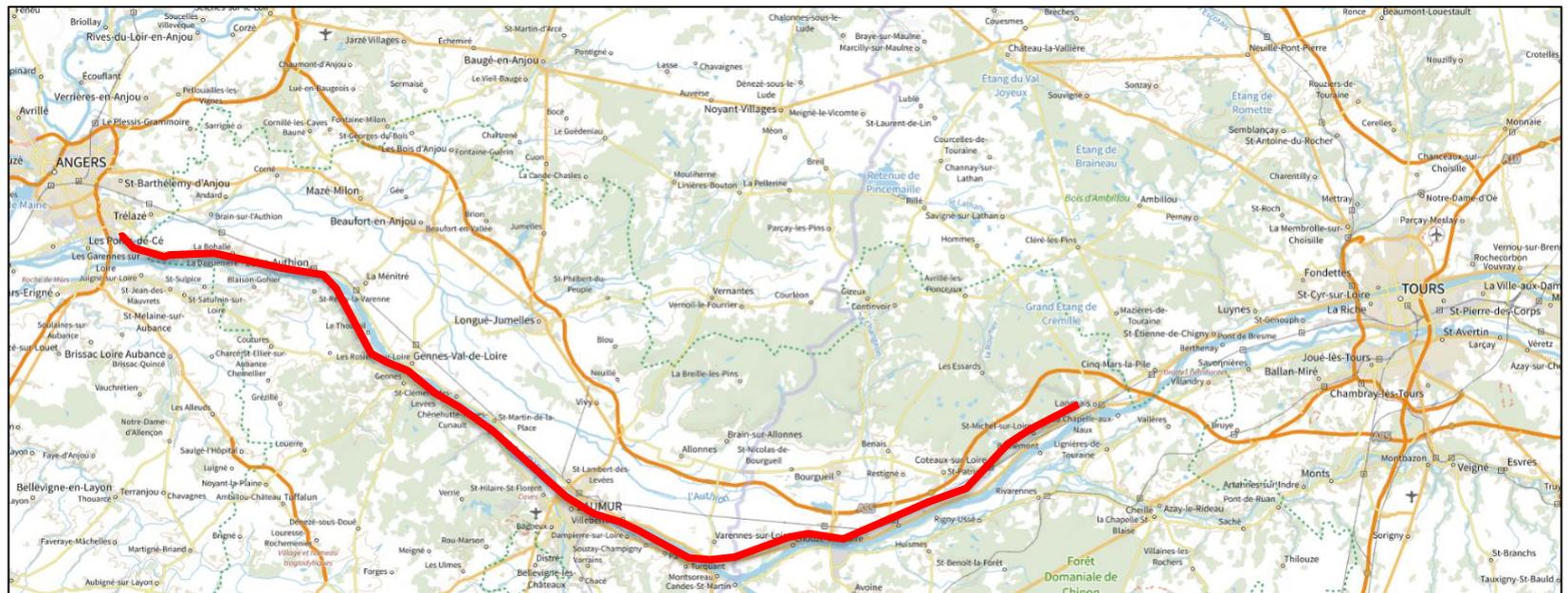


# Utilisation des géotextiles dans le cadre des épaisissements des digues du val d'Authion (37 et 49)

## Présentation du projet

Le système d'endiguement du val d'Authion :

- se situe en rive droite de la Loire ;
- protège 63 000 habitants ;
- est de classe A ;
- comporte 79,15 km de levées.



# Utilisation des géotextiles dans le cadre des épaissements des digues du val d'Authion (37 et 49)

## Présentation du projet

Etude de dangers des levées de Loire du Val d'Authion de 2014

- secteurs à probabilité de rupture significative identifiés

En 2016, programme de fiabilisation rédigé par le BET DREAL :

- Sur le 37
  - 7 opérations ;
  - budget de travaux 17 600 000 € TTC ;
  - 15,4 km de digues à fiabiliser.
- Sur le 49
  - 5 opérations ;
  - budget de travaux 13 800 000 € TTC ;
  - 12 km de digues à fiabiliser.

# Utilisation des géotextiles dans le cadre des épaissements des digues du val d'Authion (37 et 49)

## Présentation du projet

Parmi ces opérations, 5 d'entre elles portent sur des épaissements de talus.

