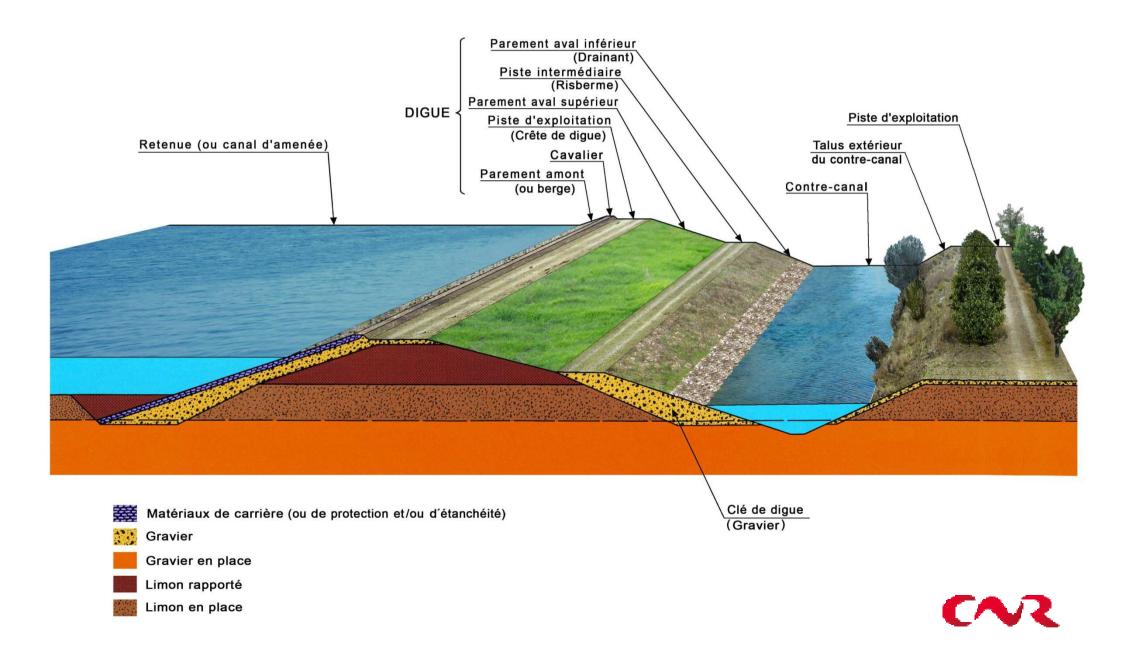


COUPE TYPE D'UNE DIGUE CNR



LES ENJEUX DE LA SURVEILLANCE

COMPRENDRE le(s) phénomène(s) enjeu majeur : l'érosion interne



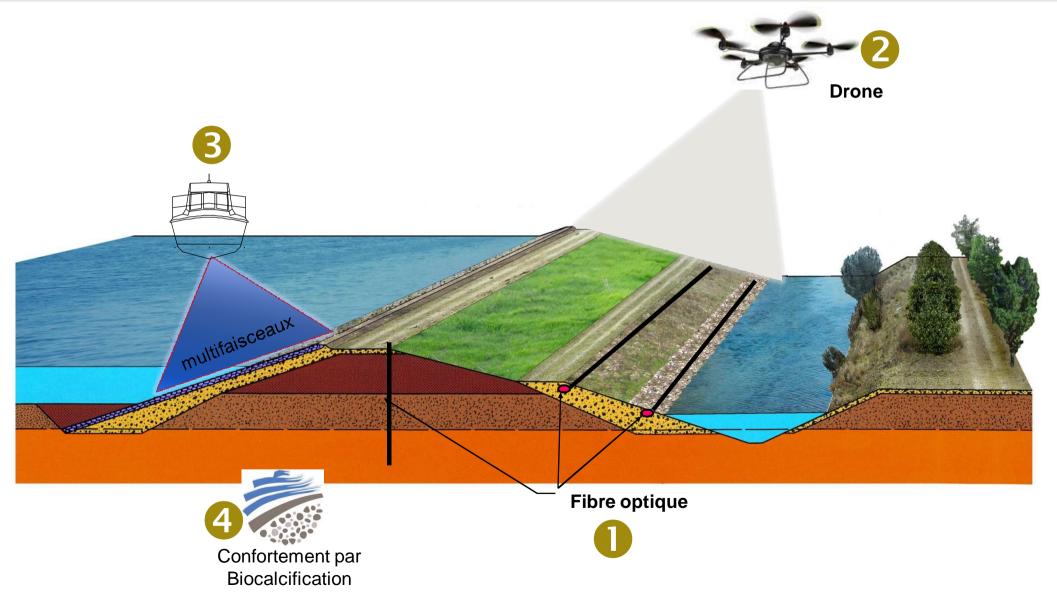
SURVEILLER l'évolution de(s) phénomène(s) :

