

SÉCURISATION DU VIADUC DE L'ÎLE DE RÉ

Mesures Uscan & Instrumentation acoustique

Journées Techniques AFGC

Stéphane JOYE, 12.06.2024

Transforming your infrastructure into living assets



01

ENJEUX

02

MESURES USCAN

03

SURVEILLANCE ACOUSTIQUE

ENJEUX

▷ CONTEXTE –CABLES DE PRECONTRAINTE EXTERNE

Vieillesse des câbles de précontrainte Risque corrosion

Les câbles sont protégés de la corrosion:

- par une gaine PEHD
- injectée au coulis de ciment

Cause/facteurs aggravants :

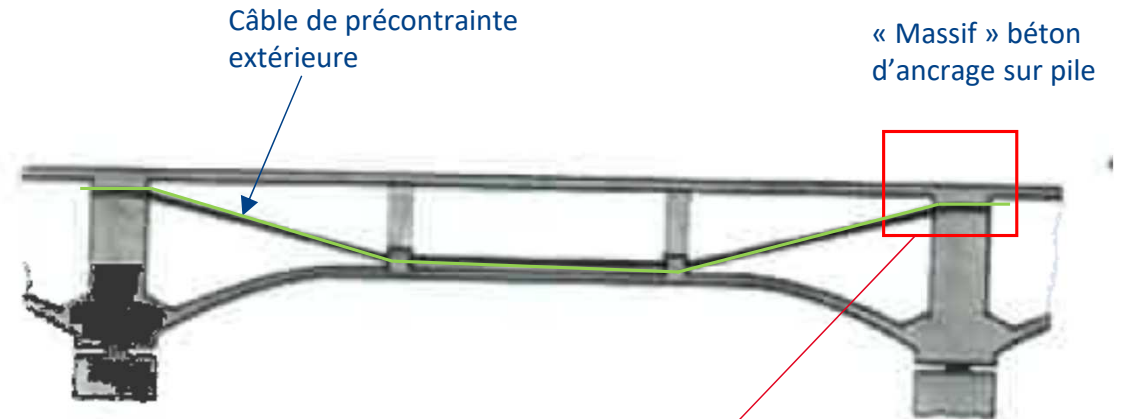
- défauts d'injection (aux ancrages, parties hautes de courbures du câbles)
- accumulation de contrainte aux courbures



Toron à 7 fils d'acier torsadés
diamètre 5 mm



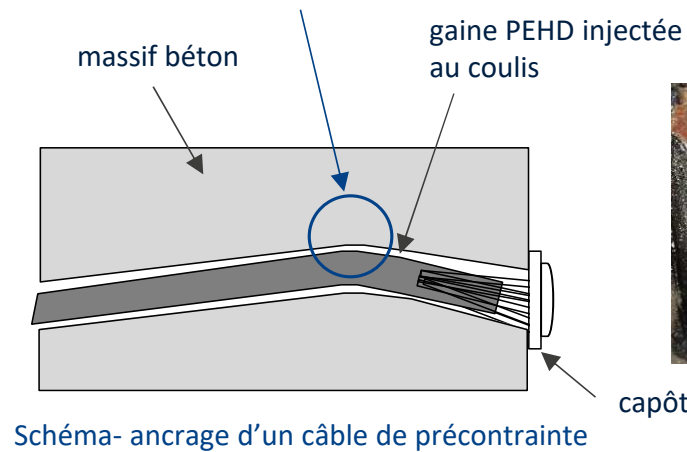
Section d'une gaine PEHD
injectée au coulis de ciment