- Sur le 37
  - OP 2 : Etanchéification et épaissement de digue à La-Chapelle-sur-Loire ;
  - OP 3 : Etanchéification et adoucissement de talus à Chouzé-sur-Loire ;
  - OP 5 : Renforcement et adoucissement de talus de digues de Saint-Patrice-sur-Loire et de Chouzé-sur-Loire.
- Sur le 49
  - OP 2 : Epaissement de la digue à Varennes-sur-Loire ;
  - OP 3 : Epaissement de la digue à Saint-Martin-de-la-Place.

# Utilisation des géotextiles dans le cadre des épaissements des digues du val d'Authion (37 et 49)

## Problématiques traitées par les travaux d'épaississement

### Digues du Val d'Authion

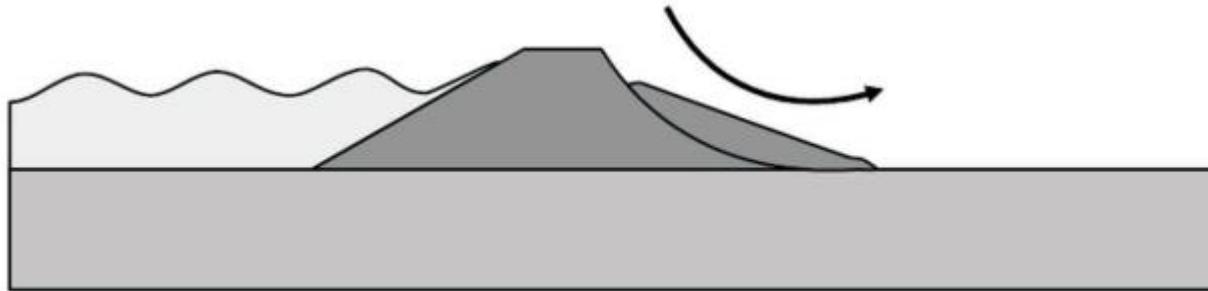
- Digues en terre composées de sable  $\pm$  argileux et/ou d'argile sableuse ;
- 3 à 7 m de hauteur ;
- Pente moyenne du talus côté Val de 2/1 ;
- Parfois perré maçonné côté Loire.



## Utilisation des géotextiles dans le cadre des épaissements des digues du val d'Authion (37 et 49)

# Problématiques traitées par les travaux d'épaississement

Instabilité au glissement



Extrait de l'International Levee Handbook

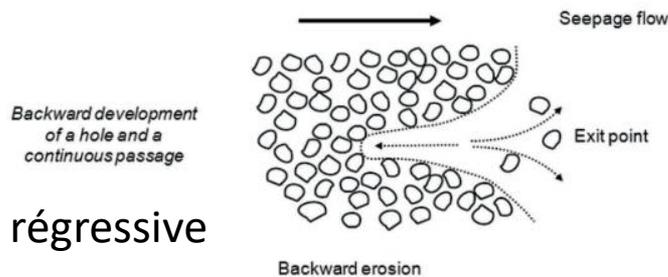
# Utilisation des géotextiles dans le cadre des épaissements des digues du val d'Authion (37 et 49)

