

L'exploitation  
et la maintenance  
des infrastructures



Développement d'Outils et de Logiciels  
pour la Maçonnerie Existante et Neuve



# Chantier démonstrateur du Pont d'Osserain

[www.pndolmen.fr](http://www.pndolmen.fr)

*Instrumentation de l'ouvrage*

Journées Nationales de la Maçonnerie, Université de Bordeaux  
12 juin 2025

- ▶ Caractériser les phénomènes mis en jeu durant le chargement de l'ouvrage.
- ▶ Alimenter en données expérimentales les modèles de calcul établis dans le cadre du programme.
- ▶ Se forger un REX sur certaines techniques expérimentales et l'opportunité de les mettre en oeuvre dans le cadre d'ouvrages en maçonnerie.



- ▶ Mars 2023 : Diffusion d'un appel à projet auprès des partenaires DOLMEN prévoyant notamment la caractérisation de l'ouvrage par instrumentation
- ▶ Printemps 2023 : constitution d'un groupe de travail « instrumentation ». Objectifs :
  - Analyse des différentes réponses des partenaires à l'appel à projet
  - Définition d'un programme d'instrumentation **en partenariat avec les membres du GT Benchmark des méthodes de calcul.**
  - Gestion / organisation de l'instrumentation avant / pendant et après l'opération.
  - Réaliser la synthèse du volet instrumentation
- ▶ Juillet 2023 : Arrêt d'un pré-programme d'instrumentation → commande de matériel par les partenaires





Pilotage du GT  
Mesures inclinométriques



Déformation par F.O distribuée  
Ouvertures de joint / fissuromètres  
Déplacements mesures TOPO.



Déplacements par  
Techniques d'imagerie  
(Motion capture, corrélation  
d'images (DIC))

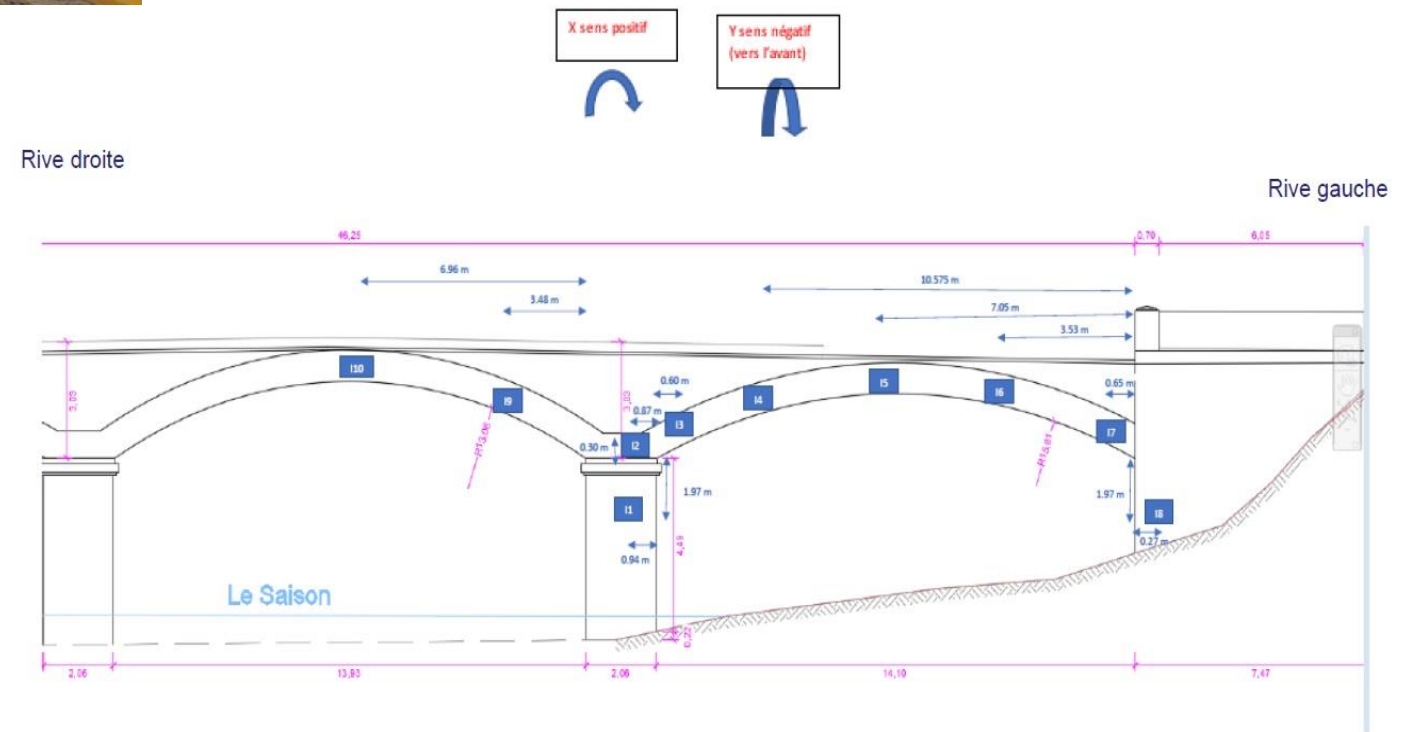
Analyse dynamique :  
Bruit de fond sismique  
Fréquence propres







