



Objectifs :

- ▶ 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.

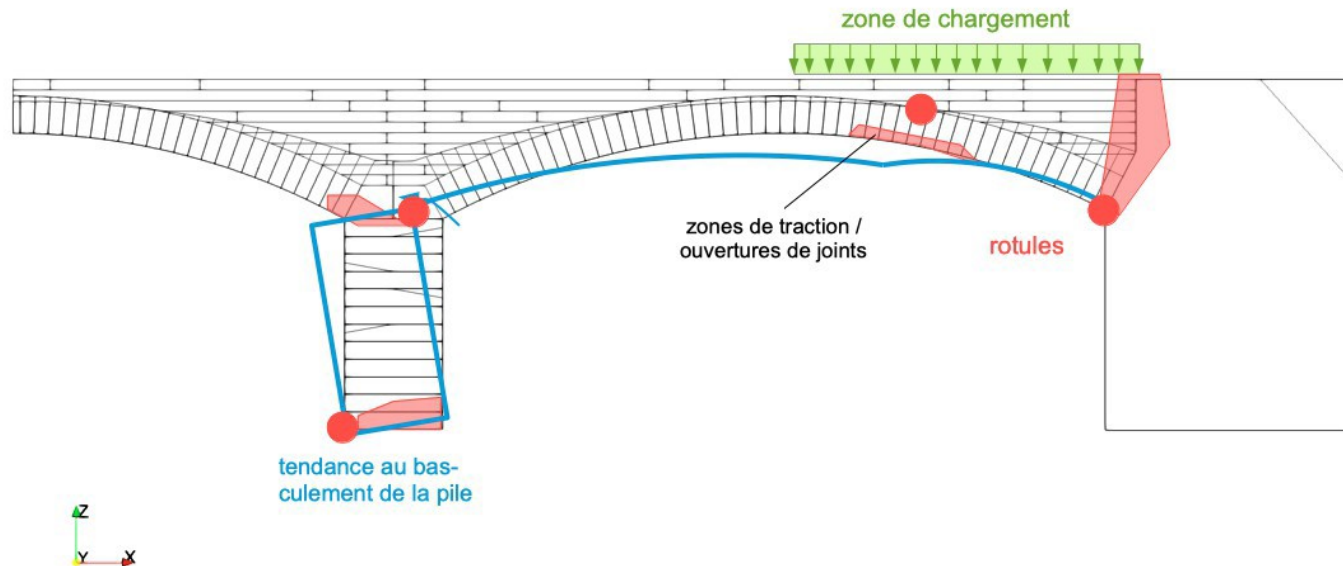


Organisation :

- ▶ 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
- ▶ Octobre 2023 : Instrum /chargement / déconstruction

Définition du programme d'instrumentation :

Détermination de zones à « enjeux » sur la base des premiers modèles transmis par le GT « Benchmark méthodes de calcul »



Partenaires Instrumentation :

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))

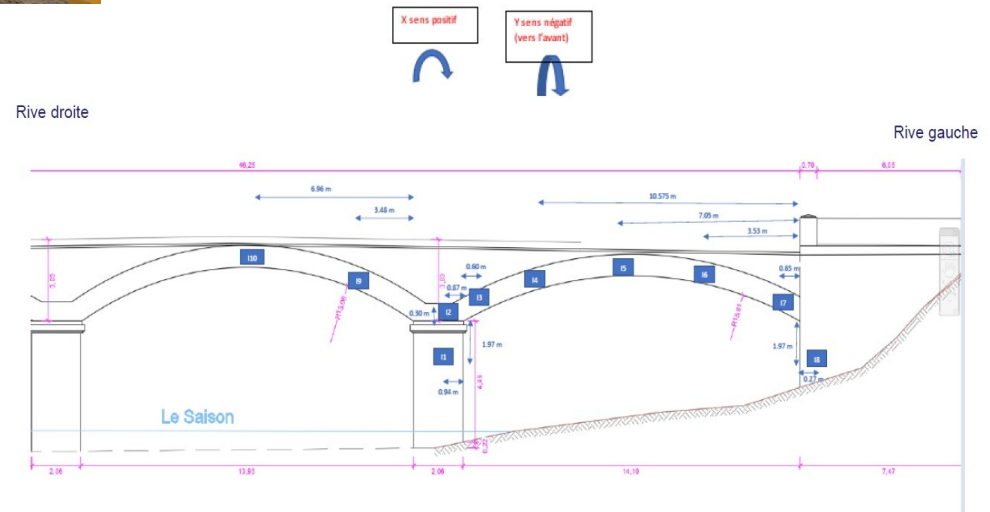


Analyse dynamique :
Bruit de fond sismique
Fréquence propres

Mesures de mouvement - rotation : Suivi inclinométrique

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

Suivi avant, pendant et après chargement d'essai.



