

PROGRAMME NATIONAL PONTS - Appel à projets « Ponts Connectés »

POINT D'AVANCEMENT A JUIN 2023



Nom du projet : CAHPREEX

LE CONSORTIUM

Partenaires :



**Université
Gustave Eiffel**



Université de Bretagne Occidentale



- ARTELIA (mandataire)
- UNIVERSITE GUSTAVE EIFFEL
- UNIVERSITE DE BRETAGNE OCCIDENTALE
- APRR

Ouvrage(s) instrumenté(s) :

Ponts caisson béton à précontrainte extérieure :

- Viaduc de Nantua – A40
- Viaduc de Sylans – A40

Pont à Haubans

- Viaduc de l'Isère – A49
- PS de Challenge – A6

LE PROJET

Développement de capteurs autonomes destinés à la détection de la corrosion des câbles dans les ouvrages précontraints ou à haubans

BENEFICES COLLECTIFS

Le parc d'ouvrages d'art en France bénéficie pour une partie non négligeable de ponts haubanés et de ponts à précontrainte extérieure. Suite à quelques évènements sur certains de ces ouvrages, la sensibilité des câbles au vieillissement est apparue comme un enjeu majeur pour de nombreux gestionnaires au début des années 2000. Néanmoins, peu de techniques d'auscultations existent sur ces composants et la surveillance périodique ne permet qu'une vision extérieure de ces câbles sans indication sur leur comportement interne.

Ce projet vise donc à donner au gestionnaire et aux inspecteurs des indicateurs simples et nombreux tant internes qu'externes pour évaluer l'évolution des câbles dans le temps et prévoir des focus sur certains linéaires. Les capteurs développés dans ce projet sont ainsi une alternative simple et bon marché aux solutions existantes de détection de la corrosion interne des câbles, difficiles à mettre en œuvre et souvent coûteuses (bobine électromagnétique et sondage par ouverture de fenêtre).

L'objectif de cette solution de surveillance innovante est ainsi d'améliorer la connaissance de l'état de certains composants d'ouvrages et ainsi de favoriser une maintenance préventive et prédictive plutôt qu'une maintenance curative.

AXES DE RECHERCHE DES CAPTEURS ET TECHNOLOGIE ENVISAGÉE

L'articulation du projet va se faire autour de 3 axes majeurs/

- A/ Suivi de la corrosion à l'intérieur des gaines de précontrainte extérieure
- B/ Suivi de la corrosion au niveau des ancrages de précontrainte extérieure et de hauban
- C/ Suivi de la déformation de la section des gaines de précontrainte extérieure

La technologie retenue pour l'axe A est la suivante:

Elle consiste en deux étiquettes RFID, l'une étant recouverte d'un coupon métallique tandis que la seconde reste nue. Cet élément métallique va cacher le signal de cette étiquette. Ainsi, suivant la perte d'épaisseur du métal, les deux étiquettes vont répondre indiquant qu'un seuil, défini pendant les tests en laboratoire, a été atteint et qu'il est important de vérifier l'état interne du câble.

La technologie retenue pour l'axe B est la suivante:

Le capteur envisagé est de type endoscope compatible RFID inséré par un événement d'injection sur capot. L'élément sensible est inséré à l'intérieur alors que la partie antenne reste en extérieur du capot.

Deux types de phénomènes peuvent être mesurés :

- 1/ Détermination de la présence de chlorures
- 2/ Détermination de la présence d'eau

Pour ce faire, un élément sensible est inséré par un événement d'injection sur le capot et une antenne RFID y est associée. Celle-ci est positionnée à l'extérieur du capot et jumelée avec une antenne témoin. Lorsque le phénomène observé apparaît, non plus une mais deux antennes vont répondre, indiquant qu'une vérification est nécessaire à l'intérieur de cet ancrage.

Le développement est en cours mais certains verrous technologiques ne sont pas encore levés. La détection de présence de chlorure a donc été mise de côté au profit de la seule détection d'eau.