CONFORTER l'ouvrage :

MAITRISER LE RISQUE DE DEFAILLANCE



4 PROJETS DANS LE CADRE DE DIGUES 2020





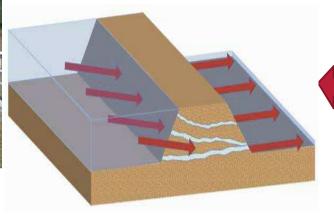
MESURES DE TEMPERATURES PAR FIBRE OPTIQUE POURQUOI CE PROJET ? ET QUELS OBJECTIFS POUR LA CNR.

☐ Mesure renforcée sur des zones d'incident soumise à érosion interne









À la CNR, cette pathologie est surveillée essentiellement par constats visuels rapprochés => chronophage et non continu ... et le phénomène est sournois (dynamique non connue)



Fibre optique utilisée pour la mesure de température



Logiciel d'analyse

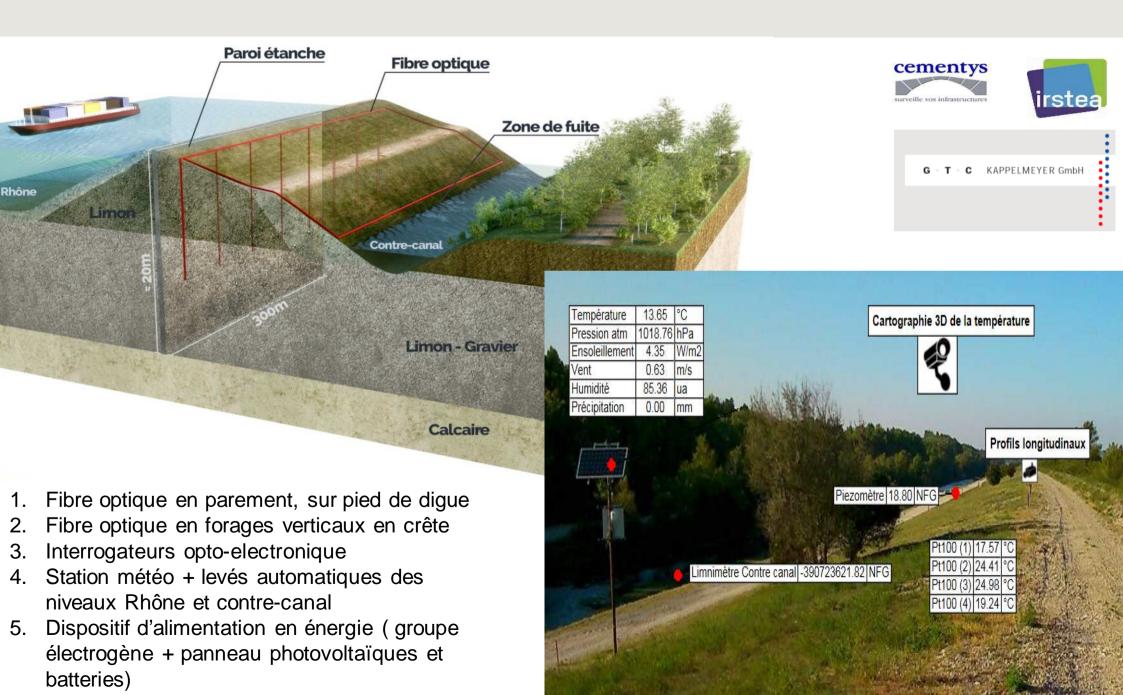


« Mesure »
de l'évolution
de l'érosion
interne

Analyses selon une méthode de type HST Etc..



