



Ingenierie de la Maintenance du Génie Civil

LA NUMÉRISATION DU PATRIMOINE GÉNIE CIVIL AU SERVICE DE LA MAINTENANCE

Journée Technique

MARDI 5 Novembre 2024

FNTP – 3 Rue de Berri, 75 008 PARIS

en collaboration avec





Ingenierie de la Maintenance du Génie Civil

Suivi numérique de la déformation des poutres déviatrices de la précontrainte extérieure du viaduc de Clerval

Journée Technique

MARDI 5 Novembre 2024

FNTP – 3 Rue de Berri, 75 008 PARIS

Aurélien CROZE - IXO



en collaboration avec



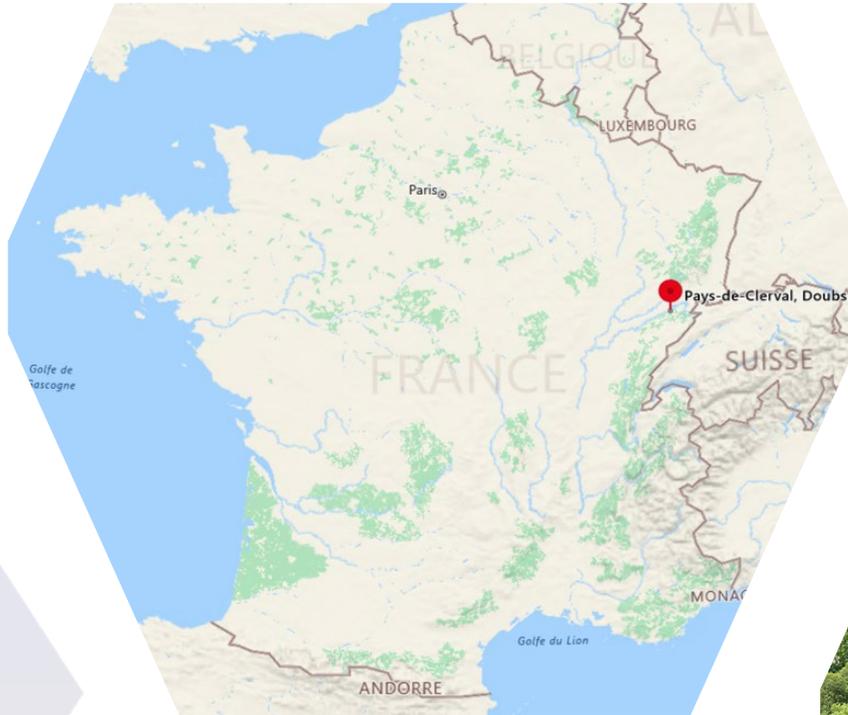
Sommaire

- **Partie 1**
Présentation de l'ouvrage
- **Partie 2**
Historique et problématique
- **Partie 3**
Numérisation au cœur de l'étude
- **Partie 4**
Résultats

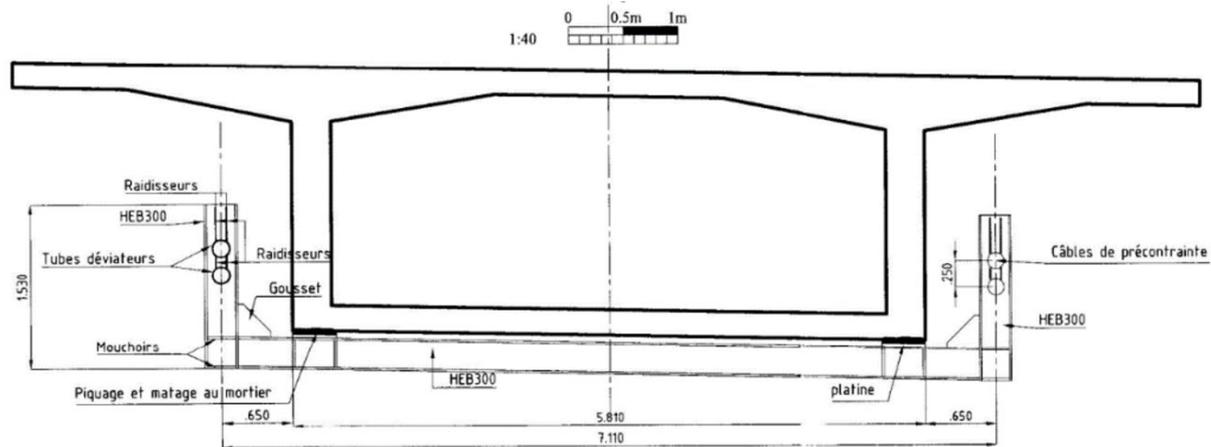
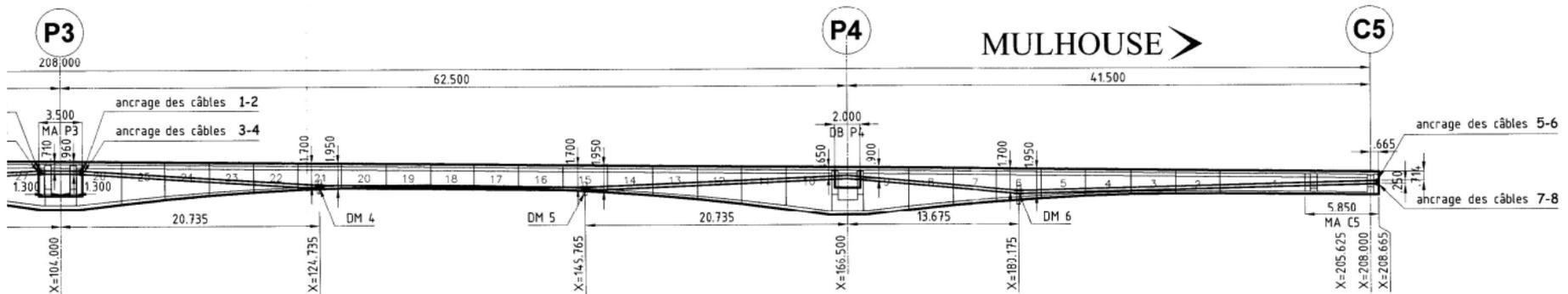
Présentation de l'ouvrage

