

# 4ème Colloque sur les digues maritimes et fluviales de protection contre les inondations

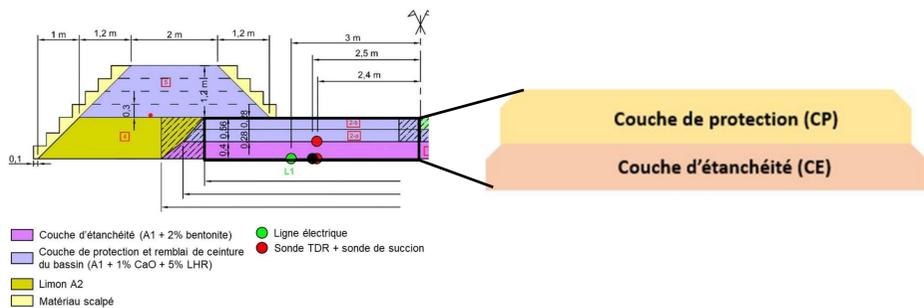
Aix-en-Provence | 27-29 mars 2024



## Etude de la réalisation de dispositif d'étanchéité complet par traitement in situ des matériaux : performances et retour d'expérience

L. Saussaye, G. Potié, V. Berche, D. Mercadier, R. Benot, A. Mehenni, C. Alléon

Dans le cadre des études de conception du Canal Seine-Nord-Europe, la Société du Canal Seine-Nord Europe envisage la possibilité de réemployer les sols présents dans la trace du canal, limons et craies, traités avec différents additifs, pour constituer un dispositif d'étanchéité complet (DEC). Celui-ci pourrait être appliqué au cas des digues de protection contre les inondations. Des planches d'essais ont été réalisées fin 2020. Elles ont ensuite été mise en charge sous 1 m d'eau pendant 1 an. Les performances du DEC ont été suivies tout au long de sa réalisation, après 1 an d'immersion et à long terme par des contrôles destructifs et non destructifs.



Dispositif d'étanchéité complet en limon traité instrumenté par une ligne électrique pour la mesure de la résistivité électrique des matériaux (rond vert) et, des sondes de mesure de leur teneur en eau volumique, de leur température et de la succion (ronds rouges)

### Suivi du DEC en limon traité à court et long termes

#### Contexte

La SCSNE a confié la réalisation de planches d'essais en limon traité au groupement d'entreprises partenaire afin de vérifier la faisabilité d'un tel dispositif en termes d'exécution, de perméabilité et d'érodabilité, à court et à long termes (durabilité).

#### Enjeux et objectifs

La conception du dispositif d'étanchéité prend en compte des enjeux exceptionnels tels que, par exemple :

- ✓ la maîtrise des pertes par infiltrations, lesquelles doivent rester en deçà d'une valeur de 0,62 m<sup>3</sup>/s pour tout l'ouvrage ;
- ✓ la durée de vie attendue, qui doit être supérieure à 75 ans.

Pour répondre à ces enjeux, l'objectif de perméabilité fixé pour la couche d'étanchéité en sol traité est de 10<sup>-8</sup> m/s sur une épaisseur de 40 cm.

Ce type de dispositif est transposable aux digues de protection contre les inondations, sur le talus côté eau. Il constitue une solution alternative à des dispositifs de type géomembrane, parement en béton...

#### Méthodologie et moyens

Les performances du DEC ont été contrôlé tout au long de sa réalisation puis 1 an après son immersion. Le protocole de suivi est complété par un contrôle non destructif à long terme de l'homogénéité et de l'étanchéité du DEC. L'objectif est de détecter le front de propagation de l'eau dans les couches du DEC, et de manière indirecte, d'évaluer leur perméabilité.

#### Conclusions et perspectives

Les critères visés pour le DEC constitué en limon traité sont atteints. Le suivi à court et à long termes permet de capitaliser des informations sur le comportement des sols traités et de définir des méthodes adaptées au contrôle des propriétés du DEC.

Fin 2023, le DEC a été carotté à différentes profondeurs afin d'évaluer la capacité de l'instrumentation à détecter les défauts ainsi générés.



#### Partenaires

- Société du Canal Seine-Nord Europe
- Bouygues TP
- ISL Ingénierie
- Razel-Bec
- Ramery TP
- Unisol
- Inrae
- Université Gustave Eiffel
- Cerema



Mise en charge hydraulique du DEC (2020-2021) (© Cerema)

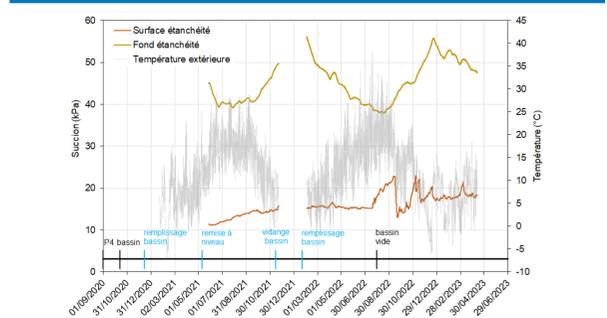


Station météorologique permettant d'évaluer l'évolution des paramètres enregistrés par rapport aux variations des conditions météorologiques (© Cerema)

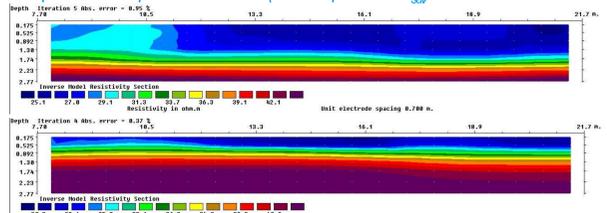
### MATERIAUX UTILISES

- **Couche d'étanchéité :**
  - Limon A1 + 2% bentonite calcique
  - $w = 16,4\% \approx w_{OPN} + 1$
  - $\rho_d = 1,70 \text{ t/m}^3 \approx 99\% \rho_{dOPN}$
  - 37 cm avec 1 passe de compacteur VP5 + 3 passes de compacteur V5
  - $k \approx 7.10^{-10} \text{ m/s}$  lors de la réalisation
  - $k < 5.10^{-9} \text{ m/s}$  après 1 an d'immersion
- **Couche de protection :**
  - Limon + 1% CaO + 5% LHR
  - $w = 16,5\% \approx w_{OPN}$
  - $\rho_d = 1,65-1,70 \text{ t/m}^3 \approx 96-99\% \rho_{dOPN}$
  - Couche inférieure : 32 cm avec 4 passes de compacteur V5
  - Couche supérieure : 26 cm avec 3 passes de compacteur VP5 et passe de compacteur V5
  - **Couche résistante à l'érosion (JET) lors de la réalisation et aux chocs après 1 an d'immersion**
  - $k < 2.10^{-8} \text{ m/s}$  après 1 an d'immersion
- **Point d'attention à porter sur les conditions de mise en œuvre**

### CONTRÔLES NON DESTRUCTIF



Evolution de la succion à la surface et au fond de la couche d'étanchéité en fonction du temps et de la température extérieure ( $\theta$  restant proche de  $\theta_{ss}$ )



Evolution de la résistivité électrique au fond de la couche d'étanchéité le 13 janvier 2021 puis le 19 avril 2021