MESURES DE TEMPÉRATURES PAR FIBRE OPTIQUE VUE DU PRINCIPE DE L'INSTRUMENTATION DU TRONÇON DE DIGUE (400M)

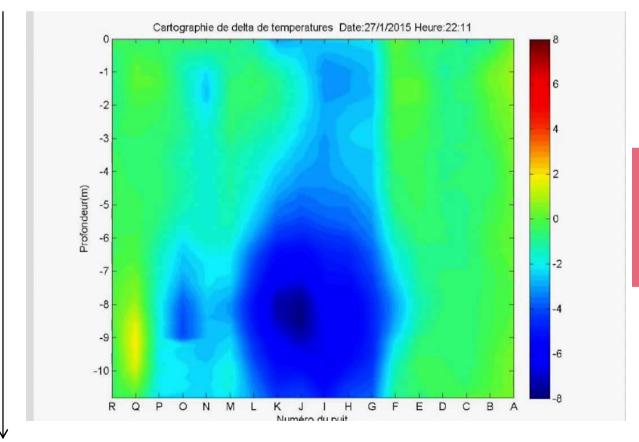


MESURES DE TEMPÉRATURES PAR FIBRE OPTIQUE RÉSULTATS ET CONCLUSIONS SUR LE SITE TEST

Suivi en temps réel pendant 18 mois des 400 m de digue (4 mois sans paroi étanche, et 14 mois avec paroi)

⇒ Une mesure intégratrice : continue dans l'espace (1 mesure par mètre) et dans le temps (toutes les 10 min)

Profondeur depuis la crête de digue



Cartographie des différentiels de température entre un corps de digue sain et la zone d'incident



MESURES DE TEMPÉRATURES PAR FIBRE OPTIQUE RÉSULTATS ET CONCLUSIONS

Aujourd'hui, nous disposons déjà de mesures

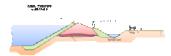
- continues dans l'espace (vision complète du corps de digue)
- continues dans le temps (temps réel)
- accessibles 24h/24h et 7j/7j
- complémentaires aux constats visuels.

....et demain

- Instrumentation d'autres sites
- Poursuite du développement du logiciel d'analyse (projet de recherche)

Objectif pour la CNR:

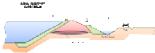
Obtenir **un système d'alerte sur l'érosion interne** pour déclencher la mise en place d'actions particulières (mesures complémentaires, constats visuels, travaux ..)