Partie 1

Présentation de l'ouvrage



Présentation de l'ouvrage



Historique et problématique

Partie 2

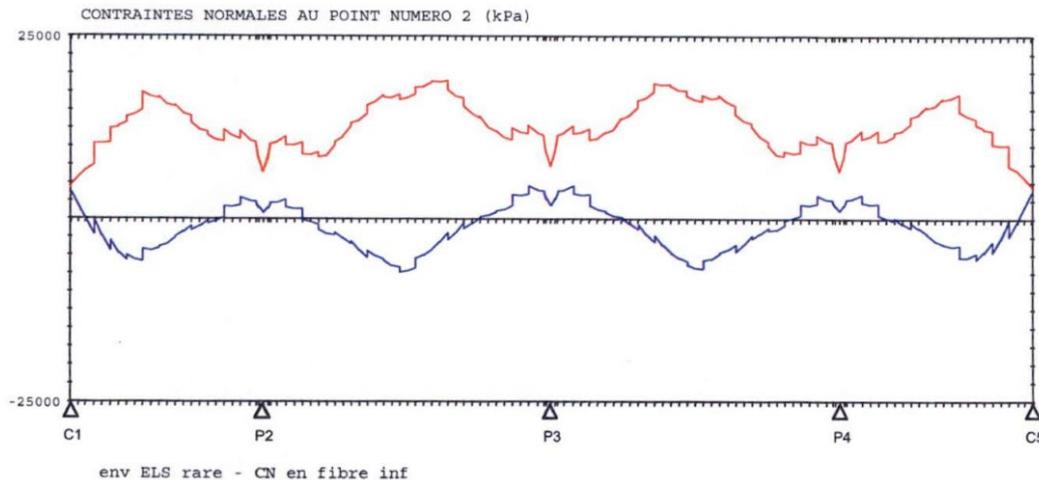
Historique et problématique

1975 : Construction de l'ouvrage

NOTE DE CALCULS

CHAPITRE III - Calcul des efforts -
Majoration C.P. - Température - fluage - hyperstatique

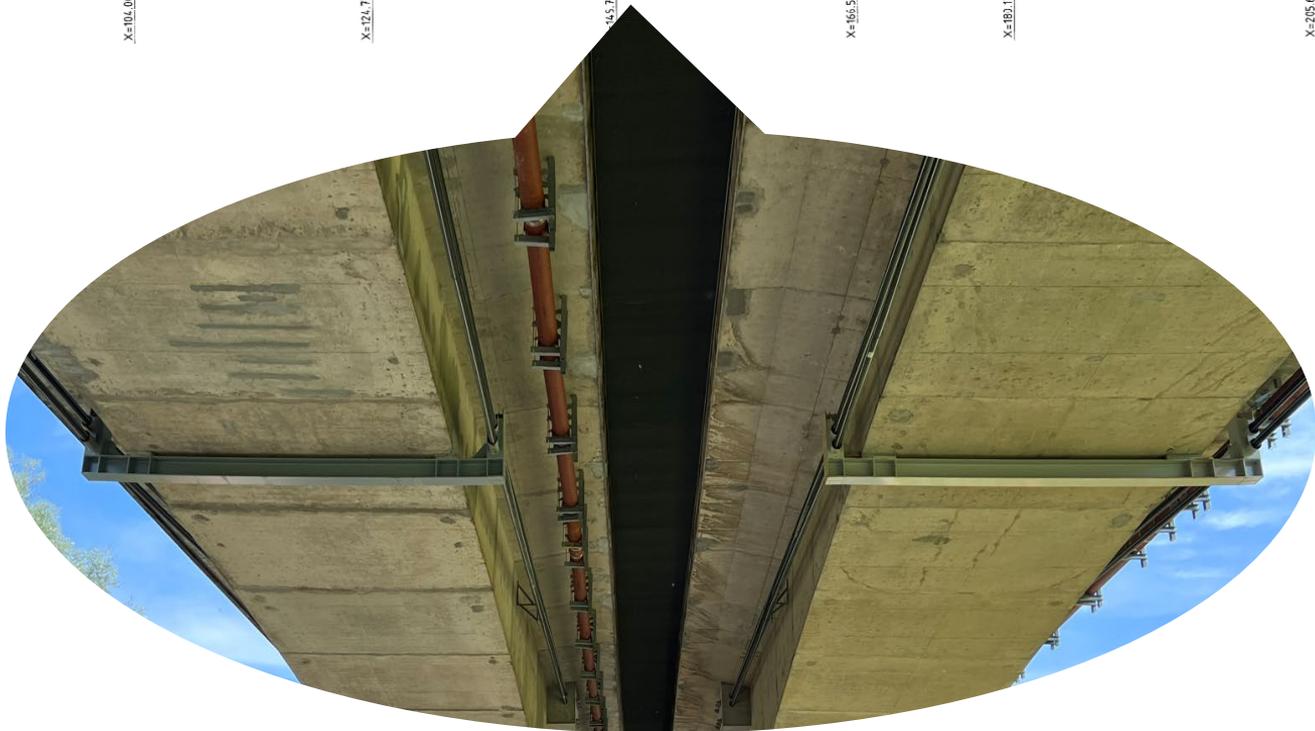
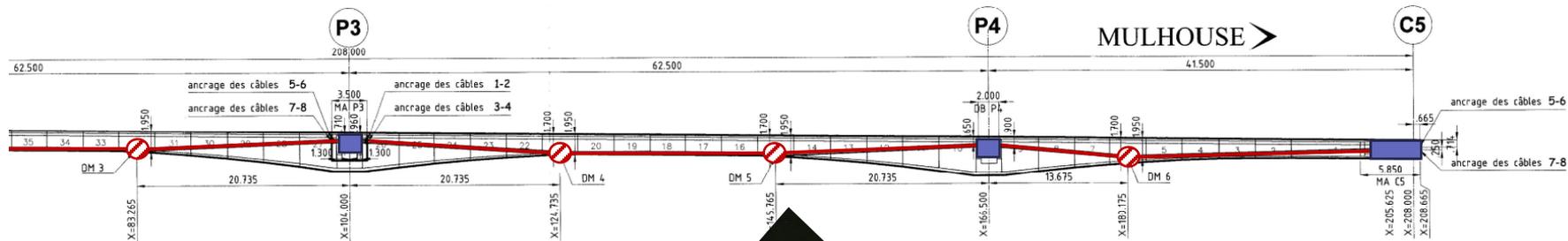
2008 : Diagnostic – Recalcul