Câble de précontrainte
extérieure

« Massif » béton
d'ancrage sur pile

Problème potentiel
injection coulis



massif béton

gaine PEHD injectée
au coulis

capôt

Schéma- ancrage d'un câble de précontrainte

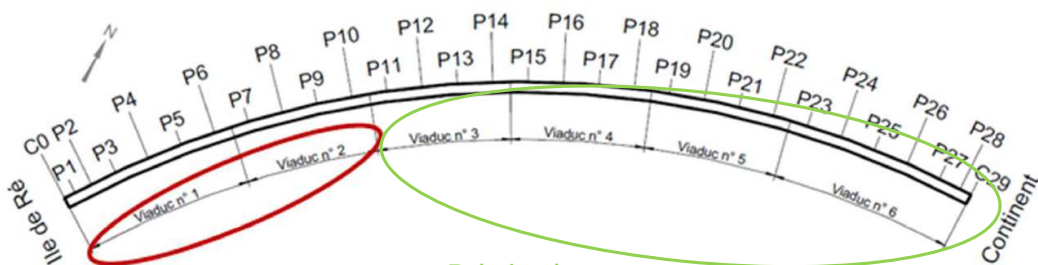


▷ CONTEXTE – HISTORIQUE DU PROJET



HISTORIQUE

- ▶ **2018** Câble de précontrainte rompu trouvé en viaduc 2
- ▶ **2019** Stratégie de sécurisation mise en place pour les viaducs 1 et 2
 - CND +surveillance acoustique
 - Sanglage des câbles
- ▶ **2023**
 - Sécurisation et instrumentation viaducs 3 à 6
- ▶ **2024**
 - Dépose des câbles les plus à risque



Sécurisé
en 2019

Réalisé
en 2023

▷ STRATEGIE DE SECURISATION

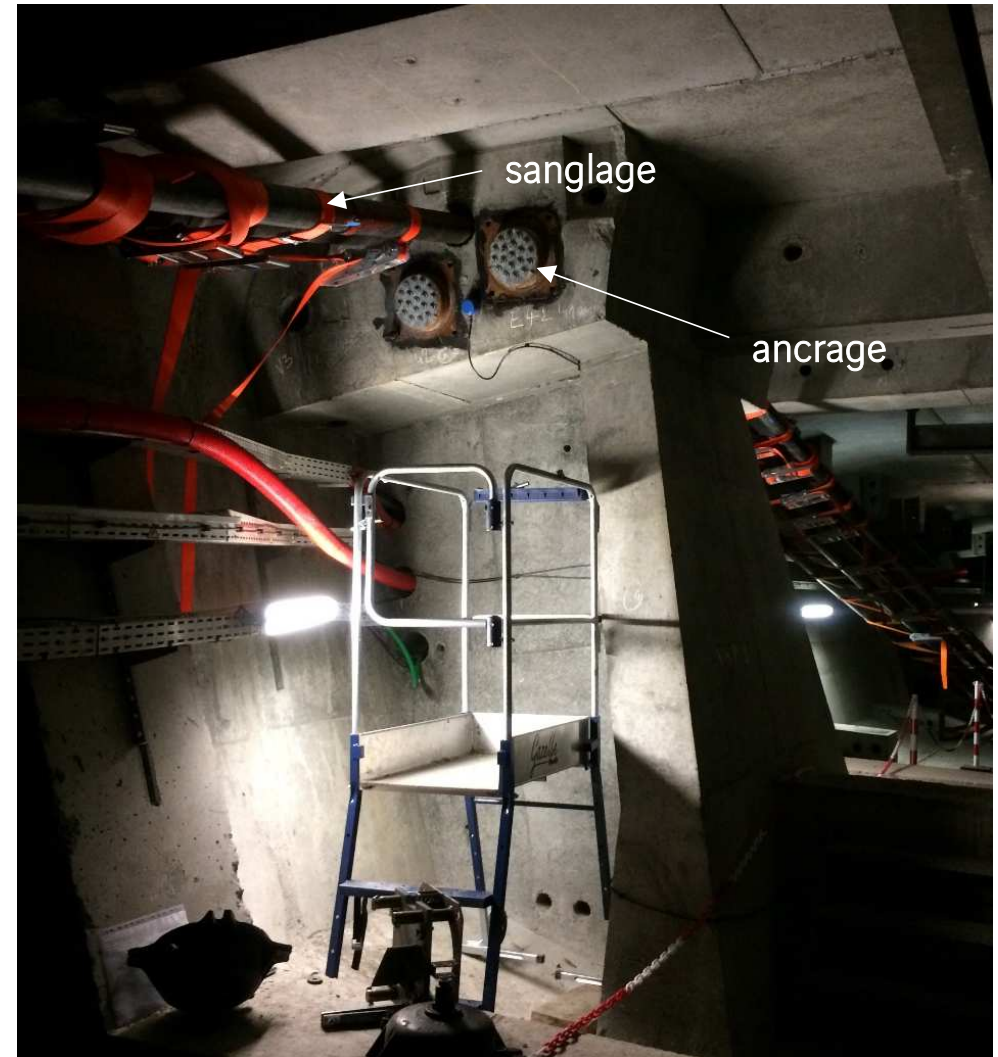
ZONE A RISQUE DE RUPTURE = ANCRAGES

Problématique : Pas d'accès au travers des massifs d'ancrages pour inspection pour identifier les câbles à risques

USCAN : Inspection ultrasonore depuis l'extrémité des câbles pour détection des fils rompus : donne l'état « zéro » d'un ancrage

