

PROGRAMME NATIONAL PONTS - Appel à projets « Ponts Connectés »



CI3S – Chaîne Intelligente de Surveillance de la Santé Structurale

LE CONSORTIUM

Partenaires : CIDECO, Université Clermont Auvergne et Département du Puy-de-Dôme

Montant de la subvention : 337 162 €

Ouvrage(s) instrumenté(s) : 5 ouvrages dans le département du Puy-de-Dôme : Pont de Parentignat, Pont de Dallet, Pont de Longues, Pont de Cournon, et Viaduc de Rochefort.

LE PROJET

Le projet CI3S vise à développer un système complet d'instrumentation basé sur l'intelligence artificielle, permettant l'identification et la localisation des désordres en temps réel, d'une part, et l'enrichissement des informations sur le parc d'ouvrages sous surveillance, d'autre part.

Le projet CI3S comprend :

- le développement d'un système de mesure complet, capteurs et gateway, avec de grandes qualités en termes de précision et d'autonomie ;
- l'élaboration d'algorithmes performants d'intelligence artificielle et de méthodes d'identification modale, avec une plateforme d'exploitation dédiée ;
- la validation des moyens de mesure et des algorithmes sur des maquettes de laboratoire, sous différents scénarii de dégradation ;
- l'application sur cinq ouvrages dans le département du Puy-de-Dôme.

BENEFICES COLLECTIFS

Le système d'instrumentation développé permettra d'améliorer la prévision de la durée de vie des ouvrages et l'identification de leur état de santé, grâce à sa capacité de détection et de localisation des désordres. Sa grande autonomie et son faible coût offriront la possibilité de le déployer sur un grand nombre d'ouvrages.

Il fournira ainsi aux gestionnaires publics et privés des indicateurs de santé permettant d'optimiser la politique de maintenance et d'anticiper l'occurrence des désordres.

DEVELOPPEMENTS TECHNIQUES

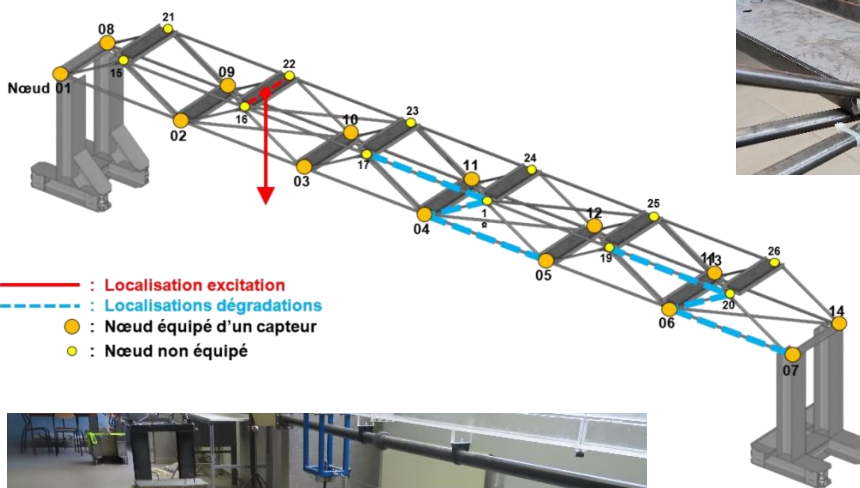
Le système de surveillance a été conçu et installé sur cinq ouvrages du Puy-de-Dôme. Les expérimentations en laboratoire sur deux maquettes ont permis de valider les algorithmes d'intelligence artificielle et de méthodes d'identification. Les outils logiciels sont développés et montrent de grandes performances en termes de détection et de localisation des désordres.

La plateforme numérique de traitement des mesures a été développée. Elle est actuellement utilisée pour la validation des algorithmes sur les ouvrages instrumentés.

Le caractère opérationnel de la solution est démontré à partir du traitement des données mesurées sur les ouvrages en service.

Développement de capteurs intelligents

Le système d'instrumentation a été entièrement développé dans le cadre du projet, pour satisfaire les objectifs visés, en termes de performances et de coûts. Ce système, qui dispose d'une capacité de présélection des données informatives, a ensuite été installé sur des maquettes de pont et de tablier pour confirmer les performances attendues et pour valider les algorithmes d'analyse.