Partie du tablier	fibre inférieure	
	CN min (kPa)	CN max (kPa)
travée C1-P2	-5968	17419
VSP2	762	10959
travée P2-P3	-7429	18977
VSP3	1859	12862
travée P3-P4	-6935	18582
VSP4	1069	10990
travée P4-C5	-5604	17121

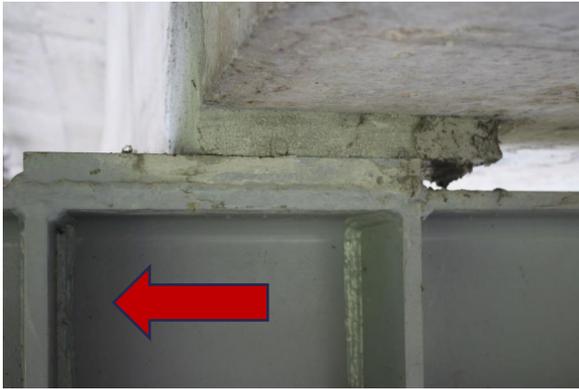
Historique et problématique

2013 : Renforcement par précontrainte additionnelle



Historique et problématique

2021 : déplacements / déformation excessive



Historique et problématique

Risques associés à la problématique :

Mesure
conservatoire

- ⇒ Rupture fragile d'un assemblage
- ⇒ Echappement d'appui
- ⇒ Rupture de coin béton
- ⇒ Sollicitation : Plastification -> Déformation excessive -> perte de tension/effet de la précontrainte (déviation)
- ⇒ Quid de la résilience / dégradations
- ⇒ Ruine
- ⇒ Instabilité - Effets du second ordre
- ⇒ Phénomène évolutif