Mesures de déplacement par imagerie : Motion capture et corrélation d'images



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.



Mesures dynamiques :



Deux vélocimètres :

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

Suivi avant, pendant et après chargement d'essai.

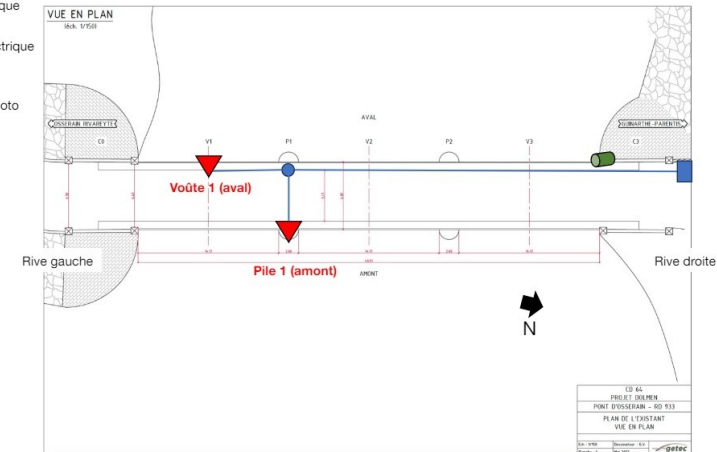
▼ Sismomètre (=vélocimètre) + numériseur (sous caisse plastique et bâche)

■ Alim électrique

— Câble électrique

● Raccord

● Appareil photo

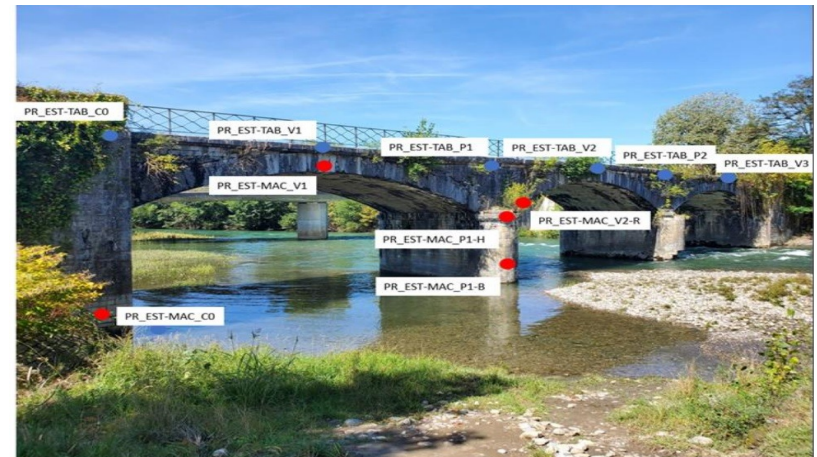


Mesures de déplacement : Suivi topographique



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

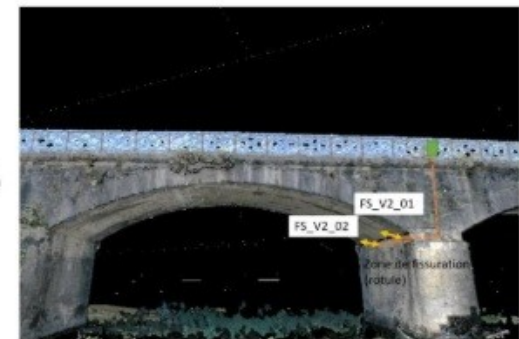
Suivi des déplacements avant, pendant et après chargement d'essai.



