

PROGRAMME NATIONAL PONTS - Appel à projets « Ponts Connectés »



AP'PONTS

Analyse modale opérationnelle appliquée aux ponts

LE CONSORTIUM

Partenaires : Apave, Sercel, CD38 et Ville de Paris

OUVRAGES EN COURS DE SURVEILLANCE :

- **Pont de Lagnieu** (pont en arc en béton armé) enjambant le Rhin entre l'Ain et l'Isère dont le maître d'ouvrage est le Département de l'Isère
- **Passerelle Claude Bernard (structure en acier bardage en bois)** enjambant le Boulevard Périphérique entre les portes d'Aubervilliers et de la Villette dont le maître d'ouvrage est la Ville de Paris

LE PROJET

Grâce aux évolutions récentes des systèmes d'acquisitions de surveillance des structures, les méthodes connues d'analyse modales opérationnelles peuvent être améliorées soit pour caractériser les caractéristiques mécaniques des structures instrumentées, soit pour fournir directement des indicateurs structurels fiables facilitant la prise de décision en matière de gestion d'actifs.

D'un point de vue scientifique, il s'agit d'utiliser l'analyse modale opérationnelle couplée à un module de détections de dommages locaux en conditions réelles, afin d'identifier des changements d'états structuraux et comparer, sur la base d'un modèle numérique, les coefficients de sécurité associés aux différentes combinaisons d'actions.

L'instrumentation sera appliquée à des ouvrages de typologies différentes : VIPP (Ponts à poutres préfabriquées précontraintes par post-tension) de première génération, passerelle métallique piétonne, pont multi-travée de type arc en béton armé, ouvrage d'art à travée unique de type PRAD (Ponts à poutres préfabriquées précontraintes par adhérence). Les résultats sont analysés pour faciliter la détection de désordre et calibrer des modèles numériques nécessaires à la vérification des combinaisons d'actions réglementaires.

BENEFICES COLLECTIFS

Cette solution s'adresse à l'ensemble des gestionnaires d'ouvrages et d'infrastructures, sans exception. Elle s'inscrit dans le cadre de la surveillance des ouvrages neufs et anciens pour surveiller l'évolution de l'état structural, ou pour surveiller, sur une période définie, l'évolution d'un désordre important survenu de manière imprévue.

L'analyse modale appliquée aux ouvrages présente l'intérêt d'apporter une vision globale du comportement mécanique de l'ouvrage. Cette méthode est actuellement peu utilisée dans le monde des ouvrages d'art compte tenu de la difficulté à acquérir des signaux à un prix raisonnable et à exploiter rapidement les résultats obtenus. La solution proposée dans le cadre de ce projet a pour objectif de souligner les gains importants de l'analyse modale opérationnelle pour la surveillance de l'état réel des ouvrages, employée à l'aide de nouveaux capteurs et appuyée par la définition de seuils d'alerte.

AVANCEMENT TECHNIQUE -PREMIERS RESULTATS- AU 15 DECEMBRE 2022

Depuis le début du projet, plusieurs études de terrain ont pu être réalisées :

- **Audit du pont de Lagnieu** réalisée en novembre 2021 et mise en place de l'instrumentation définitive en avril 2022 ;
- **Audit de la passerelle Claude Bernard** en février 2022 et mise en place de l'instrumentation définitive en novembre 2022.

Les objectifs visés du projet sont de proposer une solution peu encombrante de surveillance des ouvrages basée sur l'exploitation des propriétés dynamiques et adaptable à un vaste panel d'ouvrages d'art, quel que soit leur matériau de construction et de destination.

A l'issue de la première phase du projet, l'ensemble des capteurs a été éprouvé pour réaliser des audits préliminaires et surveiller des ouvrages sur le long terme. La méthode a été validée pour caractériser un ouvrage en comparant les données avec celles issues des rapports d'études précédentes. La surveillance de l'évolution d'un état structural est en cours pour deux ouvrages et les données sont en cours de consolidation.

PERSPECTIVES D'AVANCEMENT (TECHNIQUE ET FINANCIER) À MI 2023

Les travaux de l'année 2022 ont été orientés sur la validation et l'amélioration de la robustesse de l'utilisation des capteurs.

Les travaux à réaliser sur l'année 2023 seront orientés sur l'exploitation des données acquises sur site et les développements des modèles numériques associés. Listons en particulier les points suivants :

- Exploitation des données acquises sur le pont de Lagnieu, calibration du modèle numérique et impact sur les combinaisons d'actions étudiées ;
- Suivi du comportement dynamique de la passerelle Claude Bernard à partir des données acquises sur site et développement d'un modèle numérique simplifié ;
- Audits et surveillance des ouvrages précontraints.

QUELQUES PHOTOGRAPHIES

Instrumentation du pont de Lagnieu et de la passerelle Claude Bernard



Panneau solaire et baie électrique en cours de montage – Passerelle Claude Bernard



Prise de mesures lors de l'audit au niveau de la voie Est - Pont de Lagnieu - Crédit photo Nicolas Cugnart (pendant l'instrumentation)



Panneau solaire et baie électrique fixés à gauche et montage en cours à droite depuis une nacelle négative - Pont de Lagnieu



Capteur installé à l'intérieur des GC et fixés à l'aide d'une chaînette et sangle à cliquet - Passerelle Claude Bernard



Écrans de suivi de l'état structural du pont de Lagnieu

Crédits photo APAVE/SERCEL

Lien vers vidéo Pont de Lagnieu : <https://www.apave.com/fr-FR/Actualites/News/Pont-connecte-de-Lagnieu>