Dix inclinomètres tri-axiaux, sur culée C0, bandeaux et fût de pile P1 coté aval





Deux vélocimètres :  
 -extrados mi-travée V1 coté aval  
 -extrados, au droit de P1 coté amont

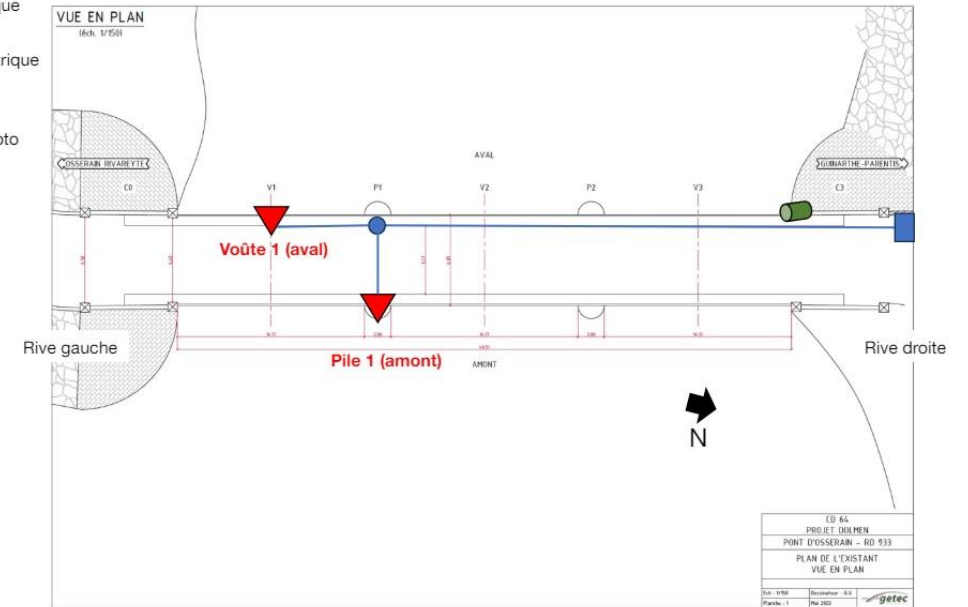
▼ Sismomètre (=vélocimètre) + numériseur (sous caisse plastique et bâche)

■ Alim électrique

— Câble électrique

● Raccord

● Appareil photo







Corrélation d'images : Prise de vue et traitement d'images par caméra. Analyse des champs de déplacement des « pixels » de l'image.