Surveillance acoustique : suivi en temps réel et au cours du temps des ruptures de fil

Sanglage (FREYSSINET) : évite le déport latéral en cas de rupture



▷ CONTEXTE – QUELQUES CHIFFRES CLES

419 ancrages T19 inspectés par Uscan
(419 x 19 torons x 7 fils = 55 727 mesures)



Ancrage T19

218 câbles de précontrainte en surveillance



Capteur acoustique

929 capteurs acoustiques mis en œuvre

50+ km de câble coaxial à tirer



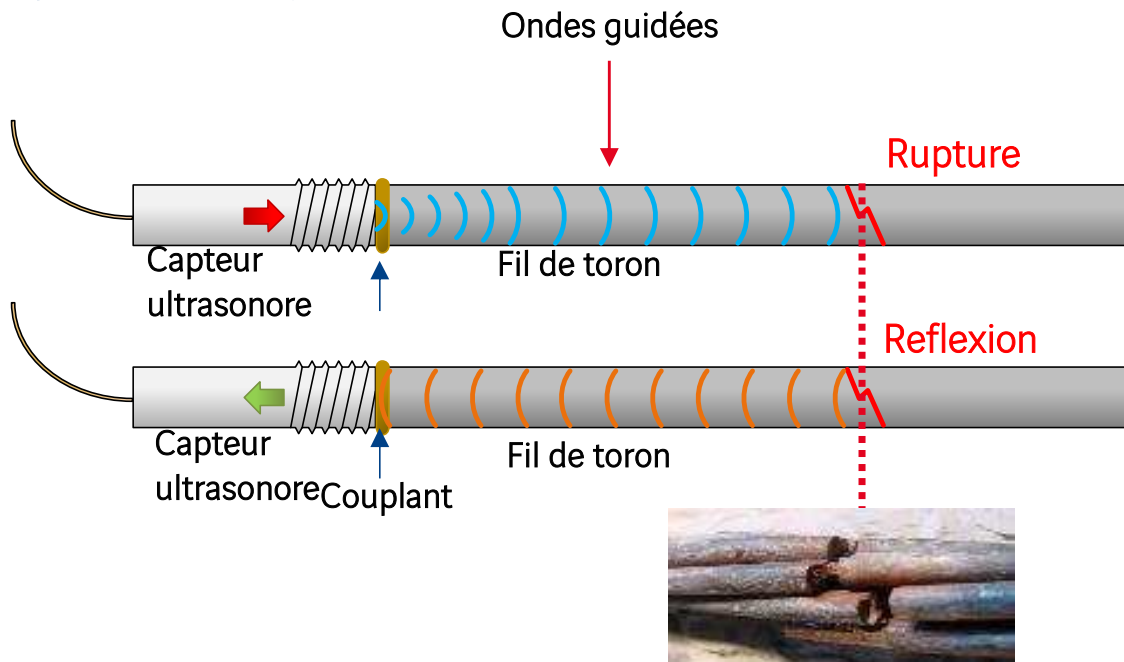
Connecteur F câble coaxial

SOLUTION TECHNIQUE USCAN

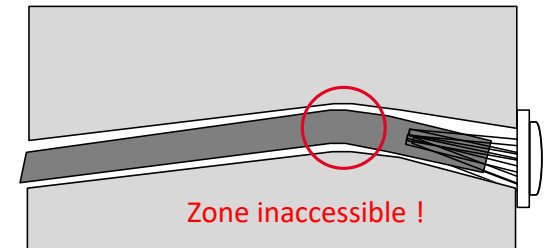
▷ USCAN -INTRODUCTION

TECHNIQUE DE REFLECTOMETRIE ULTRASONORE (PULSE-ECHO)

- ▶ Développée en partenariat avec l'UGE (initialement pour hauban, adaptée ensuite pour câbles de précontrainte)



