

DEGRADATION DES ANCRAGES DE CABLES TENDUS

USCAN® & MONITORING ACOUSTIQUE

Haubanage, Précontrainte interne et externe, Tirants, ...

Présenté par **Stéphane JOYE & Quentin COMMON**
12 Mars 2020

▷ VUE D'ENSEMBLE...



LE PROBLEME

p. 3



LES CONTRAINTES

p. 08



DIAGNOSTIC

p. 11



LA SURVEILLANCE

p. 20



LES RÉFÉRENCES

p. 24



BILAN

p. 29

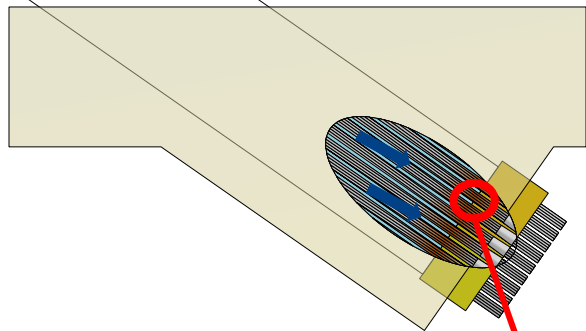
LE PROBLEME

Corrosion... et ruptures

▶ LA CORROSION AU NIVEAU DES ANCRAGES

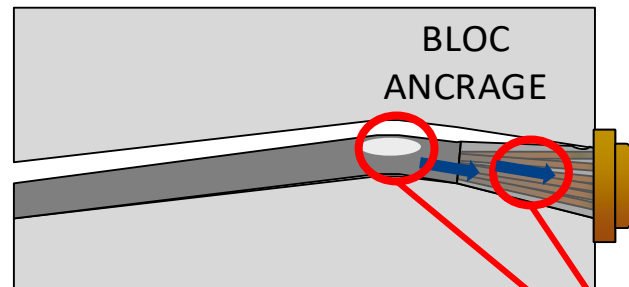
Haubans et Précontrainte

Ancrages de haubans
(Ancienne technologie ou presse étoupe défectueux)



- *Etanchéité défectueuse*
- *Condensation et pluie*
- *Stagnation d'eau*
- *Retrait de la cire*

Ancrages de câbles de précontrainte



Risque de poche d'air puis de corrosion
au point haut et à l'ancrage

- *Zone avec difficulté d'injection
du coulis*
- *Test d'étanchéité des gaines à
l'eau*
- *Problème de soudure de gaine*

▶ CAUSES & CONSEQUENCES

Cables de précontrainte

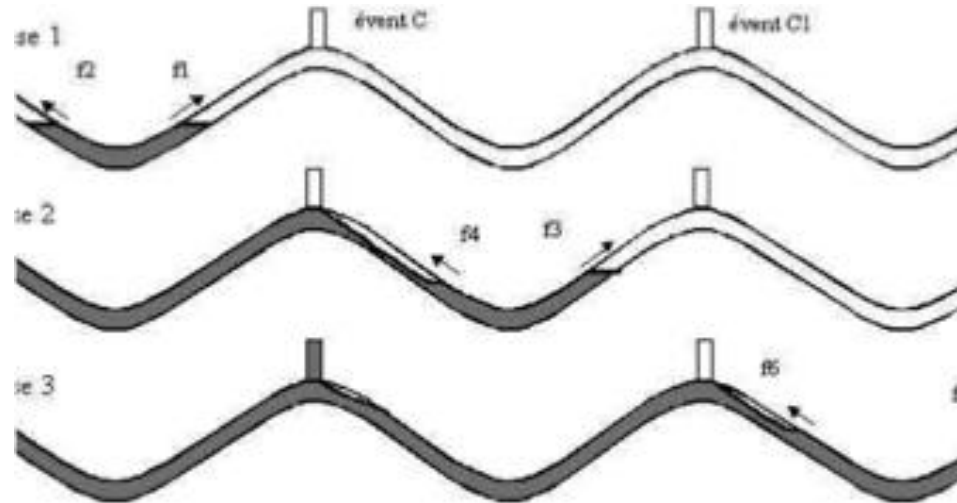
1. La corrosion est due principalement à des défauts de construction