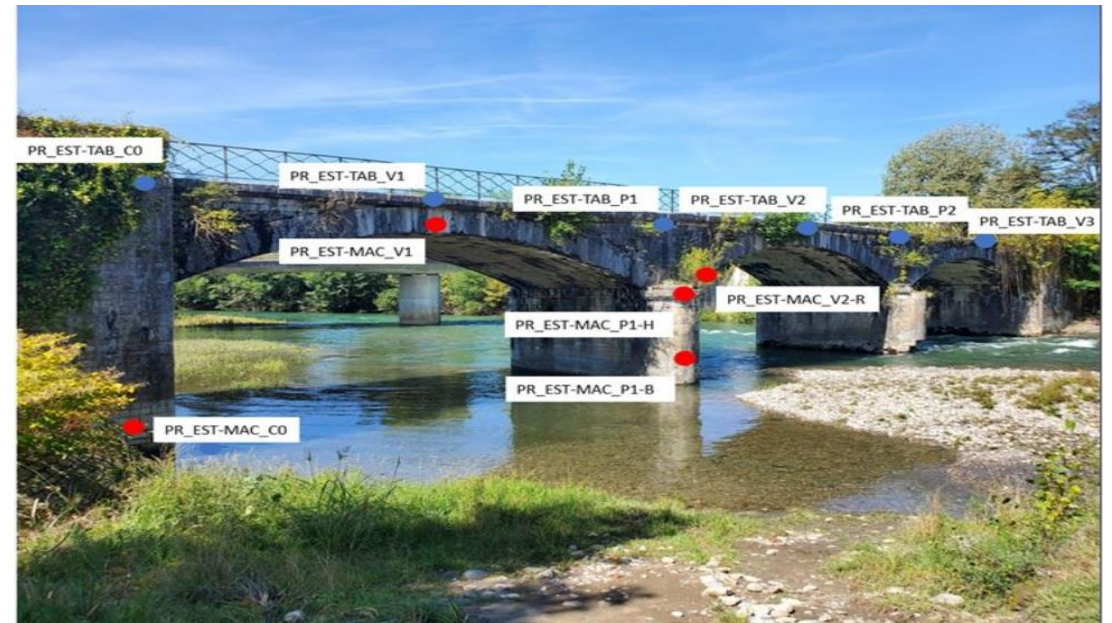
Motion capture : Mise en place de 140 cibles réfléchissantes. Visée et suivi par caméras infrarouges optitrack.





20 prismes topographiques déployées sur les «faces» amont et aval de l'ouvrage

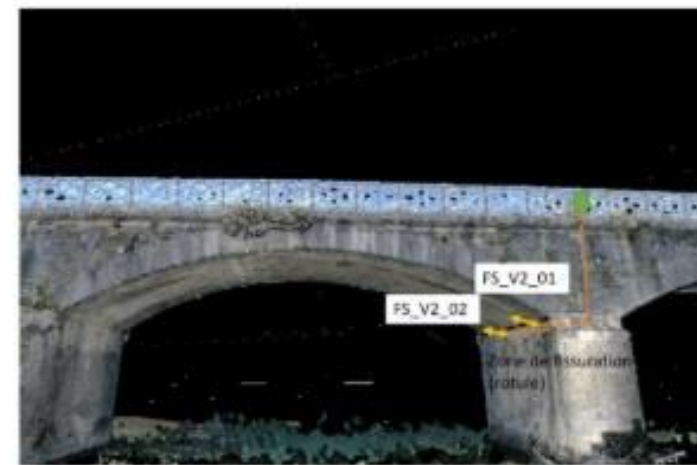
Suivi des déplacements avant, pendant et après chargement d'essai.