Mesure fil à fil pour la détection de défauts

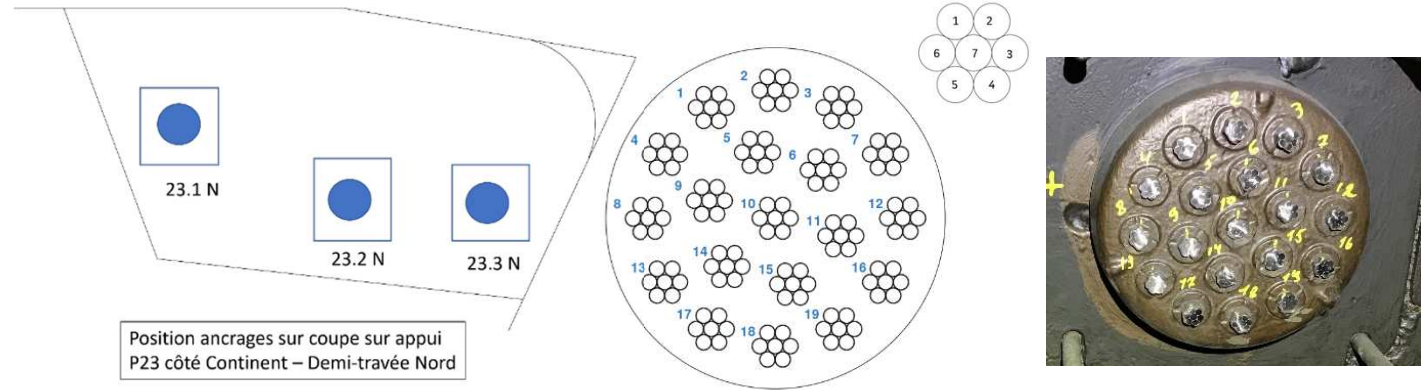


▷ USCAN

ETAPES MESURES USCAN

- ▶ Repérage de l'ancrage/torons
- ▶ Préparation de la surface des torons avec disceuse
- ▶ Mesure fil à fil
- ▶ Analyse

Repérage et convention de numérotation des torons et fils



▷ USCAN – ANALYSES ET RÉSULTATS

Etape 1 : classification fil à fil

- Vert : aucun défaut suspecté
- Orange : rupture possible
- Rouge : forte probabilité de rupture

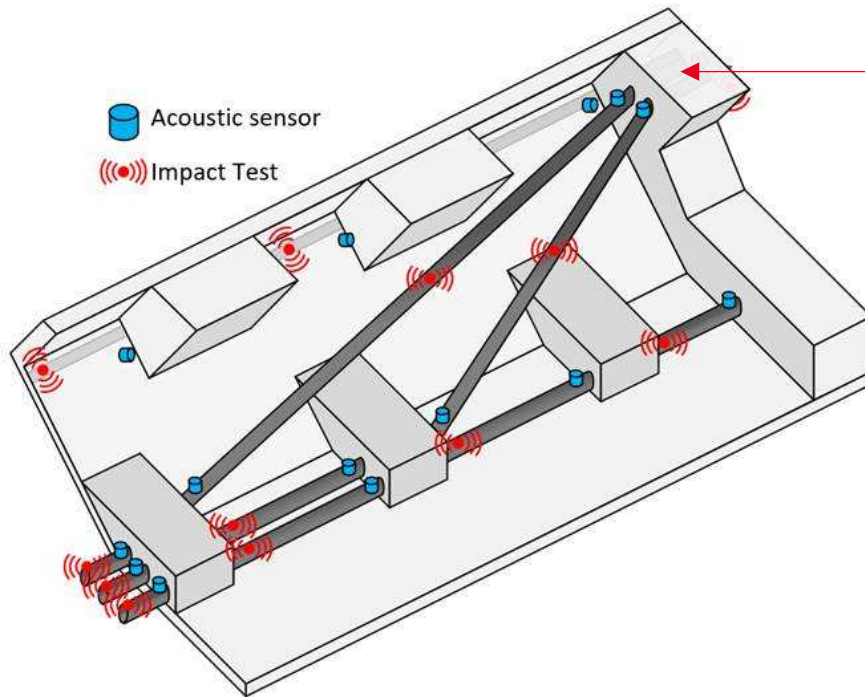


Etape 2 : Classification des ancrages

- Classe I : aucun risque de corrosion et aucune rupture suspectée
- Classe II : peu de risque de corrosion mais quelques ruptures de fils possible
- Classe III : risque de corrosion développée avec ruptures de fils possibles
- Classe IV : risque de corrosion développée avec forte probabilité de fils rompus

SOLUTION TECHNIQUE EVERSENSE ACOUSTICS

▶ LA SURVEILLANCE ACOUSTIQUE



Sur IDR la surveillance est concentrée sur le massif d'ancrage et au départ des câbles