- ▶ Mauvaise étanchéité
- ▶ Problème de répartition du coulis de ciment
- ▶ Erreur dans le choix du matériel
 - L'acier est sensible à la fatigue et à la corrosion
 - Le coulis de ciment avec adjuvants crée une pâte blanche corrosive

2. Les conséquences de la corrosion sont

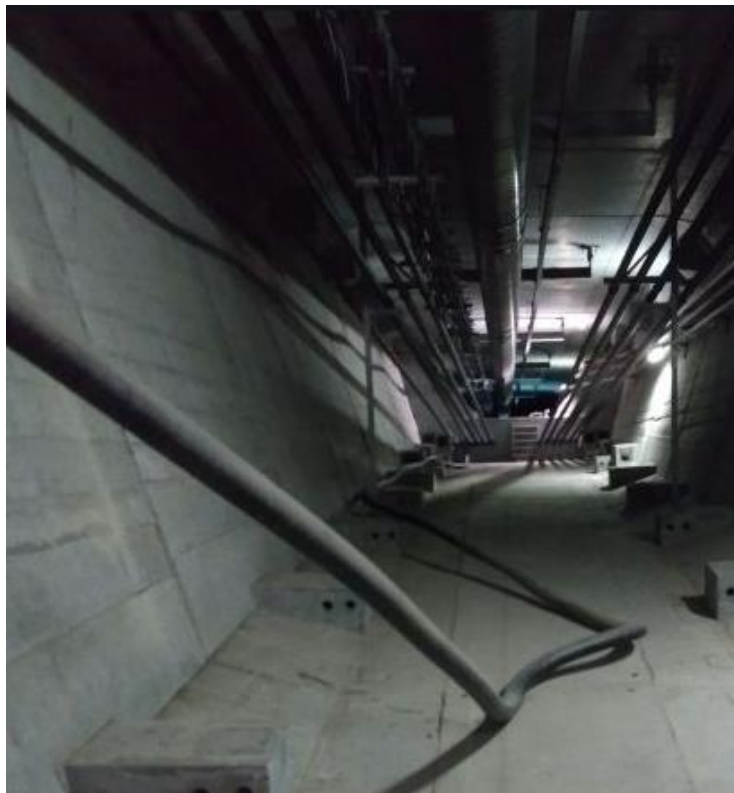
- ▶ Cachées et
- ▶ Très localisées

3. ... Jusqu'à la rupture



▷ LA CORROSION AU NIVEAU DES ANCRAGES

Les conséquences

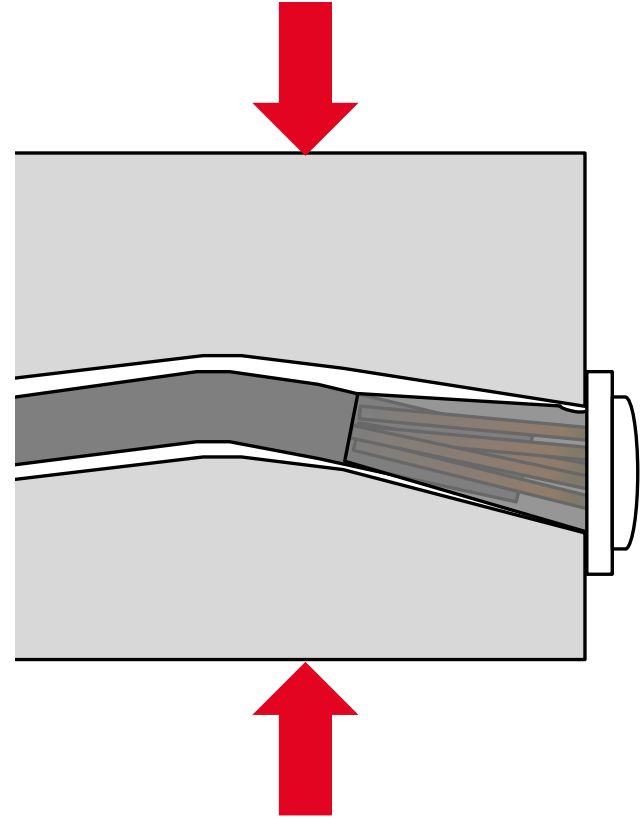