## Problématiques traitées par les travaux d'épaississement

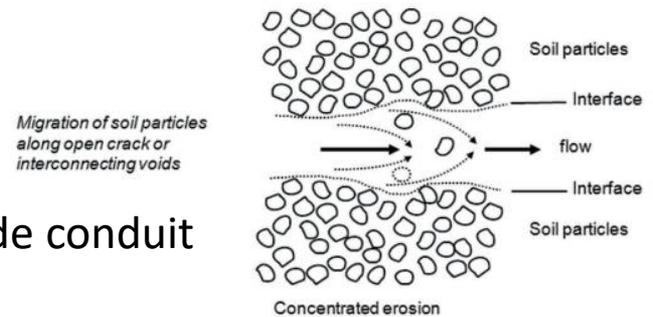
### Erosion interne

- 4 types d'érosion

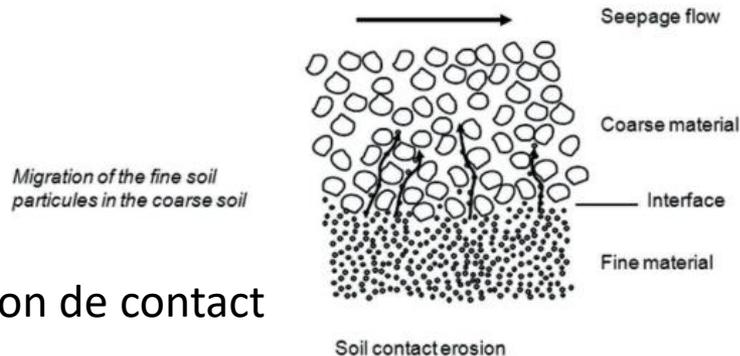
#### Erosion régressive



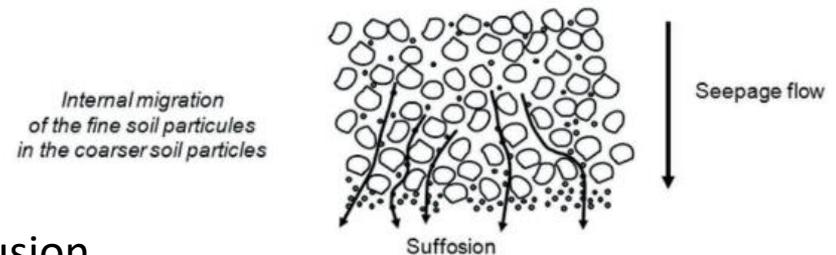
#### Erosion de conduit



#### Erosion de contact



#### Suffusion



Extraits de l'International Levee Handbook

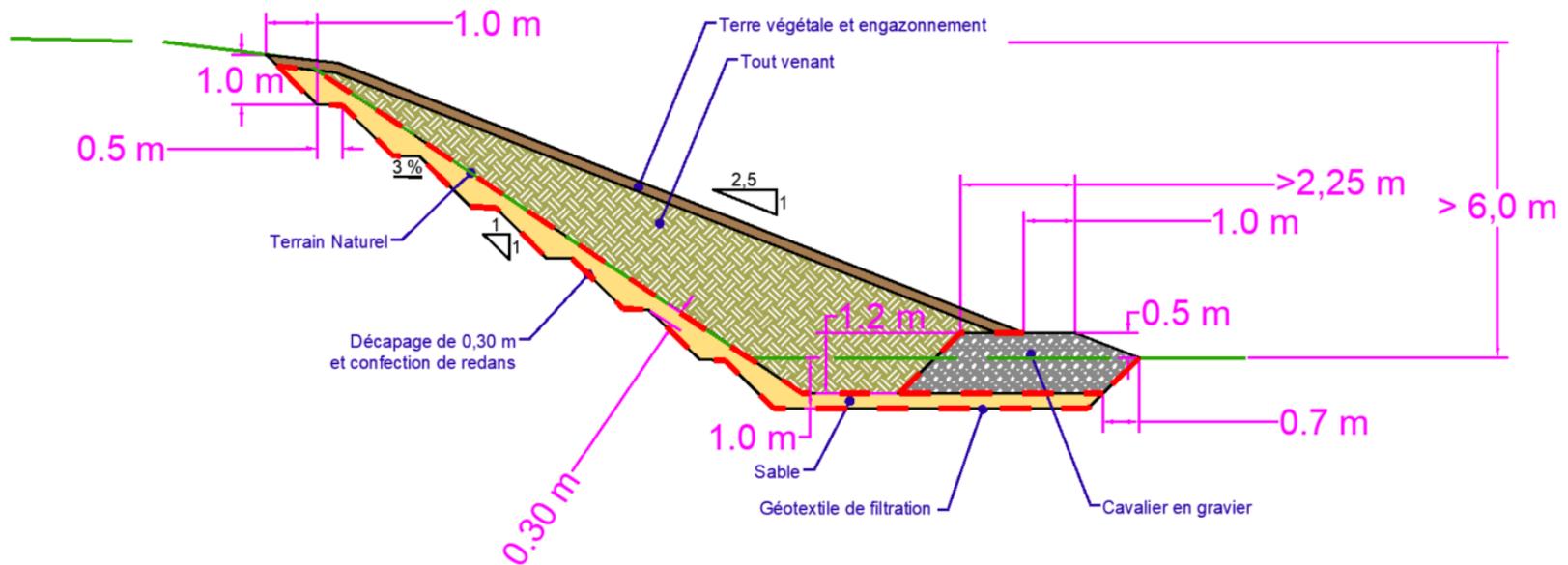
# Utilisation des géotextiles dans le cadre des épaissements des digues du val d'Authion (37 et 49)