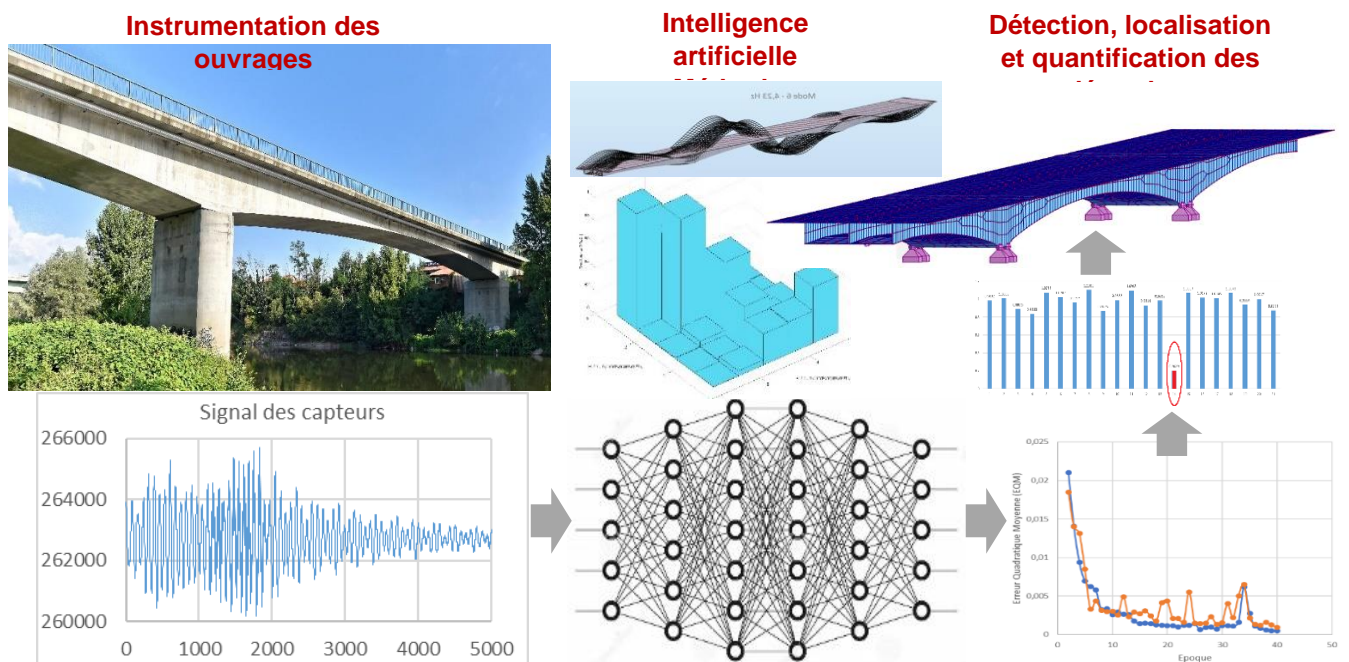
Instrumentation de 5 ouvrages du Puy-de-Dôme

Le système d'instrumentation a été déployé sur cinq ponts, en béton et en acier, dans le département du Puy-de-Dôme, afin de fournir les accélérations et les déformations en temps réel. Les mesures sont confrontées aux résultats des modélisations numériques.



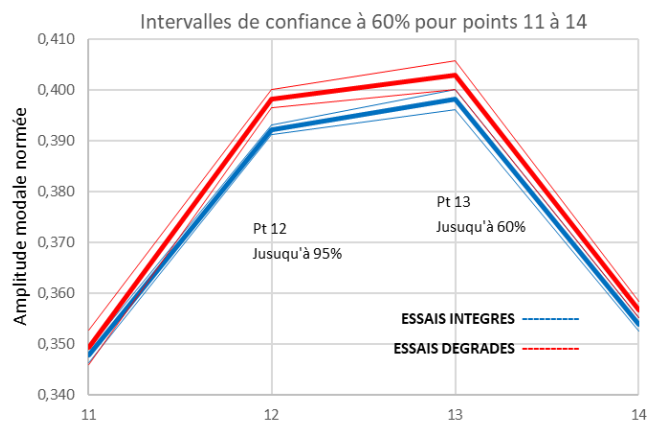
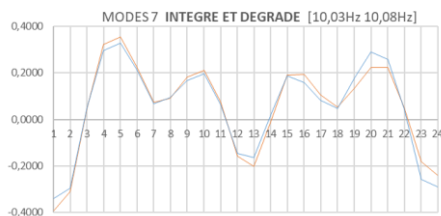
Intelligence Artificielle pour la détection des désordres

Les accélérations mesurées sont traitées par les algorithmes d'Intelligence Artificielle, couplés à l'identification modale du signal brut, d'une part, et aux indicateurs de l'état de santé de l'ouvrage, d'autre part. Ces algorithmes permettent de localiser et de quantifier les désordres dans l'ouvrage.



Surveillance des ouvrages en service

L'exploitation des données, sous conditions normales de trafic et lors des essais de chargement réalisés par le CEREMA sur le pont de Longues, a permis de confirmer la grande capacité du système CI3S en termes d'identification et de localisation des désordres de faible amplitude, correspondant à l'ouverture des joints engendrée de la décompression locale de l'ouvrage en béton précontraint.



A l'issue des études de sensibilité, le système CI3S s'est montré parfaitement opérationnel et les objectifs du projet sont atteints, en termes de précision, autonomie, efficacité et coûts.

DEROULEMENT DU PROJET

Date	Réalisation
Septembre 2021	Lancement du projet
Février 2022	Finalisation du premier prototype Réalisation des premiers essais en laboratoire
Septembre 2022	Expérimentation sur les maquettes de ponts Installation sur l'ensemble des ouvrages du Puy-de-Dôme Installation sur un premier ouvrage
Février 2023	Finalisation de la solution, en termes d'équipements et d'algorithmes Finalisation des algorithmes d'identification et d'Intelligence artificielle Analyse des résultats sur ouvrages en service
Septembre 2023	Études de sensibilité et validation des performances Finalisation de la plateforme Présentation de la solution finale
Octobre 2023	Commercialisation du système CI3S

BILAN FINANCIER

Partenaire	Budget	Personnel statutaire	Subvention
CIDECO (Coordonnateur)	315 190 €	-	189 114 €
Université Clermont Auvergne	148 048 €	59 650 €	148 048 €
Conseil Départemental du Puy-de-Dôme	-	15 000 €	0 €
Total	463 238 €	74 650 €	337 162 €