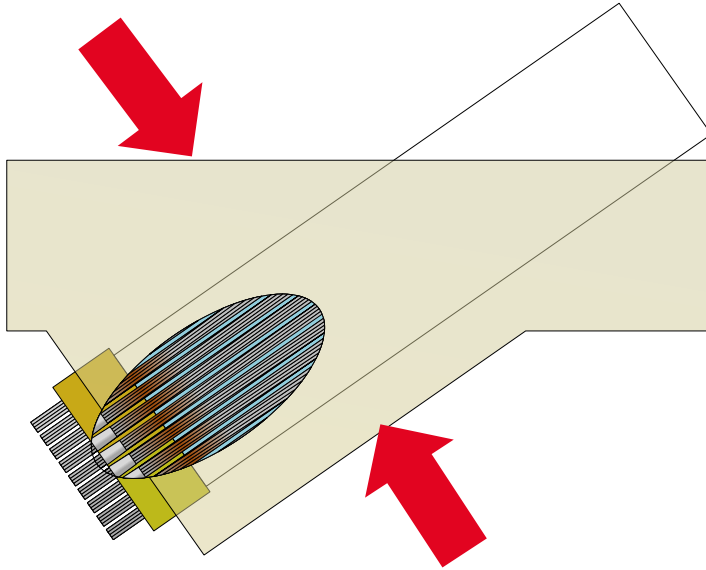


LES CONTRAINTES

Une zone non Accessible

▷ IMPOSSIBILITÉ D'INSPECTION DANS LA ZONE D'ANCRAGE

Ancrage encastrés dans le béton armé



▷ DIFFICULTÉS D'INSPECTION ET DE SUIVI

Le Suivi

Deux solutions pour le suivi et l'inspection des ancrages :



USCAN : Inspection ultrasonore des fils pour détection de rupture



MONITORING ACOUSTIQUE : Suivi des ruptures de fils en temps réel par analyse acoustique