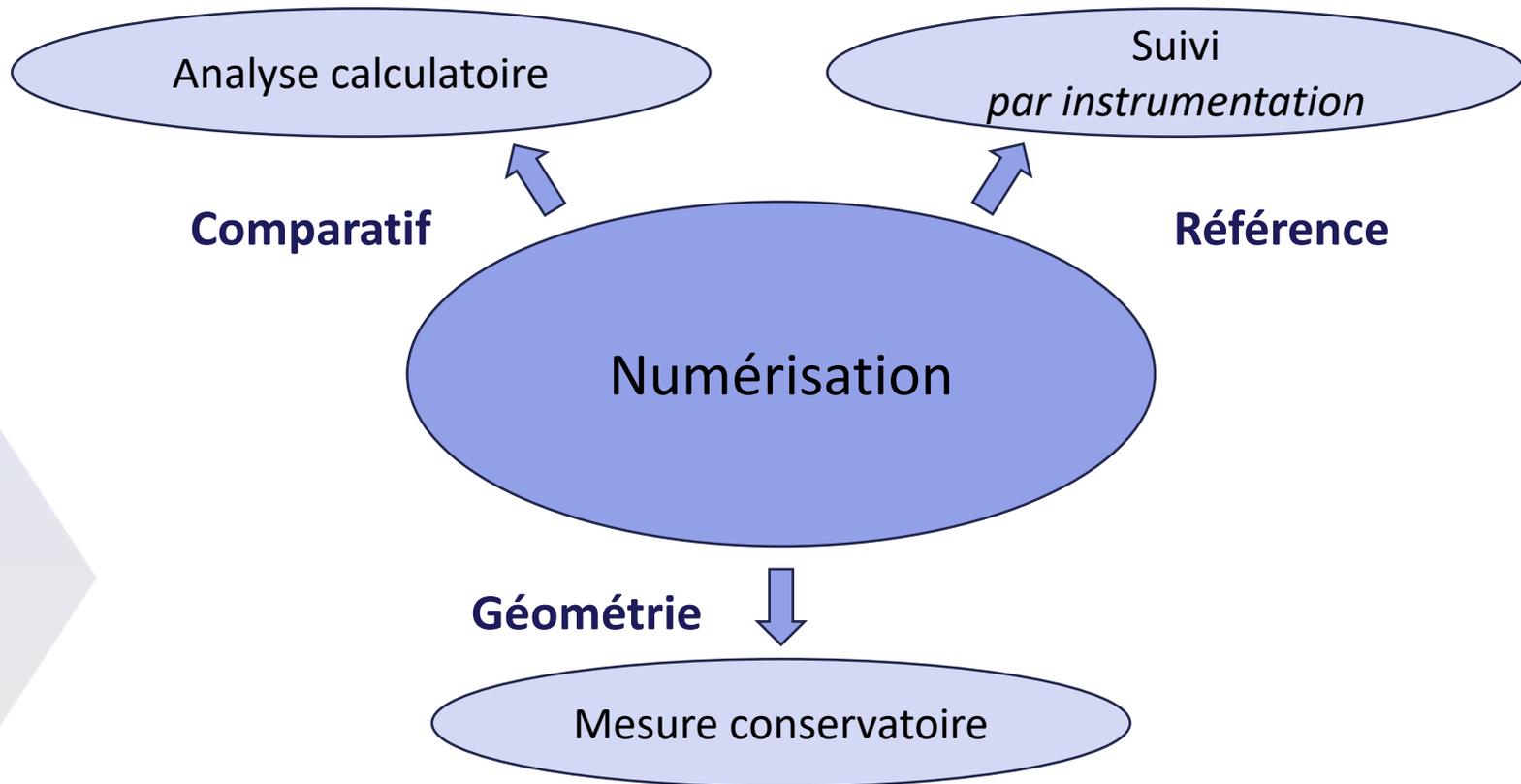
Analyse
calculatoire

Suivi

Numérisation au cœur de l'étude

Partie 3

Numérisation au cœur de l'étude



Numérisation au cœur de l'étude

Grande précision < 1mm

Portée importante > 100 m

Numérisation



Champs de numérisation sphérique :