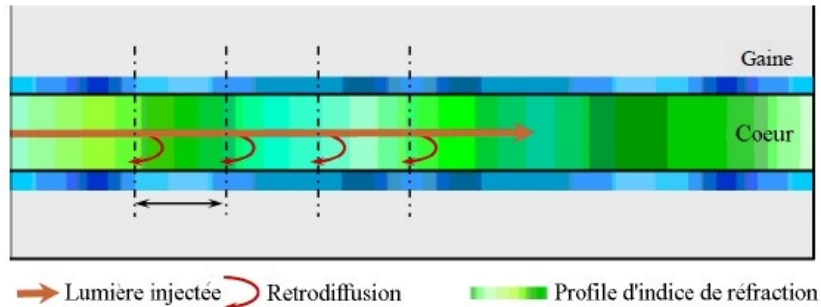
Ouvertures de joints : Capteurs de déplacement



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



Mesures de déformation : Fibre optique distribuée



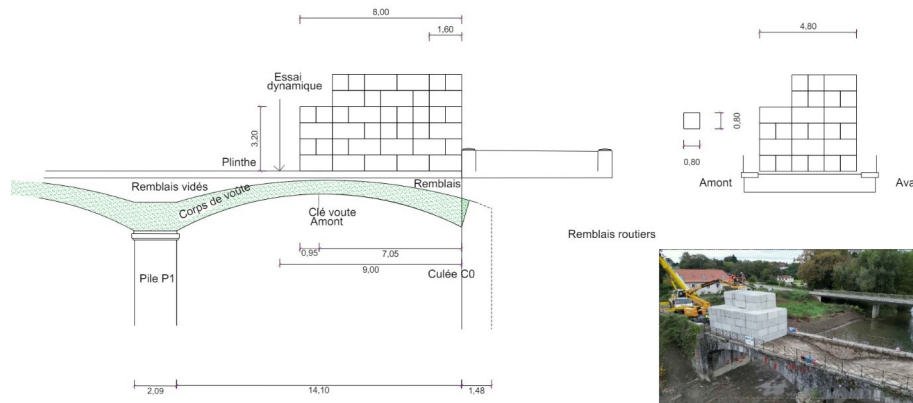
Rainurage et scellement de trois fibres dans le corps de voute V1 :

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



Déroulement :

- ▶ 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

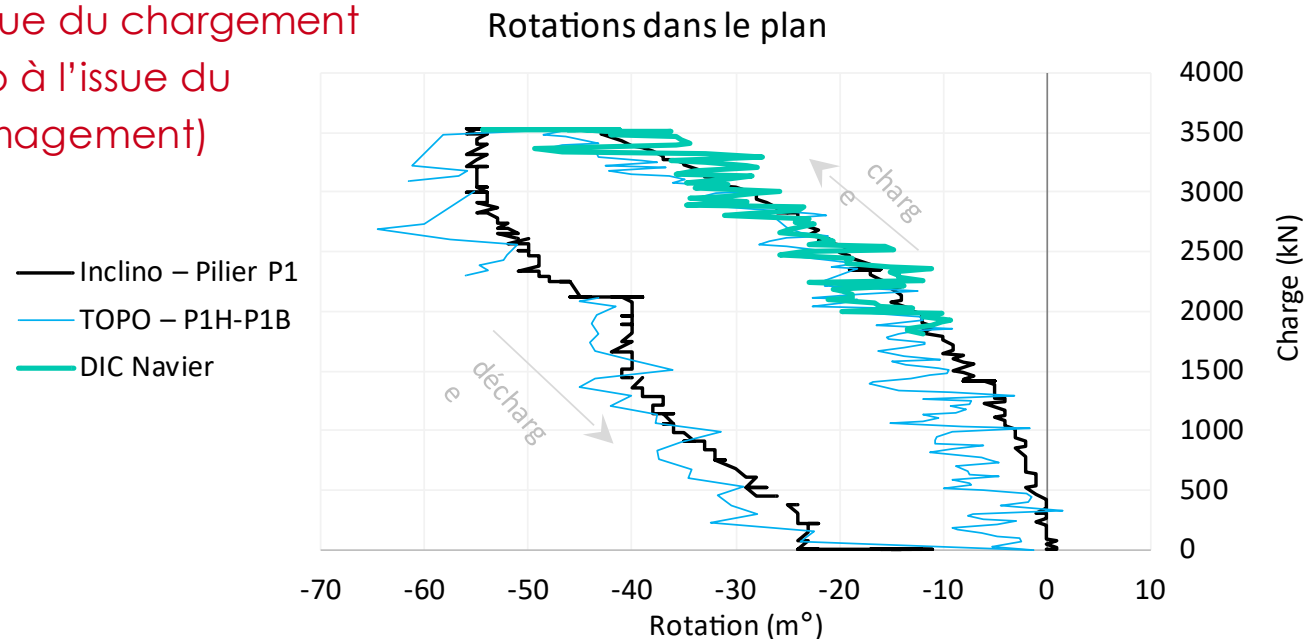


Principaux résultats et mise en évidence des phénomènes mesurés:

► 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)

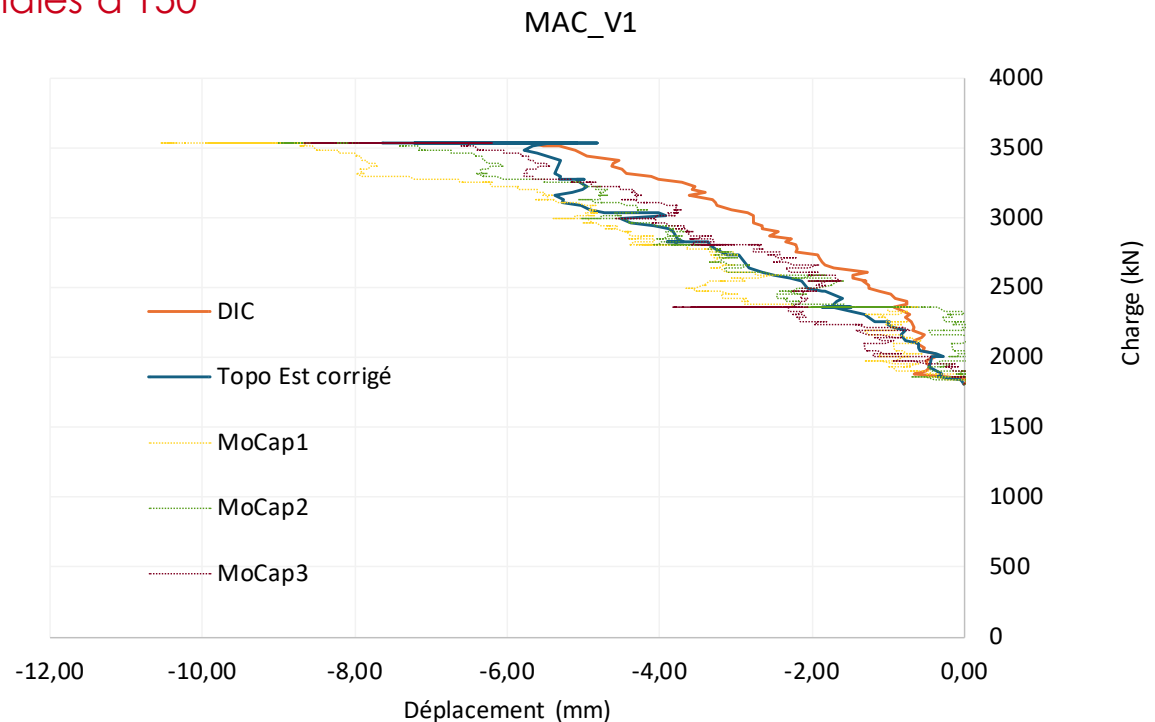


Principaux résultats et mise en évidence des phénomènes mesurés:

► Flèche de V1 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



Principaux résultats et mise en évidence des phénomènes mesurés:

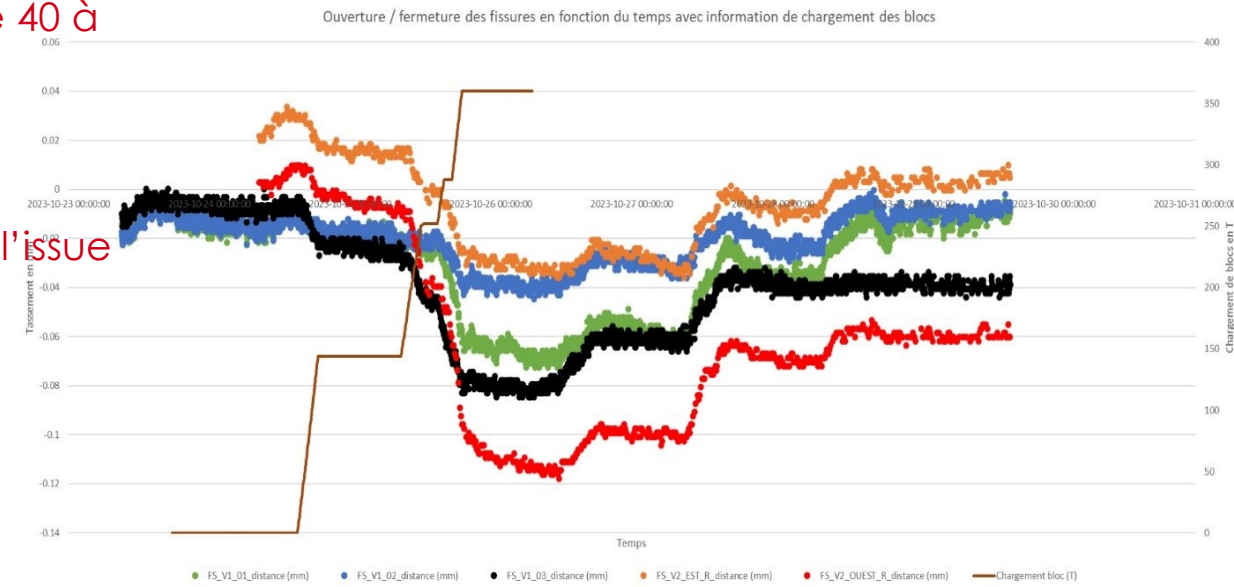
► Ouverture des joints :