La technologie pour l'axe C est la suivante:

Cet axe vise à proposer une technologie bas coût pour donner un indicateur du gonflement interne pouvant apparaître sur la précontrainte extérieure.

Aujourd'hui, seul un examen visuel des gaines est réalisé pour connaître leur état. Or des informations importantes peuvent être détectés plus précocement.

Basé sur la technologie RFID, cet indicateur sera positionné à proximité des manchons de raccordement des gaines, éléments singuliers sur lesquelles les pathologies sont nombreuses.

Un capteur témoin sera comparé à un capteur de déformation. Lorsque le capteur de déformation dépassera un certain seuil de déformation que le capteur témoin ne verra pas, un signal apparaîtra et une visite sera à planifier.

Le développement de cette méthode est encore en cours de maturation. Des premiers essais en laboratoire seront prochainement réalisées pour prouver le fonctionnement effectif de ce capteur innovant.

AVANCEMENT TECHNIQUE - RESULTATS- AU 31 MAI 2023

- Tâche 1 - Cahier des charges des capteurs : Tâche achevée à 100%
- Tâche 2 : Développement des capteurs : environ 90%
- Tâche 3 : Evaluation en laboratoire : environ 80%
- Tâche 4 : Stratégie d'instrumentation 80% (la phase d'essais sur le viaduc de Glacière ayant permis de faire des essais de mise en place)
- Tâche 5 : Application sur ouvrage : 20%

Capteurs de corrosion sous gaine

- Développement des capteurs UBO : finalisation du développement des capteurs de corrosion sur gaine : 100%
- Tests en laboratoire : 100%
- Application sur ouvrage : en cours

Capteurs intégrés aux ancrages

- Développement des capteurs : 100%
- En cours de tests en laboratoire

Capteurs de déformations

- En phase de développement

Capteurs Autonomes pour le Haubanage et la PRécontrainte EXTérieure

Axe A

Détection de corrosion au niveau des réparations de manchon sur précontrainte extérieure



Axe B

Détection de la présence d'eau à l'intérieur des culots d'ancrage de haubanage et de précontrainte