## Programme de travaux

- Décapage de la terre végétale
- Création de redans
- Mise en œuvre du premier géotextile de filtration
- Mise en œuvre d'une couche drainante de sable sur 30 cm
- Mise en œuvre du second géotextile de filtration
- Mise en œuvre du cavalier drainant enveloppé dans un géotextile de filtration
- Remblaiement avec du tout-venant
- Renappage de la terre végétale et ensemencement

# Utilisation des géotextiles dans le cadre des épaissements des digues du val d'Authion (37 et 49)

## Programme de travaux



# Utilisation des géotextiles dans le cadre des épaisissements des digues du val d'Authion (37 et 49)

## Choix du géotextile de filtration

Utilisation des recommandations CFG

Rôle d'un filtre géotextile :

- Maintenir les particules pour qu'elles ne soient pas mises en mouvement par l'écoulement à l'intérieur du massif
- Laisser la libre circulation de l'eau sur le long terme

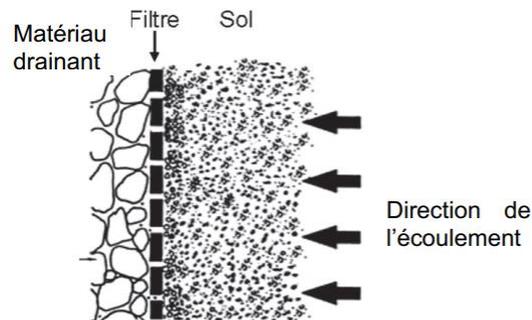


Figure 18 -Principe du fonctionnement d'un filtre géotextile



# Utilisation des géotextiles dans le cadre des épaissements des digues du val d'Authion (37 et 49)

## Choix du géotextile de filtration

Paramètres du sol à connaître :

- Granulométrie du sol ;
- Equivalent de sable ;
- Cohésion ;
- Dispersivité ;
- Densité ;
- Perméabilité ;
- Gradient hydraulique.

Problème sur les digues de Loire -> Terrain relativement hétérogène sur les linéaires traités

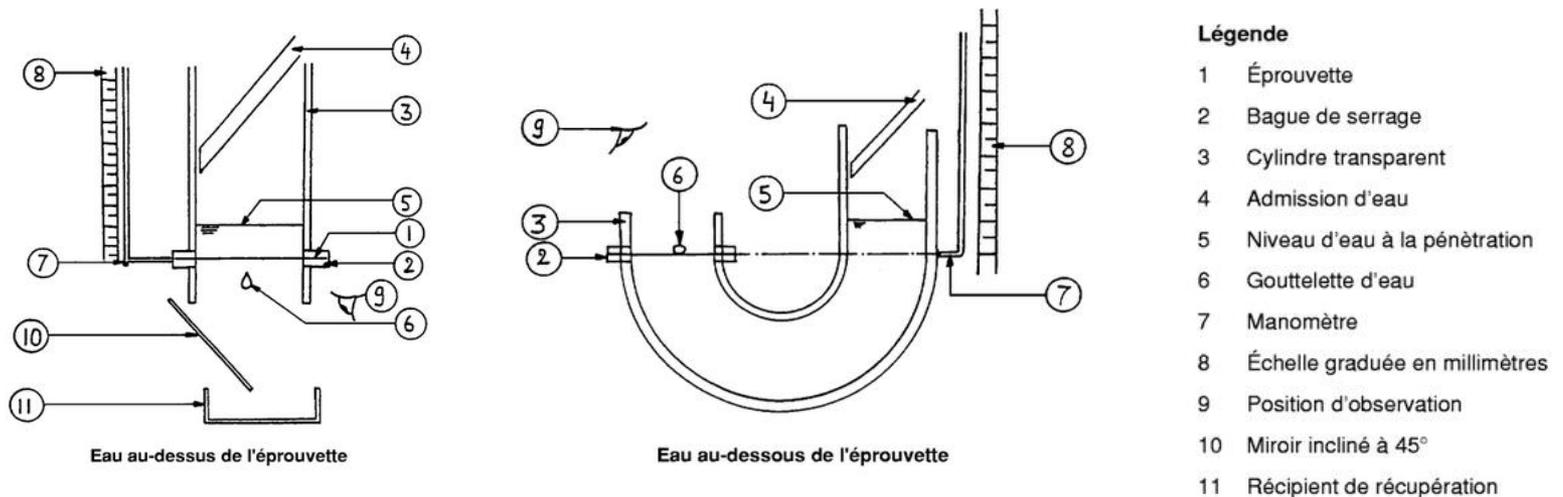
# Utilisation des géotextiles dans le cadre des épaisissements des digues du val d'Authion (37 et 49)