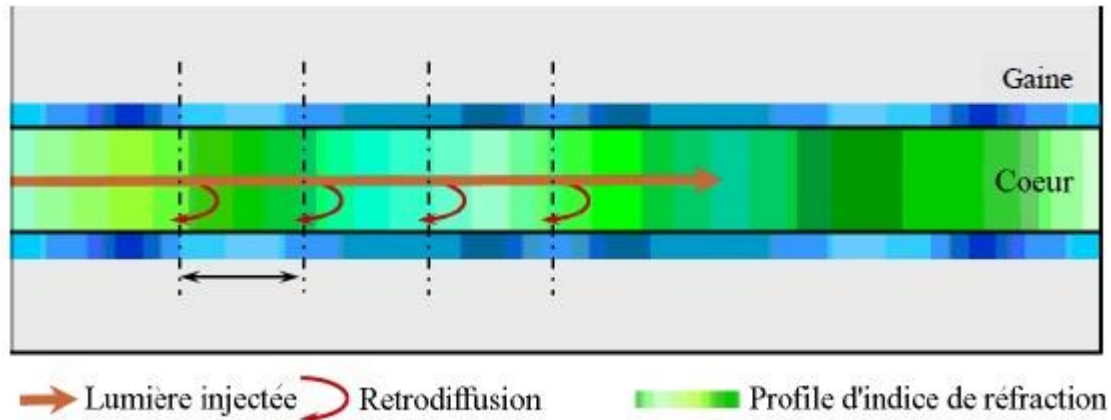






Six capteurs de déplacement potentiométriques.  
Suivi des ouvertures avant, pendant et après chargement





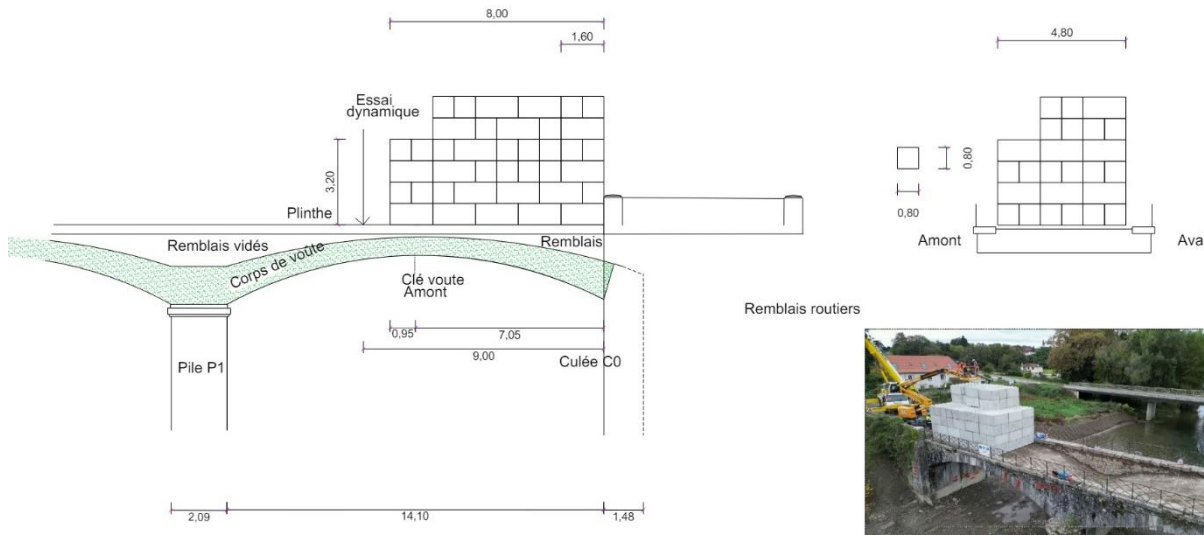
Rainurage et scellement de trois fibres dans le corps de voute V1 :

- Une fibre transversale à proximité de la clé (zone affaiblie par saignée)
- Deux fibres longitudinales axe V1 – bandeau aval





- 9 au 23 octobre 2023 : mise en place de l'instrumentation en étroite relation avec le CD64
- 24 et 25 octobre 2023 : chargement
- 26 et 27 octobre 2023 : déchargement
- 31 octobre 2023 : démolition