Fissuromètres V1 : courbes bleues, vertes, noires

Fissuromètre jonction V2/P1 : courbes oranges, rouges

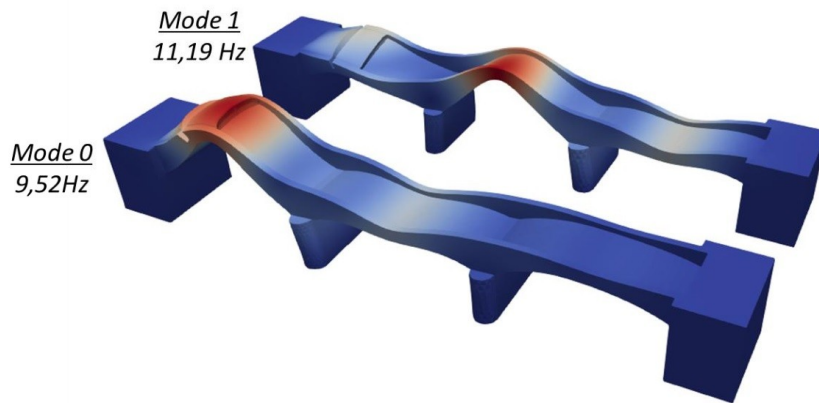
- Ouverture progressive des joints sous chargement de l'ordre de 40 à 80 μm sous V1 sous 150 blocs. 100 μm max jonction V2/P1

- Absence de retour à zéro à l'issue du déchargement.

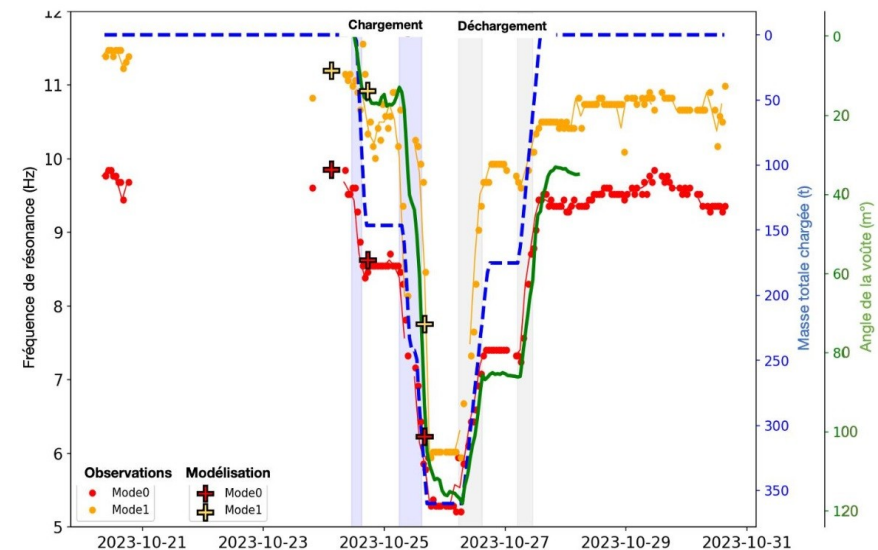


Principaux résultats et mise en évidence des phénomènes mesurés:

► 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



Conclusions:

► 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 à l'issue du chargement final → non monolithisme de la structure?

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

Conclusions:

- ▶ 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.



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

Merci de votre attention

www.pndolmen.fr

Journée AFGC



22 Janvier 2026 - Conférences INSA TOULOUSE
Restitution du chantier démonstrateur du pont d'OSSERAIN