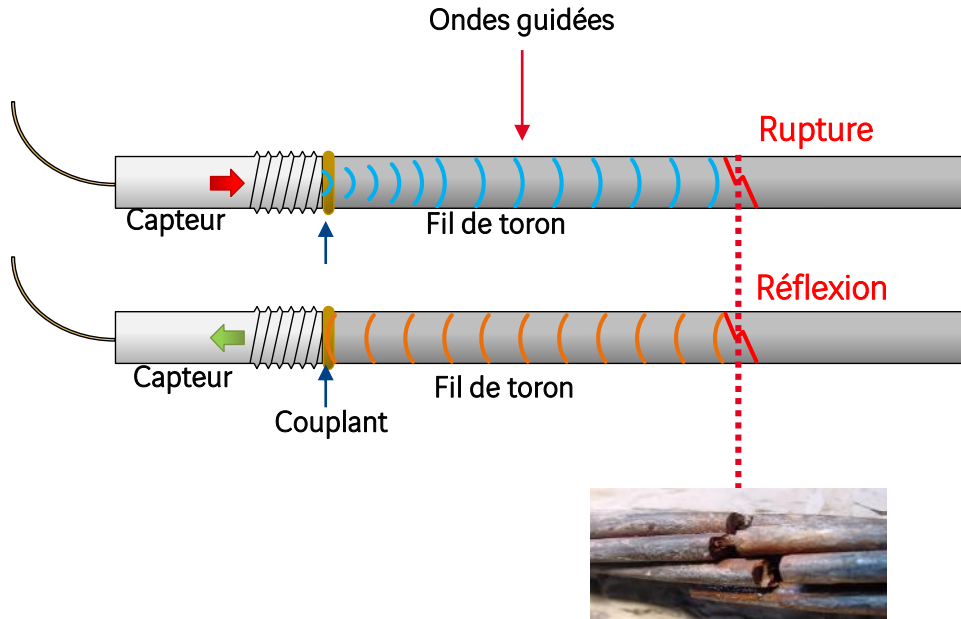
USCAN® - LE DIAGNOSTIQUE

La méthode et les résultats

▷ RÉFLECTOMÉTRIE PAR ONDES GUIDÉES

Technologie

Mesure fil à fil pour la détection de défauts



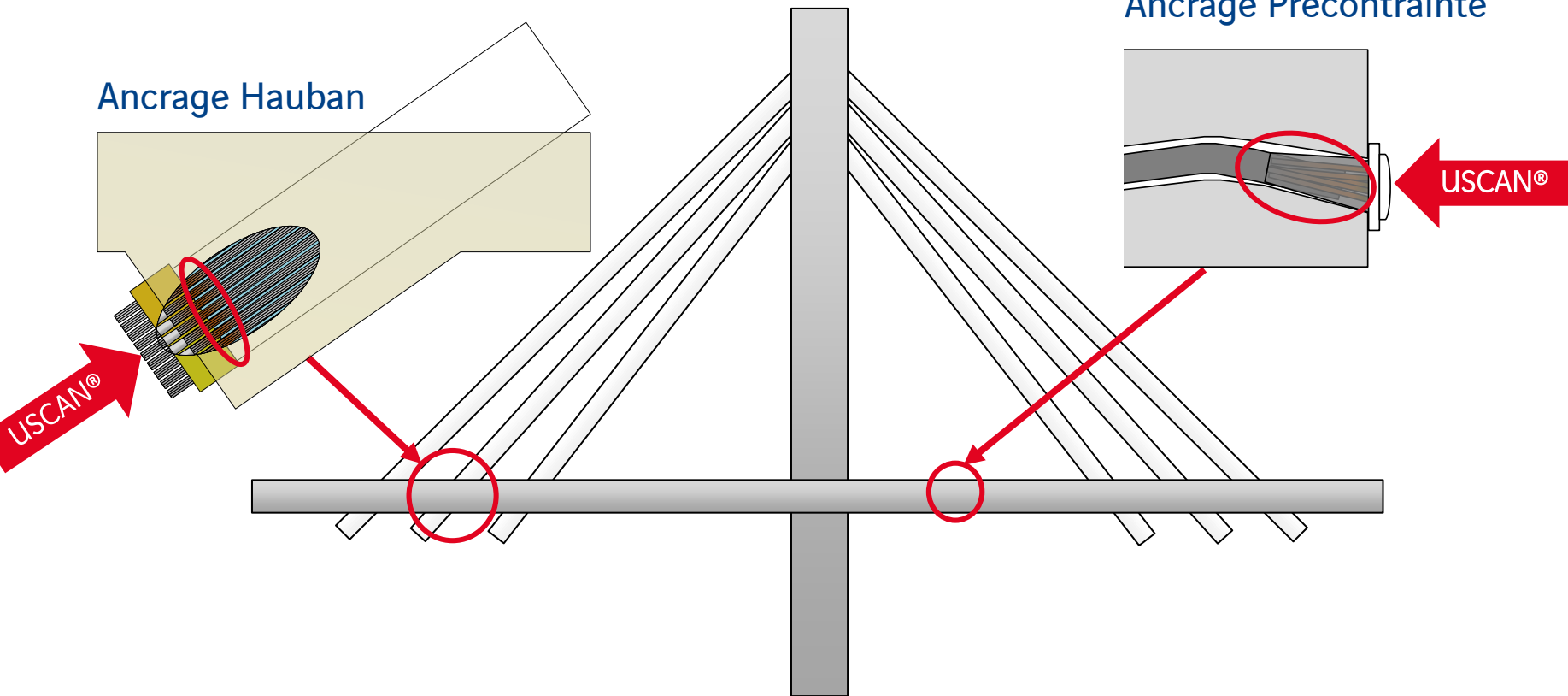
Profondeur d'investigation dépendante de la puissance d'émission