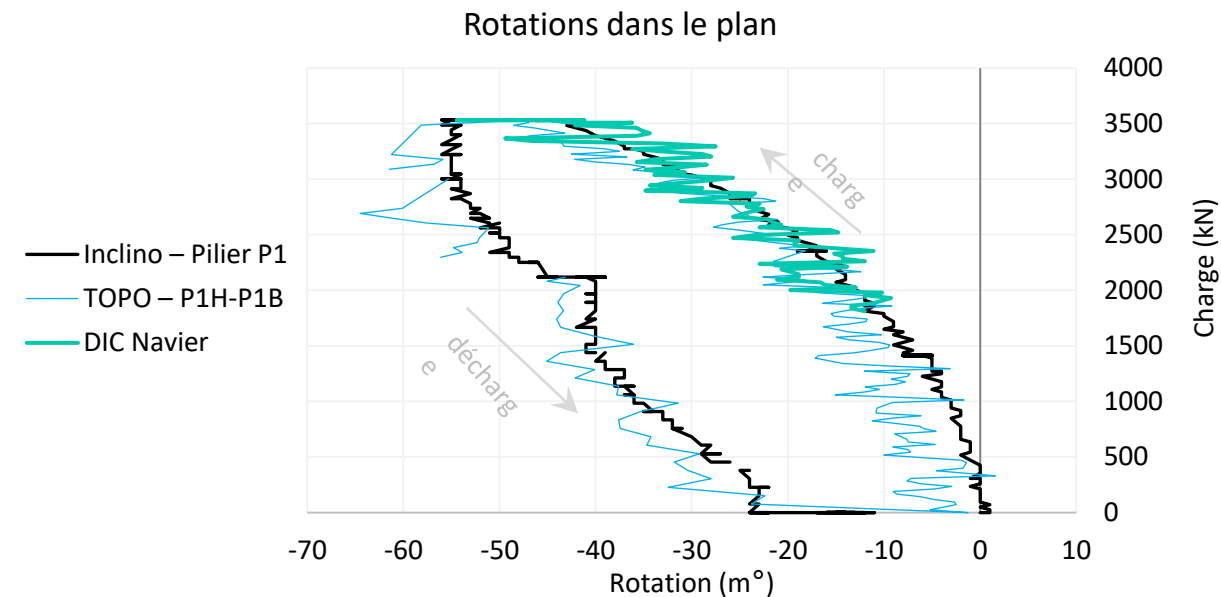




## ► Mouvement de P1 sous chargement :

Croisement des données mesurées par inclinométrie, topographie et corrélation d'images :

- Basculement de P1 en direction de la rive droite
- Dérive des mesures à l'issue du chargement
- Absence de retour à zéro à l'issue du déchargement (endommagement)