Vertical	320°
Horizontal	360°

→ Intervention depuis le bas

Numérisation au cœur de l'étude



17 Stations



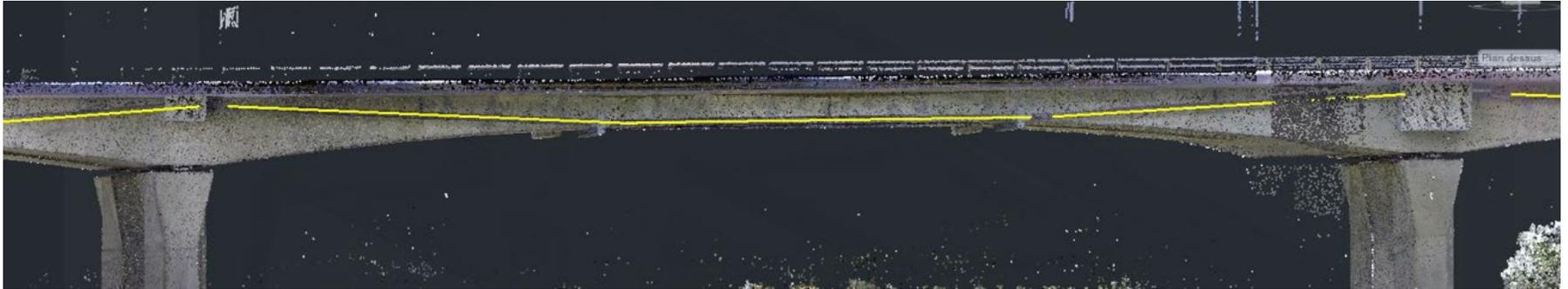
Nuage de points - Exhaustivité

Impacts minimisés : environnement / Exploitation

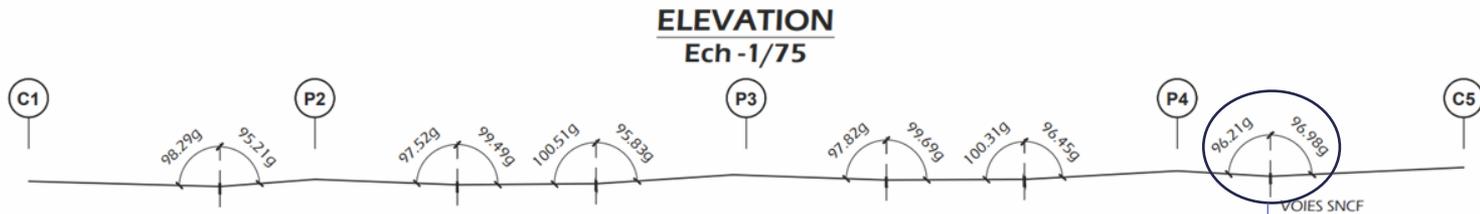


→ 1 journée d'acquisition

Numérisation au cœur de l'étude



CABLE S1 L=208.212m
relevé



Analyse calculatoire

Déviations extrêmes

En élévation