## Choix du géotextile de filtration

### Critère de pénétration de l'eau

- Pression d'eau inférieure à 5 mm

Essai NF EN 13562 permettant de mesurer la résistance à la pénétration de l'eau



Extrait de la norme NF EN 13562

# Utilisation des géotextiles dans le cadre des épaissements des digues du val d'Authion (37 et 49)

## Choix du géotextile de filtration

### Critère de perméabilité

- $V_{H50}$  : Vitesse d'écoulement transversal au géosynthétique sous une différence de charge hydraulique de 50 mm
- Coefficient de sécurité appliqué tenant compte :
  - De la pollution du filtre par les particules de sol
  - De l'effet de la compression du géosynthétique sur sa perméabilité
- $k_s$  : perméabilité du sol (sur les digues de Loire  $10^{-7} \text{m/s} \leq k_s \leq 10^{-5} \text{m/s}$ )
- $i_s$  : le gradient hydraulique à proximité du filtre

Types d'ouvrage	Critère de perméabilité
Pour les ouvrages de classe de conséquence élevée (barrages en terre, par exemple)	$V_{H50} > 10^3 k_s \cdot i_s$
Autres ouvrages (tranchée drainante, drainage talus et versants)	$V_{H50} > 10^2 k_s \cdot i_s$
Dans le cas de sables propres	$V_{H50} > 10 k_s \cdot i_s$

Extrait des Recommandations pour l'emploi des Géosynthétiques dans les systèmes de drainage et de filtration

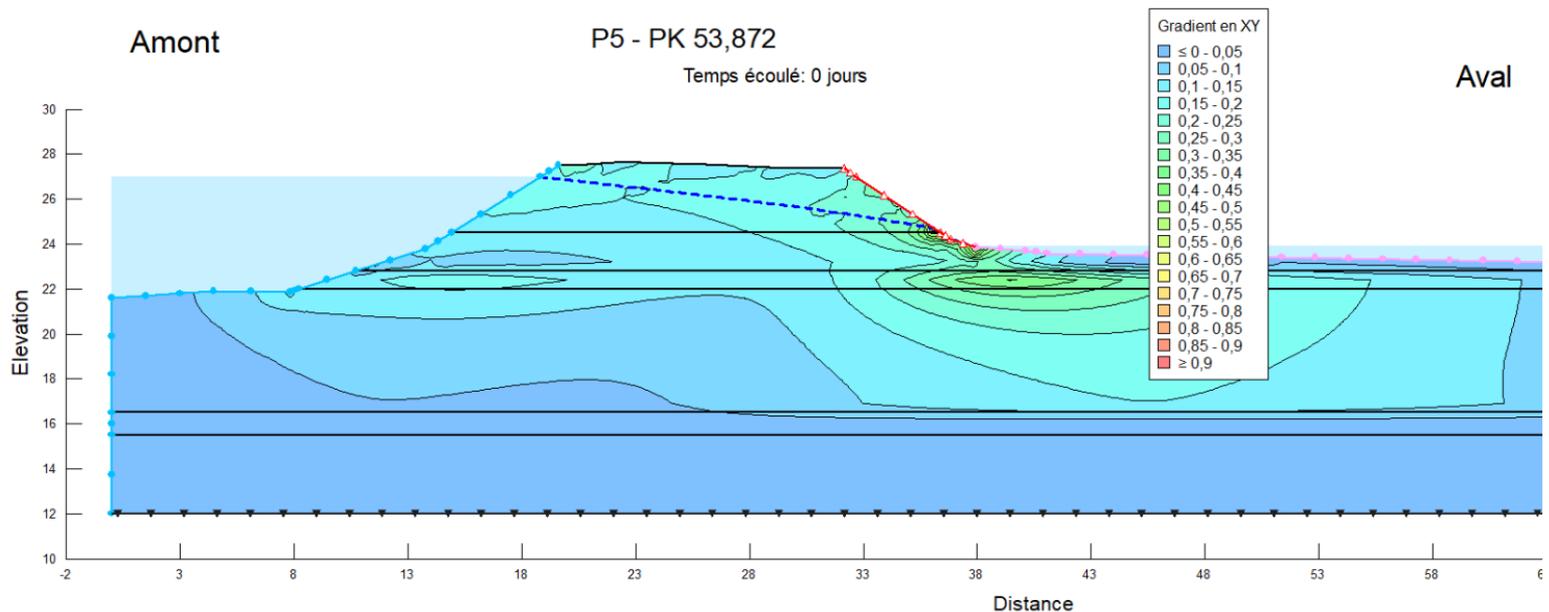
# Utilisation des géotextiles dans le cadre des épaissements des digues du val d'Authion (37 et 49)