Fiabilisation des mesures – SETEC 2024

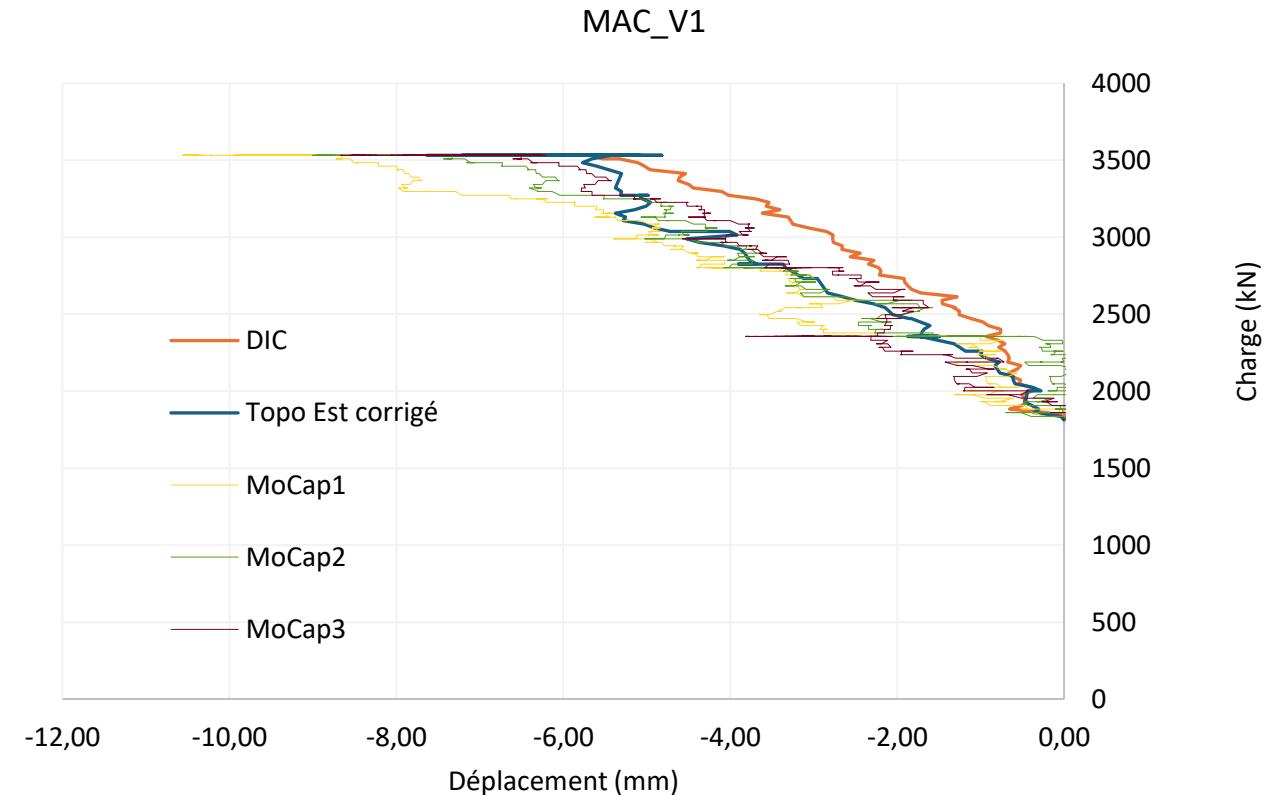




## ► Flèche de P1 sous chargement :

Croisement des données mesurées par topographie, corrélation d'images et motion capture

- Cinétique de chargement visualisable mais dispersion dans les valeurs finales à 150 blocs