▷ APPLICATION

Haubans / précontrainte

Ancrage Hauban

Ancrage Précontrainte



► MISE EN ŒUVRE

Fiabilité de la méthode

Etalonnage de la mesure et du matériel sur les corps d'épreuve du site

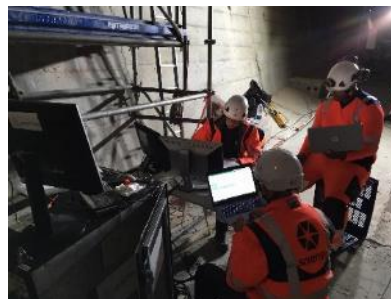
- Pour une prise de mesure fiable

Répétabilité de la mesure

- Suivi de défauts dans le temps
- Risques limités dans la prise de mesure

Protection du matériel

- Matériel adapté aux conditions chantiers



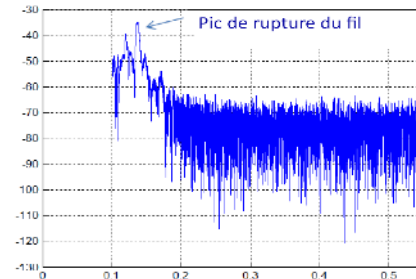
► MISE EN ŒUVRE

Les différentes étapes

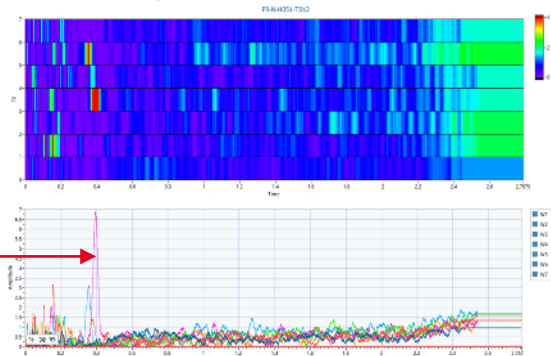
Préparation des fils/Prise de mesure



Interprétation directe du signal
« brut » fil par fil



Analyse par toron (7 fils)