AUSCULTATION RENFORCÉE DES DIGUES PAR DRONE

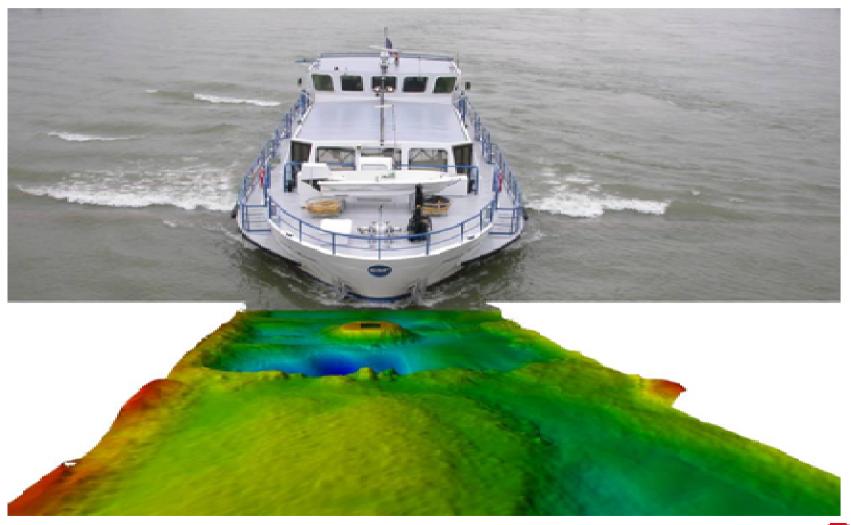






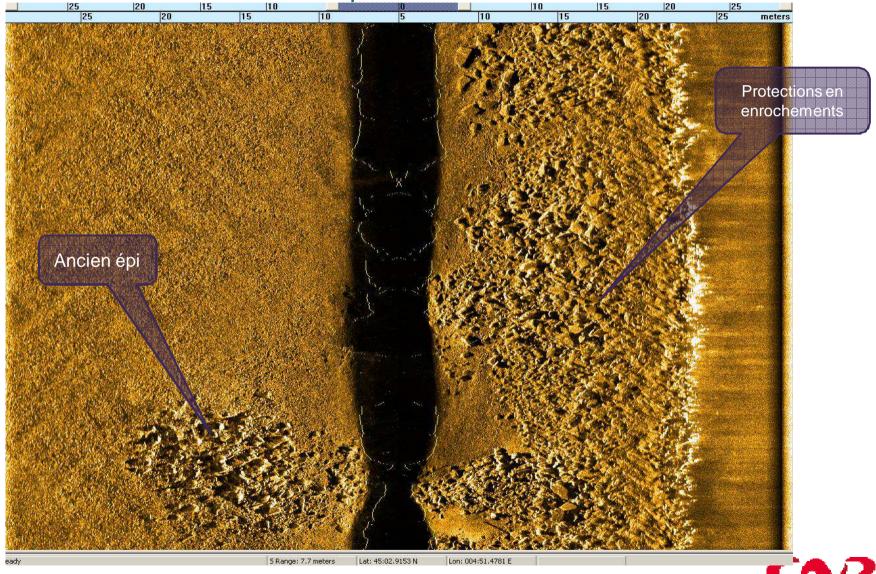
Bateau Frédéric Mistral

Equipé d'un sondeur Mulfifaisceaux



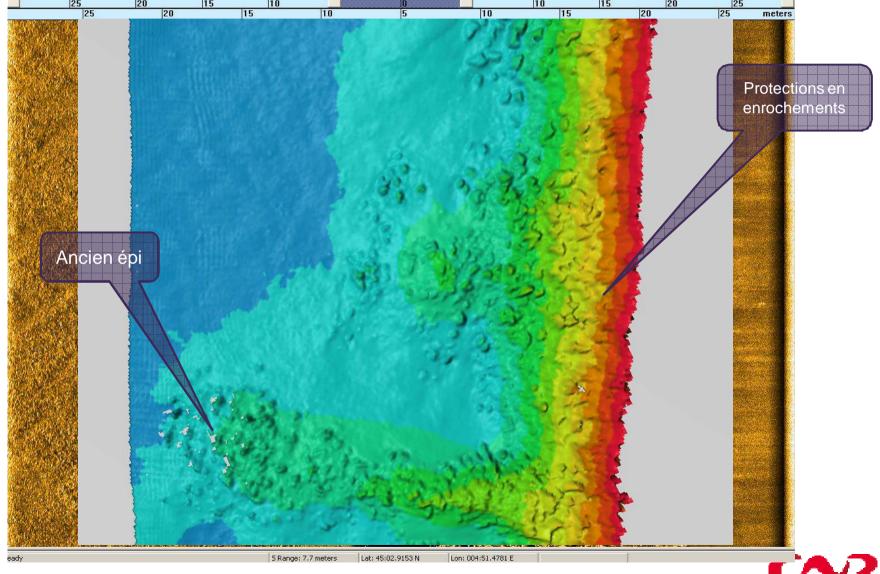
Digue de retenue avec enrochements de protection