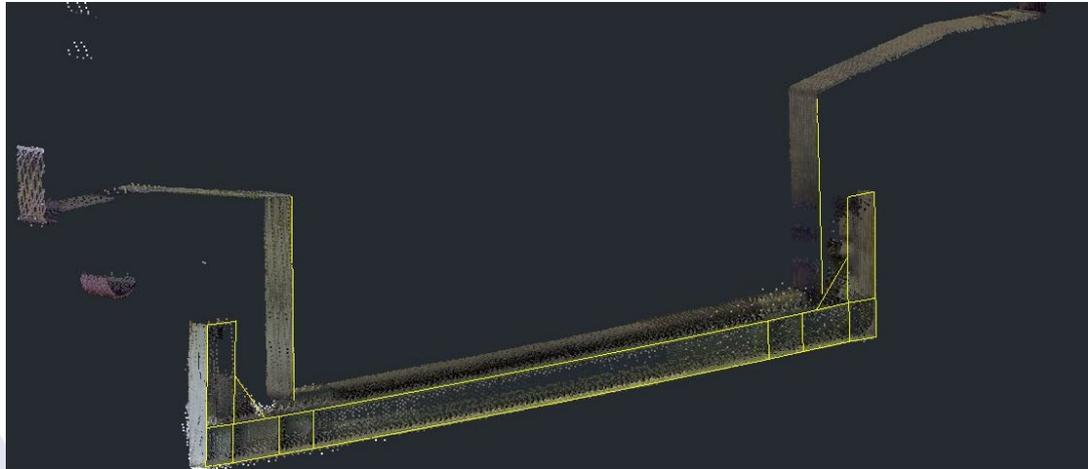
Théorie

192.9 gr

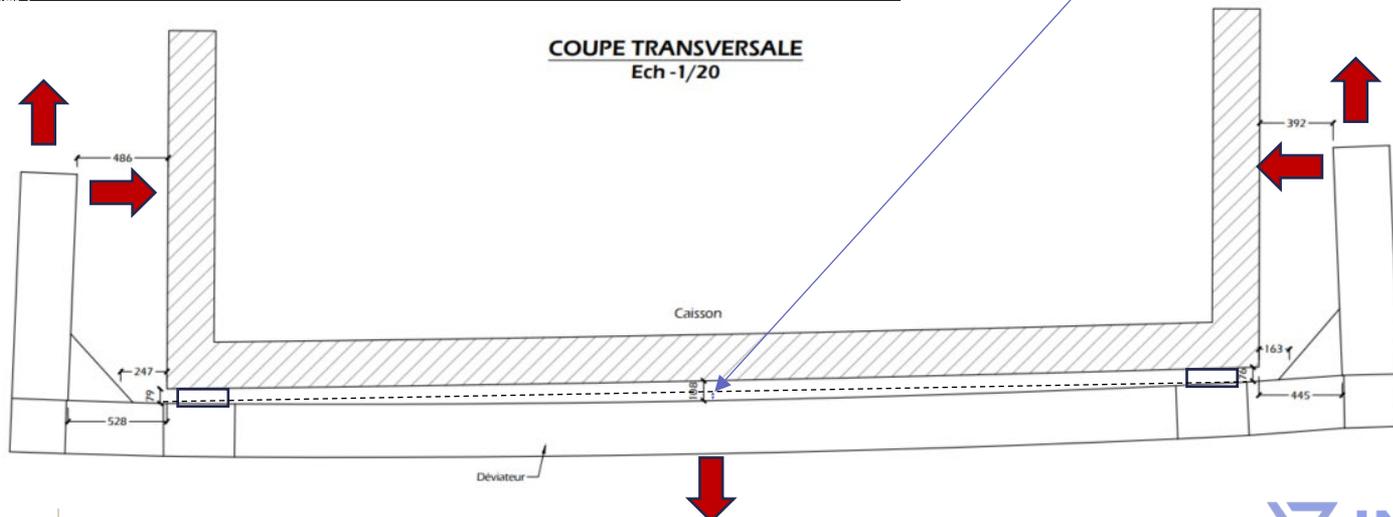
Relevé

193.1 gr

Numérisation au cœur de l'étude



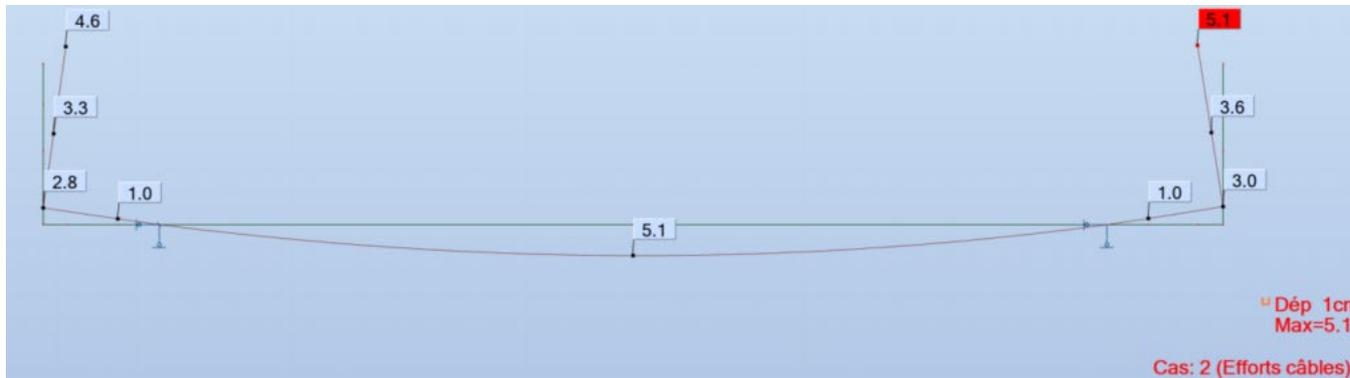
Flèche maximale :
4.5 cm



Déplacement
éventuel ↔

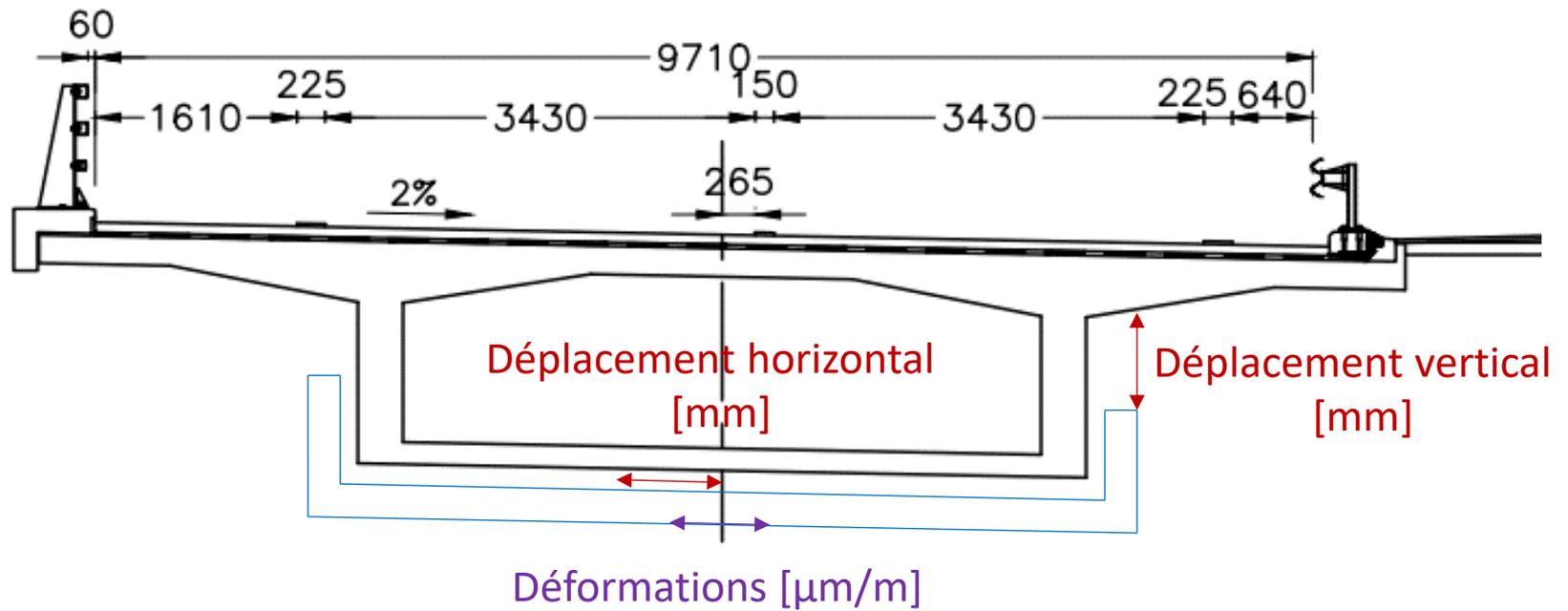
Numérisation au cœur de l'étude

Modèle Numérique

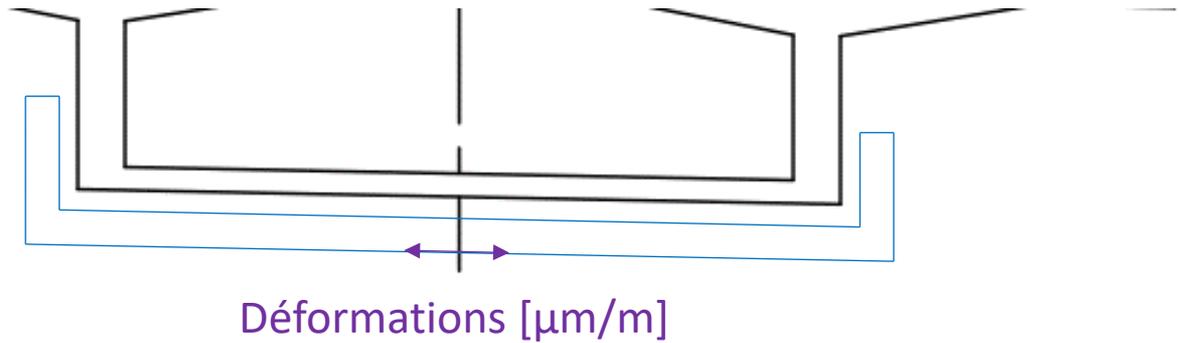
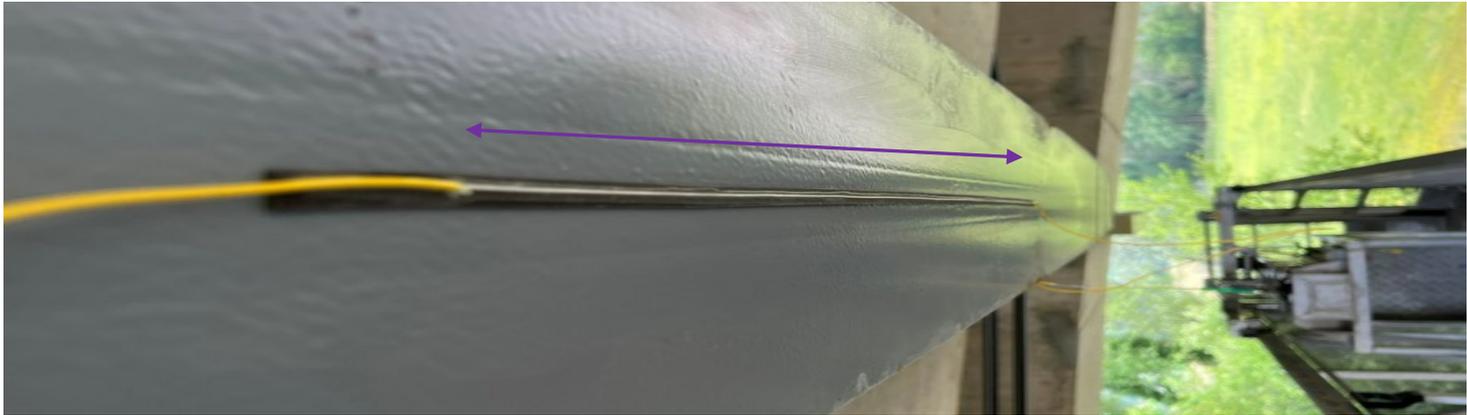