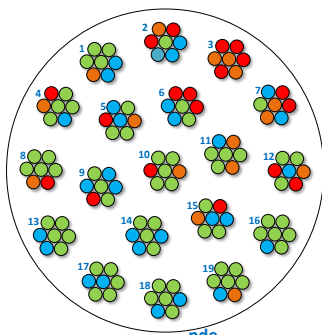


Résultat sur Toron



rupture

Concaténation par ancrage



▷ CE QUE L'ON DÉTECTE

Inspection visuelle des fils d'un ancrage déposé

Inspection visuelle : *Identification des fils rompus et des faciès de ruptures*



▷ ETUDE DE CAS

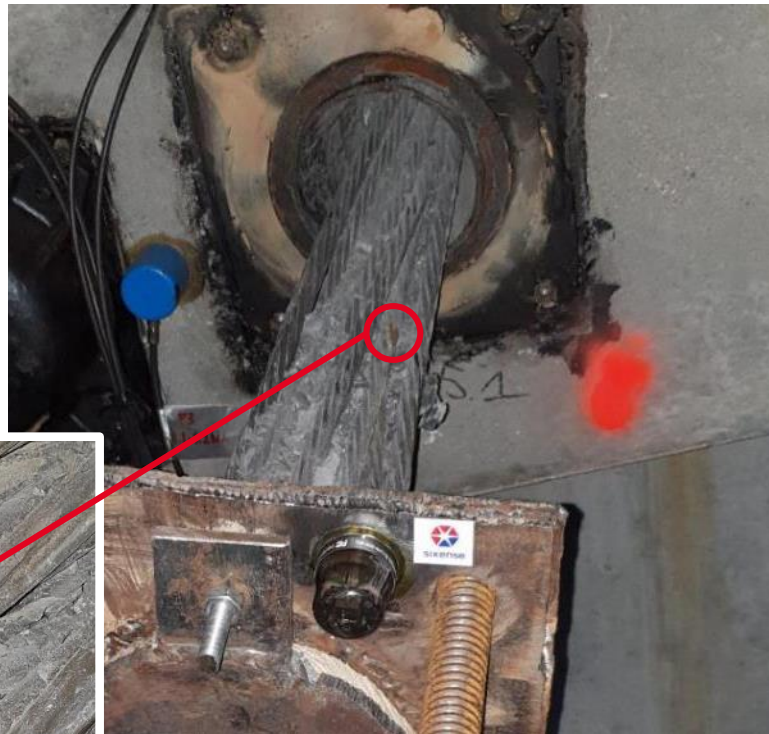
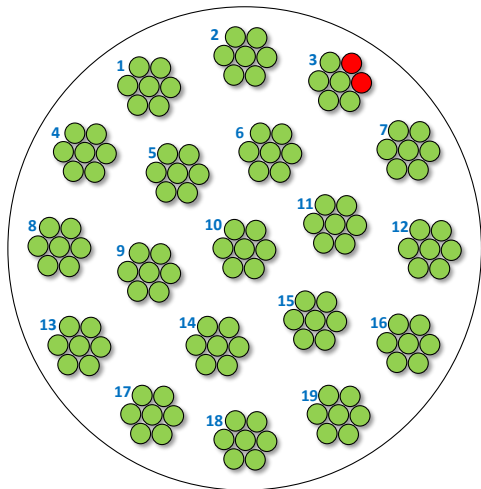
Comparatif CND et visuelle

Analyse à l'aveugle
avant dépose:
2 fils endommagés



Résultat après dépose :

**2 zones de corrosion
avancée sur les 60 cm
de câble mis à nu.**



SURVEILLANCE ACOUSTIQUE

Classification et représentation

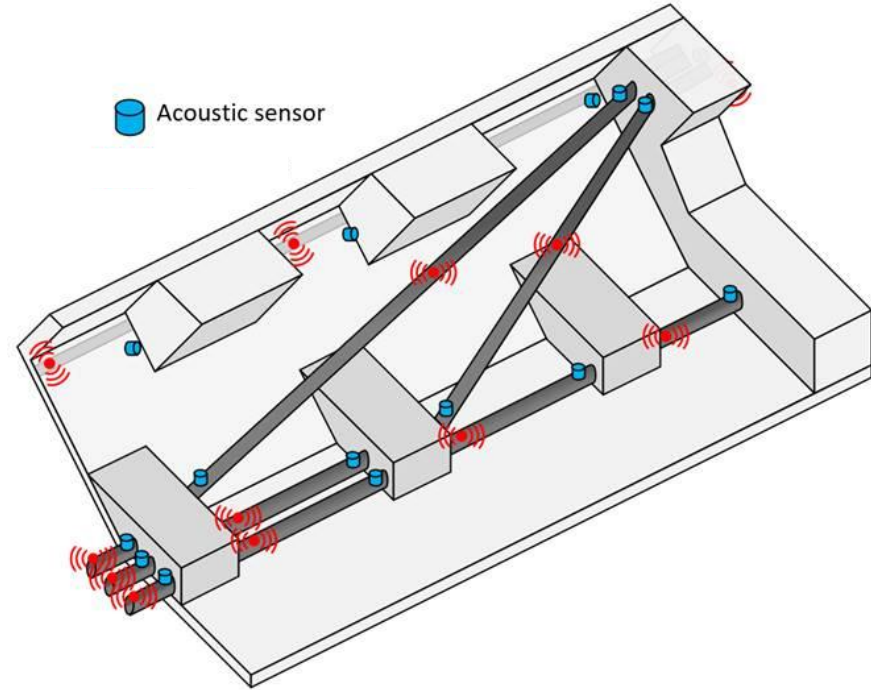
▶ LA SURVEILLANCE ACOUSTIQUE

Suivi de l'état des ancrages dans le temps

Instrumentation acoustique des ancrages et câbles

- ▶ Localisation longitudinale des « zones » de concentration de ruptures
- ▶ Détection des ruptures lorsqu'elles se produisent
- ▶ Suivi de leur fréquence d'apparition dans le temps