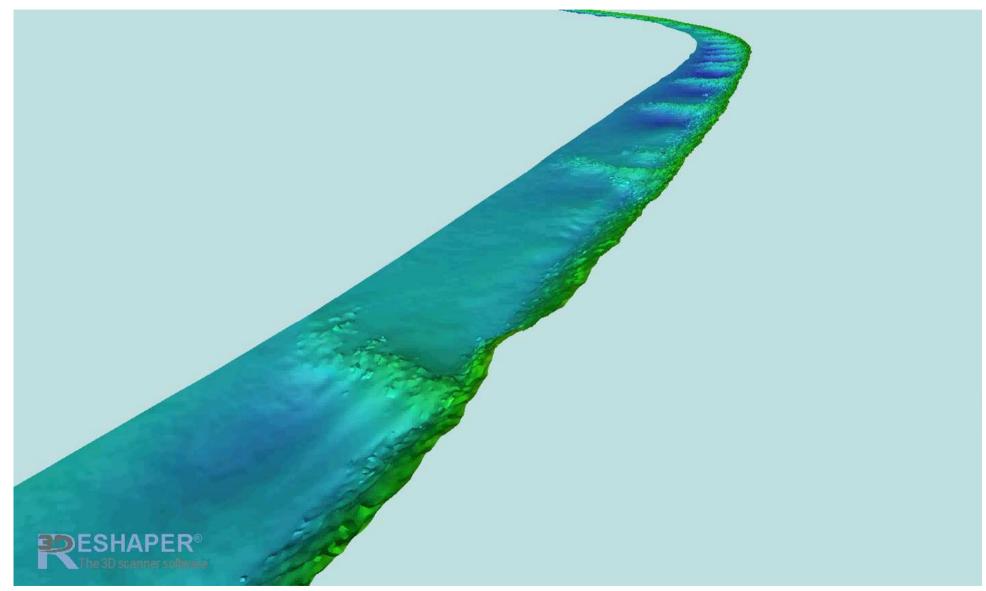
SONAL



Digue de retenue avec enrochements de protection

SMF







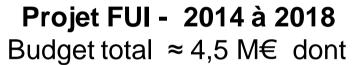






BOREAL : Bio Renforcement des OuvRagEs HydrAuLiques en remblais





















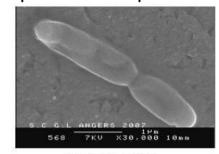


La reaction biochimique

Solution calcifiante = Urée+ chlorure de calcium CaCl₂

Bactéries

sporosarcina pasteurii







CaCl₂
$$CO(NH_2)_2 + 2H_2O \rightarrow 2NH_4^+ + CO_3^{2-}$$

 $Ca^{2+} + CO_3^{2-} \rightarrow CaCO_3 (s)$

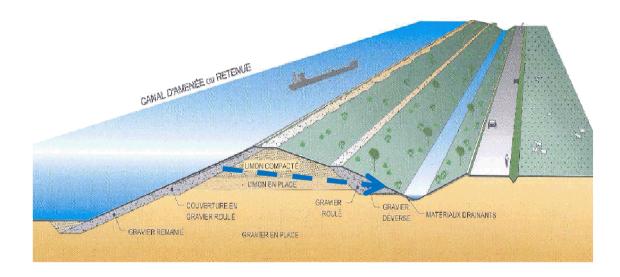






De BIOCALCIS à BOREAL

Rendre le procédé Biocalcis applicable sur les digues en charge pour valider un nouveau mode de renforcement des digues => principal verrou technologique: l'écoulement (vitesse)

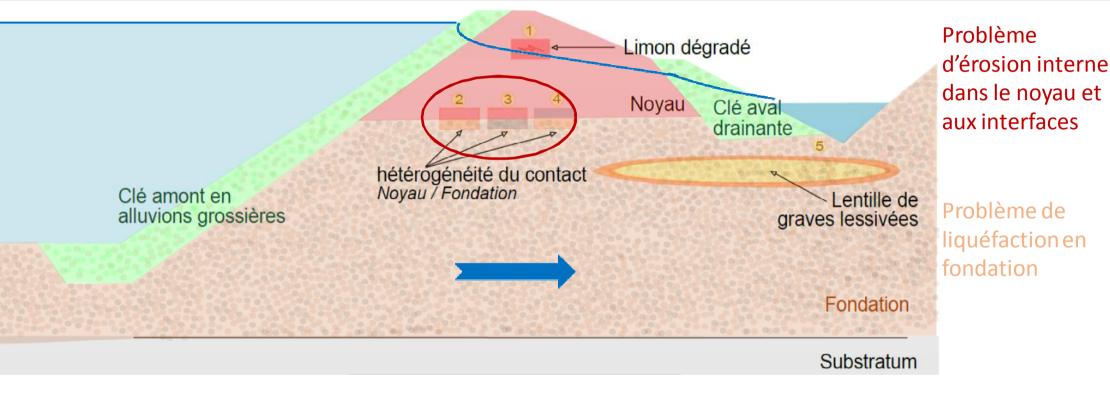


- ✓ **Démontrer les faisabilités technique, environnementale et économique** du bio-renforcement des ouvrages hydrauliques en charge
- ✓ Mettre sur pied une filière économique nationale capable de capter le marché à venir du renforcement des digues vis-à-vis de l'aléa sismique et celui sur la pathologie de l'érosion interne.



DÉFINITION DE LA DIGUE MODÈLE ET DES PROBLÉMATIQUES À TRAITER





Fondation: graves alluvionnaires (graves sablo-limoneuses)
Remblais de digue: limon sableux/ limon silteux/sables
limoneux

V d'écoulement (de Darcy)= 10⁻⁵ à 10⁻² m/s



4 PROJETS DANS LE CADRE DE DIGUES 2020