## Choix du géotextile de filtration

### Critère de perméabilité

$i_s$  : le gradient hydraulique à proximité du filtre défini ici sur la base d'une modélisation Seep/w

Dans notre cas :  $v_{h50} > 10^3 * 10^{-5} * 1 = 10^{-2} \text{m}^2/\text{s}$



# Utilisation des géotextiles dans le cadre des épaissements des digues du val d'Authion (37 et 49)

## Choix du géotextile de filtration

### Critère de non rétention des fines

Le géotextile doit pouvoir laisser passer les éléments fins tout en retenant le squelette, d'où :

$$O_{90} \geq 63 \mu\text{m}$$

O<sub>90</sub> -> ouverture de filtration caractéristique du géosynthétique

# Utilisation des géotextiles dans le cadre des épaissements des digues du val d'Authion (37 et 49)

## Choix du géotextile de filtration

### Critère de rétention du squelette

L'ouverture de filtration du géosynthétique doit être inférieure à la dimension  $d_c$  représentative des particules constituant le squelette du sol multipliée par un coefficient C.

$d_c$  fixé en fonction de la granulométrie du sol ( $d_{85}$  pour granulométrie peu étalée ou  $d_{50}$  pour granulométrie étalée).

Coefficient C fonction de :

- L'influence de la forme de la courbe granulométrique ;
- L'influence de la capacité du sol à filtrer ;
- L'influence du gradient hydraulique  $i_s$  dans le sol à filtrer au voisinage du géotextile ;
- Du rôle du géosynthétique (filtre seul ou filtre-drain).

# Utilisation des géotextiles dans le cadre des épaisissements des digues du val d'Authion (37 et 49)

## Choix du géotextile de filtration

### Critère de rétention du squelette

- Pour les sols cohérents, si valeur calculée inférieure à  $80 \mu\text{m}$  alors  $O_{90} \leq 80 \mu\text{m}$  ;
- Pour les sols non cohérents, si valeur calculée inférieure à  $63 \mu\text{m}$  alors essai de comportement à prévoir.

Dans le cas des digues de Loire, généralement  $O_{90} \leq 80 \mu\text{m}$ .

# Utilisation des géotextiles dans le cadre des épaissements des digues du val d'Authion (37 et 49)

## Choix du géotextile de filtration

### Caractéristiques retenues sur les digues de Loire :

- Critère de pénétration de l'eau : Pression d'eau < 5 mm
- Critère de perméabilité :  $Vh50 > 10^{-2}m^2/s$
- Critère de non rétention des fines :  $O90 \geq 63 \mu m$
- Critère de rétention du squelette :  $O90 \leq 80 \mu m$

# Utilisation des géotextiles dans le cadre des épaissements des digues du val d'Authion (37 et 49)

**Merci à tous !**