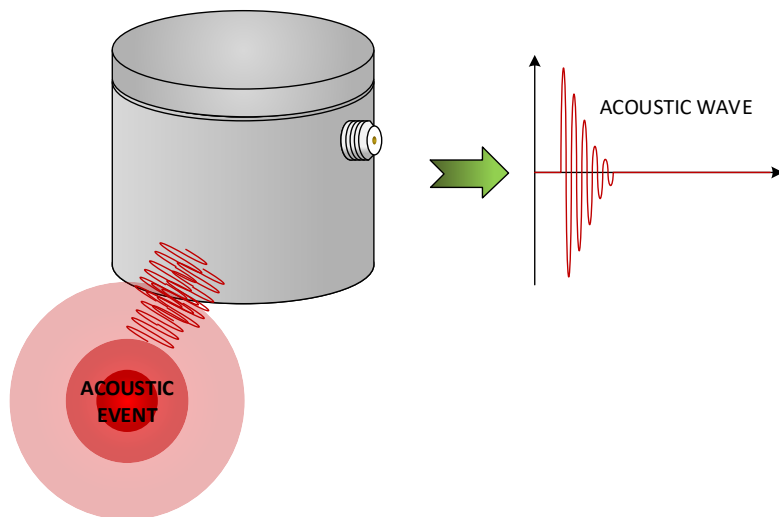
Ecoute des ruptures dans les zones inaccessibles