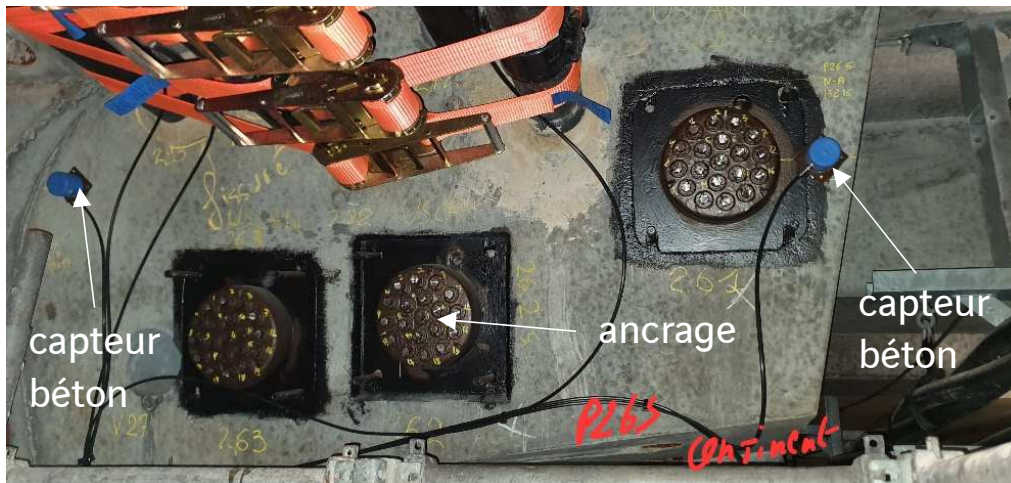
Solution Eversense Acoustics

- ▶ Détection des ruptures de fil lorsqu'elles se produisent par le « son » émis
- ▶ Suivi de d'apparition dans le temps

▷ LA SURVEILLANCE ACOUSTIQUE

Deux types de capteurs

- ▶ Collés sur le béton
- ▶ Installés sur câble



Capteurs béton: surveillance de la zone d'ancrages



Capteur câble: surveillance dans leur partie courante

▷ LA SURVEILLANCE ACOUSTIQUE

Architecture de l'acquisition



Armoire principale



Armoires de jonction

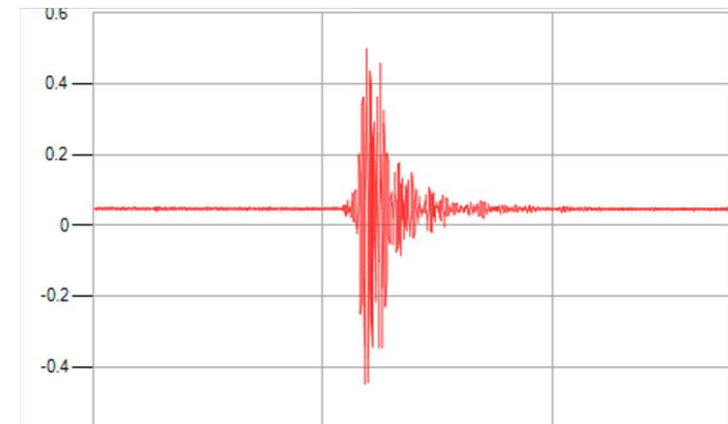
▷ SURVEILLANCE ACOUSTIQUE

MISE EN OEUVRE

- ▶ Configuration d'une base de données et d'un site web SHM dédié
- ▶ Mise en place d'un algorithme de **tri automatique des évènements acoustiques** enregistrés
 - Filtres primaires
 - **Algorithme IA** mis en place et entraîné sur le premier chantier IDR
 - Classification en « rupture probable » ou « bruit »
- ▶ Essais de qualification par scléromètres sur chantier
- ▶ Analyse humaine de confirmation et localisation



Scléromètre utilisé pour le test du système



Signal type

28 ruptures probables détectées sur 12 câbles dont

- ▶ 7 sur 6.3S : câble remplacé
- ▶ 7 sur 4.3N : câble remplacé
- ▶ 2 autres câbles remplacés

L'identification d'une dynamique de rupture engendre une surveillance particulière : Exemple 6.3 mi avril 2023

- ▶ installation de nouveaux capteurs pour renforcer le dispositif d'écoute
- ▶ nouvelles mesures Uscan pour confirmer les ruptures enregistrées

ANCRAGE P6S6.3

rupture 1	11/12/2019	8h54
rupture 2	11/12/2019	8h54
rupture 3	04/12/2021	9h10
rupture 4	14/03/2023	9h00
rupture 5	14/03/2023	9h12
rupture 6	15/03/2023	7h28
rupture 7	28/05/2023	5h32
rupture 8	14/06/2023	19h13
rupture 9	14/06/2023	19h14
rupture 10	14/06/2023	19h15



Thanks Merci