Fiabilisation des mesures – SETEC 2024

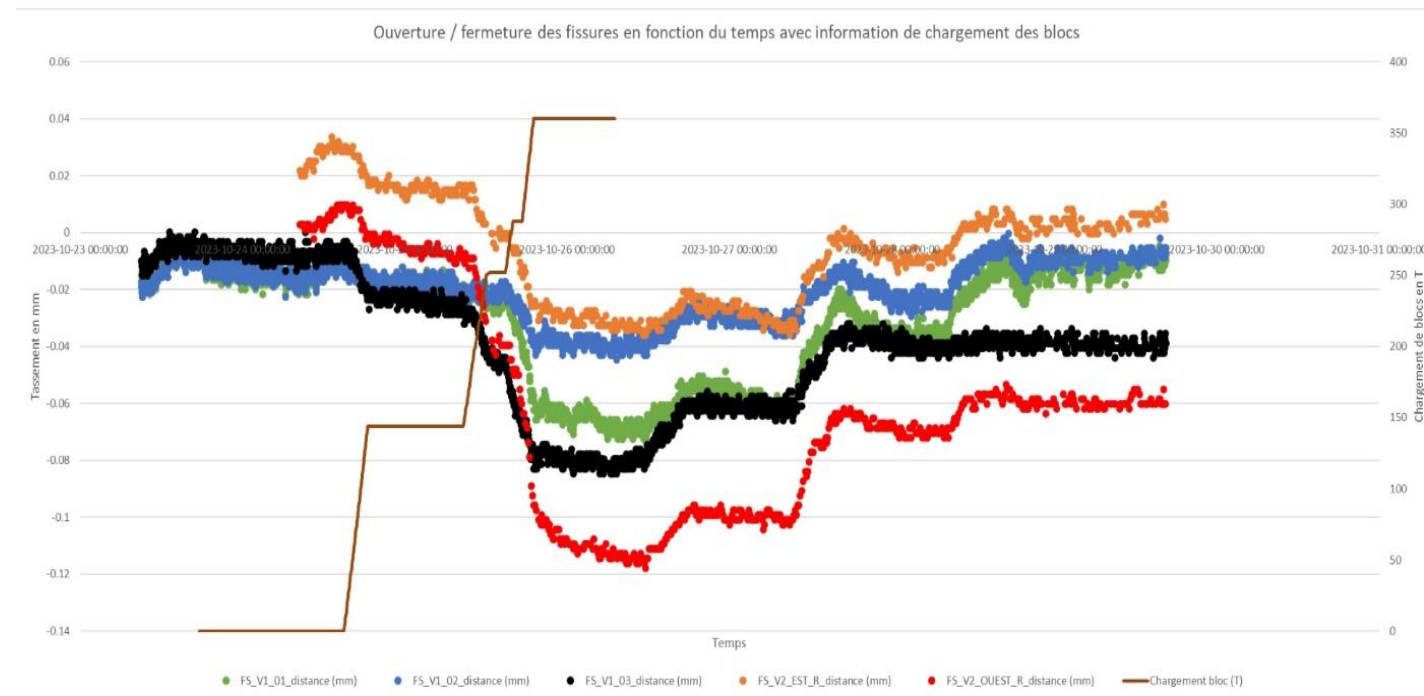


## ► Ouverture des joints :

Fissuromètres V1 : courbes bleues, vertes, noires

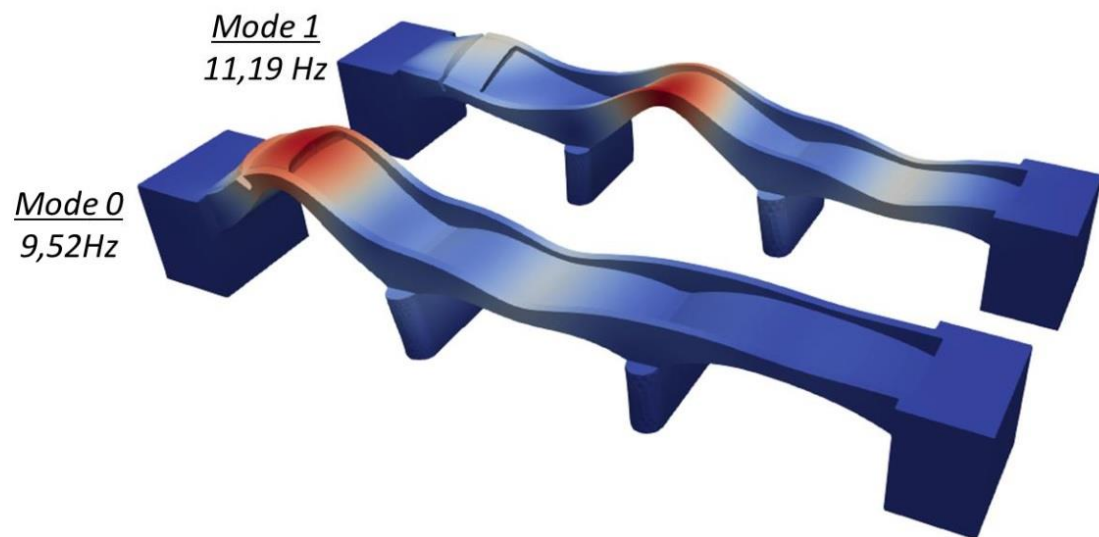
Fissuromètre jonction V2/P1 : courbes oranges, rouges

- Ouverture progressive des joints sous chargement de l'ordre de 40 à 80  $\mu\text{m}$  sous V1 sous 150 blocs. 100  $\mu\text{m}$  max jonction V2/P1
- Absence de retour à zéro à l'issue du déchargement.