Axe C

Mesure des déformations transversales des gaines de précontrainte extérieure



Source : CEREMA – Note d'information n°3
Ouvrages d'art nov2018

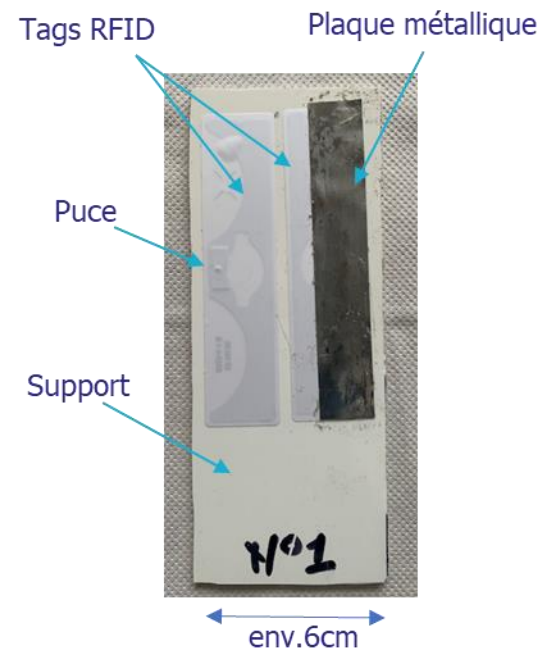
Axe A – Fonctionnement du capteur

Détournement de la technologie



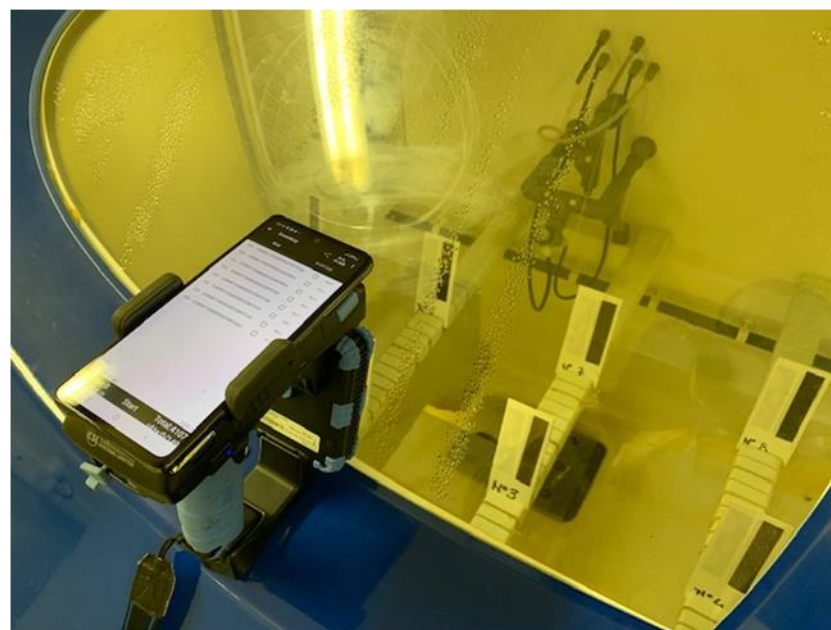
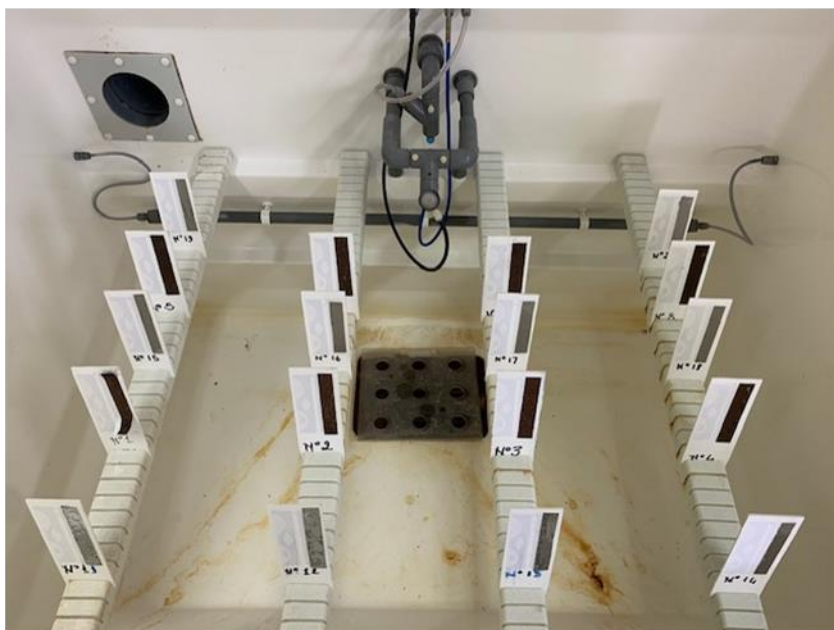
Capteur =
2 tags + 1 plaque métallique

Tag référence + tag sensible



Axe A – Essais en laboratoire

Viellissement en enceinte climatique
avec aspersion de brouillard salin



NF EN ISO 16701 - Corrosion des métaux et alliages - Corrosion en atmosphère artificielle - Essai de corrosion accéléré comprenant des expositions sous conditions contrôlées à des cycles d'humidité et à des vaporisations intermittentes de solution saline

Axe A – Essais sur ouvrage

Essais de convenance sur réparation en conditions de chantier mars 2023



Source : Université Bretagne Occidentale

Mise en place définitive sur ouvrage APRR Sept-Oct 2023