Numérisation au cœur de l'étude

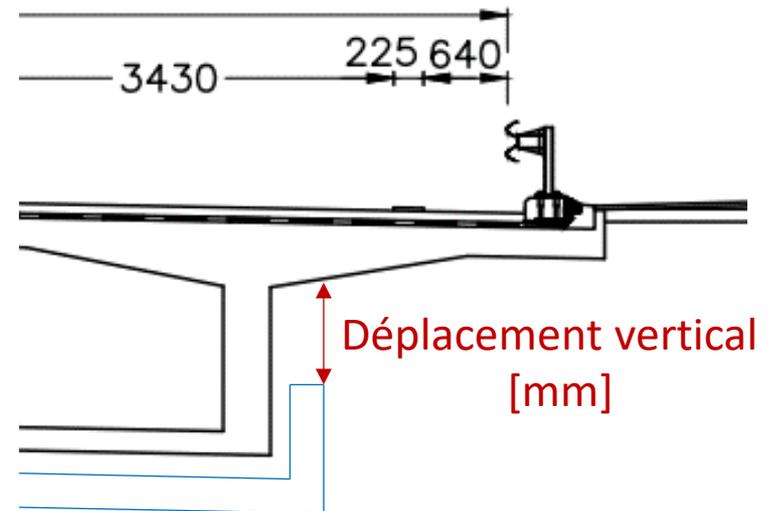
Suivi
par instrumentation



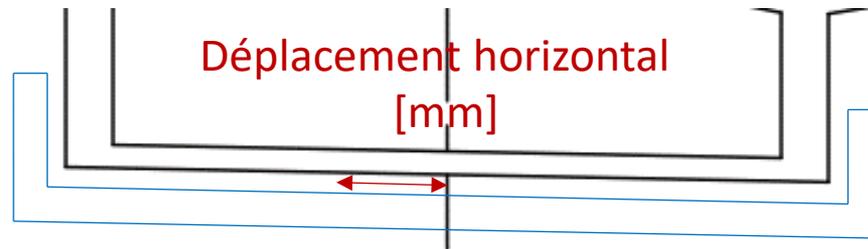
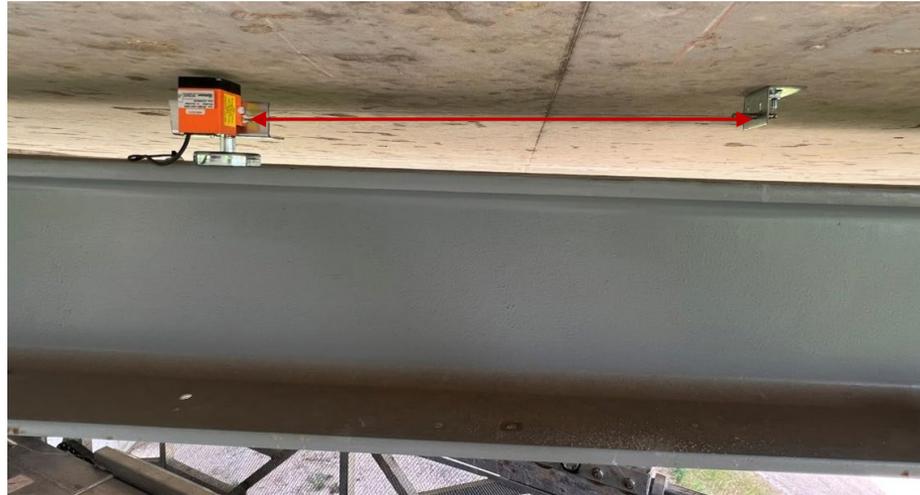
Numérisation au cœur de l'étude



Numérisation au cœur de l'étude

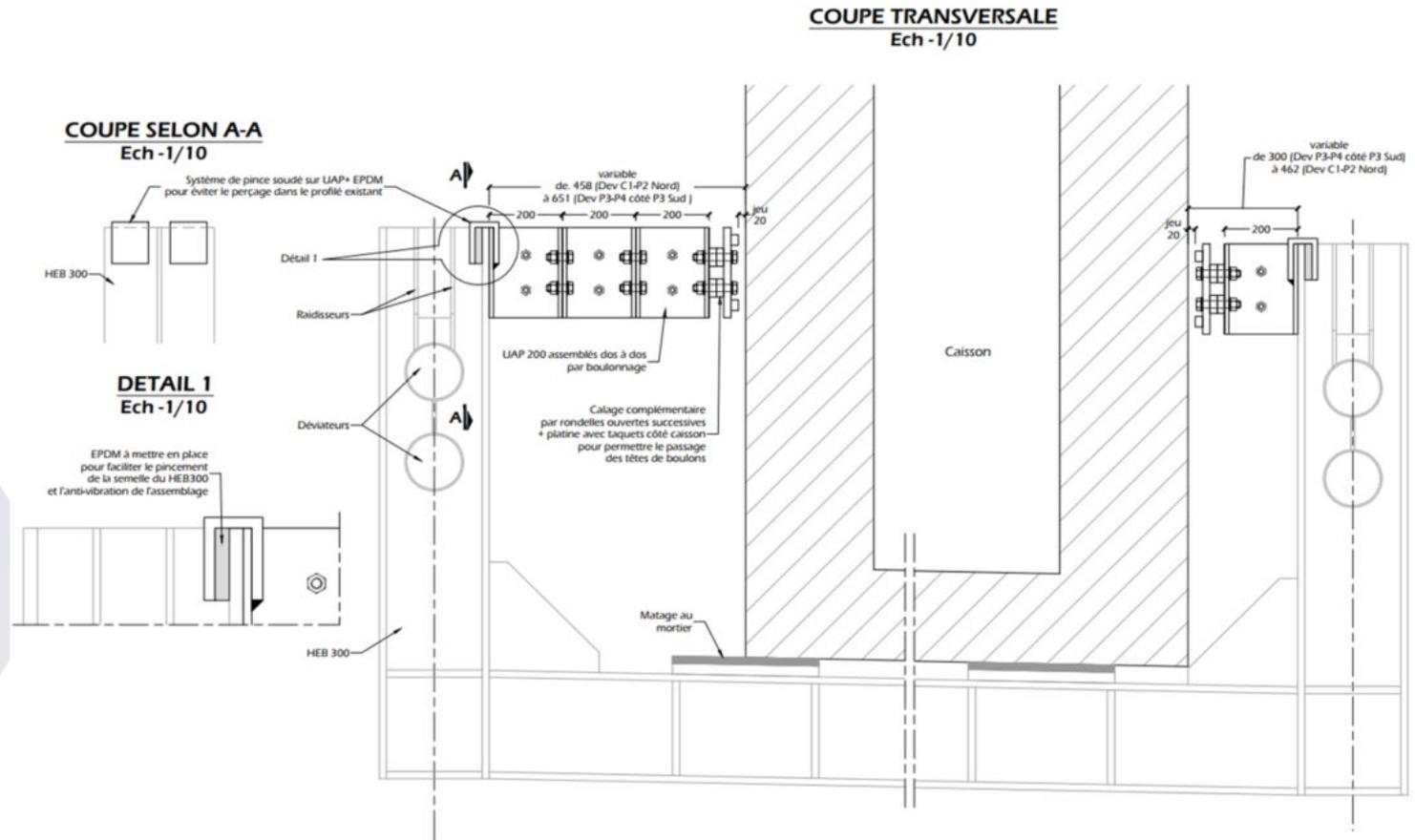


Numérisation au cœur de l'étude



Numérisation au cœur de l'étude

Mesures conservatoires



Numérisation au cœur de l'étude

Exhaustivité

Précision

Optimisation des interventions :