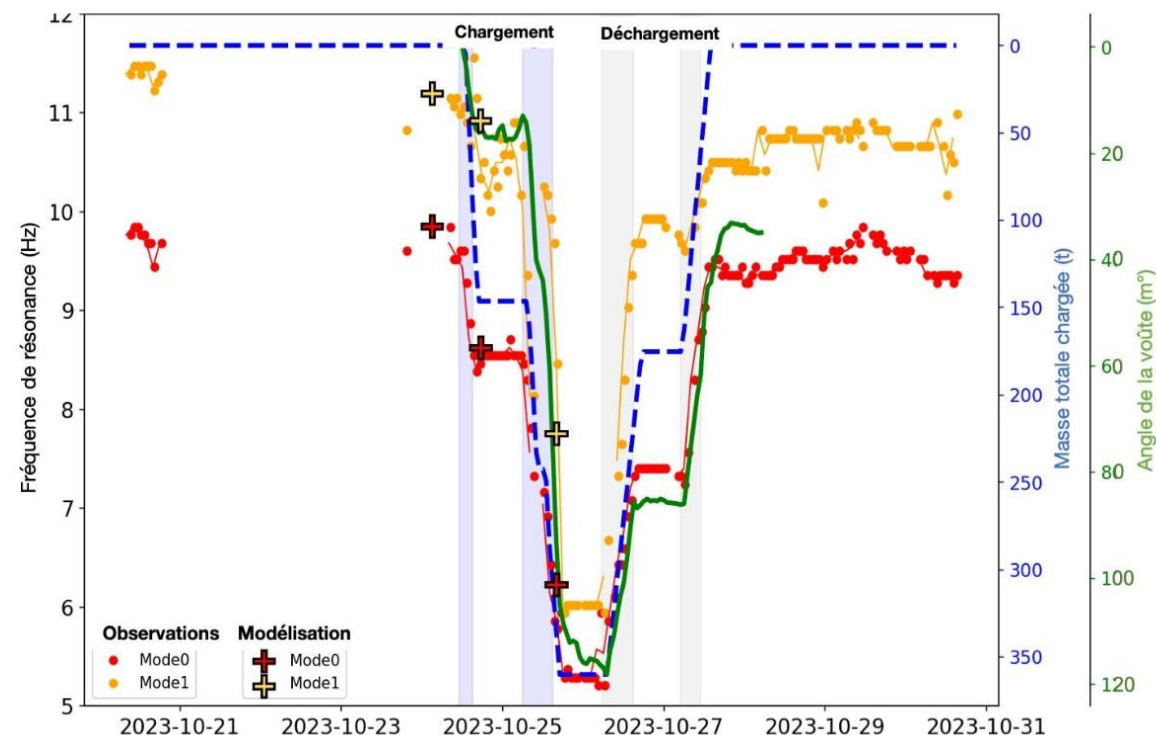




## ► Analyse dynamique :



Bonne convergence des mesures avec le modèle avec diminution des fréquences propres au gré du chargement.  
Absence de retour à 0 à l'issue du déchargement



## ► Une réponse structurale globalement conforme aux prévisions :

- Amorce de basculement de P1 sous chargement
- Flèche en V1, contre-flèche en V2
- Ouvertures des joints zone affaiblie V1, liaison V1/P2
- Bonne corrélation modèle /mesures de fréquences propres.

## ► Des similitudes de comportement relevées par les différents instruments :

- Absence de retour à zéro après déchargement → endommagement?
- « Dérive » des mesures constatées dans la nuit entre 1<sup>er</sup> et 2<sup>e</sup> jour de chargement → non monolithisme de la structure?

Limite d'interprétation , effets de la température non toujours appréhendés.



## ► Des difficultés inhérentes à la mesure physique et à une instrumentation *in-situ* :

- Prise en compte des effets de la température non toujours appréhendés dans les différentes mesures.
- Difficulté liée à la mise en œuvre de la fibre optique sur une structure maçonnerie : rainurage, scellement, etc... rendant la mesure difficilement exploitable.

## ► Un travail collectif et une belle synergie :

- Avec les membres du GT Benchmark des méthodes de calcul (échange plan d'instrumentation, « requalification » des mesures.
- Avec les membres du GT instrumentation, le MOa et le pilotage Dolmen de l'opération → Préparation du chantier dans des délais très contraints.





L'exploitation  
et la maintenance  
des infrastructures



Développement d'Outils et de Logiciels  
pour la Maçonnerie Existante et Neuve



# Merci de votre attention

[www.pndolmen.fr](http://www.pndolmen.fr)