▷ LE PRINCIPE

Suivi de l'état des ancrages dans le temps

▷ DETECTION

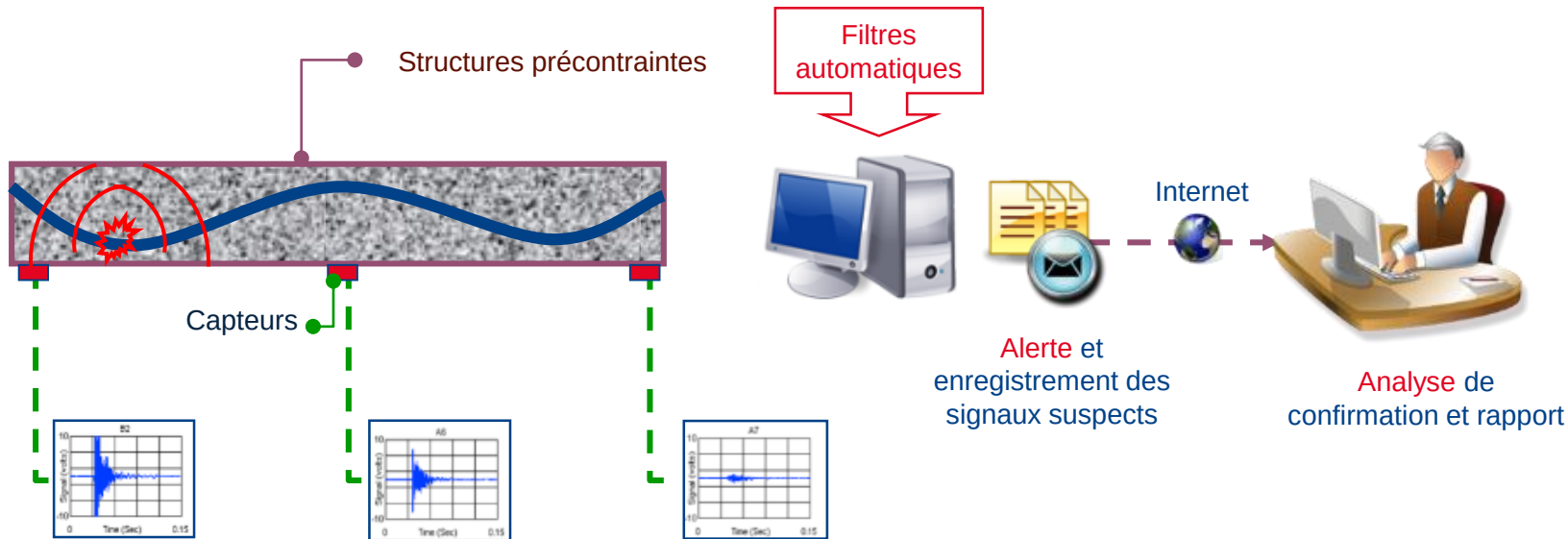


▷ TYPICAL INSTALLATION



▷ PROCESS

Détection de ruptures



Detects wire breaks in internal and external prestressing cables, stay cable and suspension bridges cables

Can also be used for real time monitoring of concrete cracking

LES RÉFÉRENCES

Ile de Ré

ILE DE RE VIADUCT



Projet : ILE DE RE VIADUCT
Location : France (Ile-de-Ré)
Owner : Département de la Charente
Client : Département de la Charente
Subject : USCAN PT, Eversense Acoustics
Periode : 2019

KEY POINTS



- ▶ USCAN First development for PT Cables
- ▶ USCAN Opération on critical path (enable to declare the bridge safe)
- ▶ Eversense Acoustics

NORMANDY BRIDGE



Projet : Pont de Normandie
Location : France
Owner : Etat
Client : CCIH
Subject : Insepction pluri-annuelle des ancrages
Periode : 2011 - 2020

KEY POINTS

- ▶ Uscan® inspection since 2011



CHEP LAP KOK LINK



Projet :	CHEP LAP KOK LINK
Location :	HONK KONG
Owner	HK HIGHWAYS
Client :	Freyssinet
Subject :	SHM during Construction and Exploitation
Periode :	2018

KEY POINTS



- ▶ SHM during Construction Operation
- ▶ Acoustic monitoring

▷ PARC DES PRINCES STADIUM



Projet : PARC DES PRINCE STADIUM
Location : PARIS, France
Client : Mairie de Paris
Subject : Eversense + Acoustic
Periode : 2014 - 2016

KEY POINTS



- ▷ Installation of Acoustic Sensors
- ▷ Installation of displacement sensors
- ▷ Real time Surveillance during Euro 2016

BILAN

Usages et avantages de la méthode



Une bonne discrimination entre les ancrages sains et dégradés

- ▶ Excellent ratio de détection des ancrages sains
- ▶ Bonne localisation des zone de dégradation
- ▶ Un atout indéniable dans l'inspection de zones non-accessibles : les ancrages.



Approche de la mesure

- ▶ **Approche curative** – Priorisation dans le cadre d'un remplacement de plusieurs câbles (ex. ouvrage ancien, présentant des désordres ou des anomalies sur les câbles)
- ▶ **Approche préventive** – réalisation d'un point zéro (référentiel de suivi) et surveillance de l'évolution du processus de corrosion dans le temps (ex. ouvrage « jeune »)

▷ SURVEILLANCE ACOUSTIQUE

Bilan de l'utilisation



Une Excellente suivi temporel de la dégradation du Câble

- ▶ Détection et localisation des ruptures dans le câble
- ▶ Horodatage des ruptures et suivi de la fréquence d'apparition
- ▶ Un système autonome



Approche de la mesure

- ▶ **Approche curative** – Surveillance de câbles dangereux en zone de travaux ou avec des opérateurs à proximité pour détecter signes de dégradation et alerter.
- ▶ **Approche préventive** – Suivi au long court de l'évolution de la santé des câbles et attester de l'intégrité d'un ouvrage.

Thanks Merci