- 1 jour de numérisation
- 2 jours de pose d'instrumentation

Optimisation du suivi :

- 3 CFOD – Déformations *CFOD : Capteurs à fibre optique distribués*
- 11 capteurs à câble - Déplacements
- 3 sondes – Température

Rapidité d'intervention :

- Mesures conservatoires sans relevés préalables

Fiabiliser les analyses

Résultats

Partie 4

Résultats

Risques associés à la problématique :

⇒ Rupture fragile d'un assemblage

Marge > 200%

⇒ Echappement d'appui

Effort de clouage suffisant -> Non glissement

Risque :



Résultats

Risques associés à la problématique :

⇒ Rupture de coin béton

Global Justifié

Risques locaux liés aux déformations



Résultats

Risques associés à la problématique :

⇒ Sollicitation

Plastification à la mise en tension

=> Importance de l'entretien

⇒ Déformation excessive

Perte de tension de 1.3 %

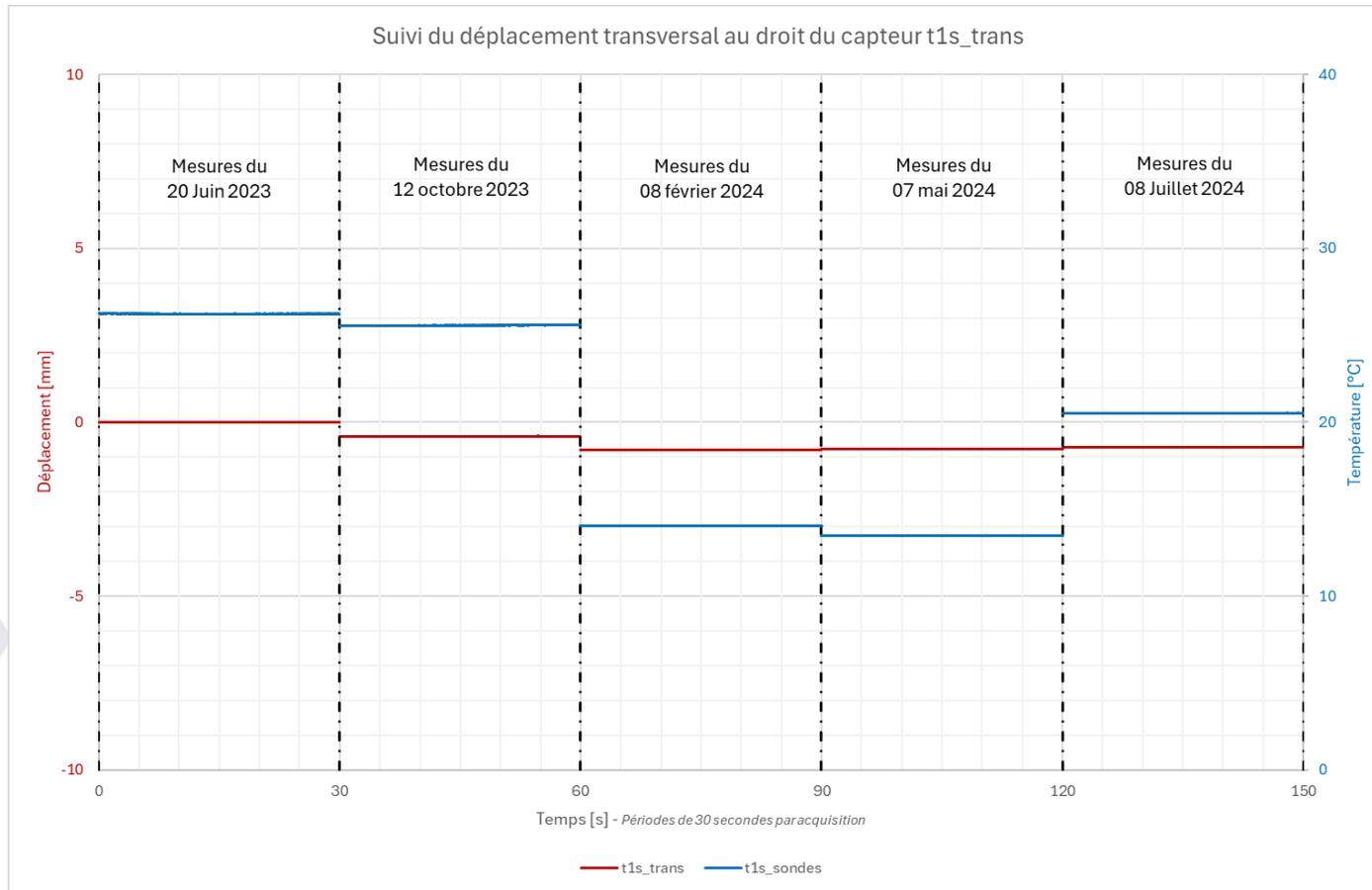
Perte d'effet (déviation) < 2%

⇒ Instabilité

Marge 111%

Résultats

Suivi par instrumentation – Déplacements [mm] :



Résultats

Suivi par instrumentation – Déformations [$\mu\text{m}/\text{m}$] :



Merci



Ingenierie de la Maintenance du Génie Civil