



IMGC

L'INSTRUMENTATION AU SERVICE DES OUVRAGES DE GÉNIE CIVIL

Journée Technique
MARDI 13 JUIN 2023
FNTP – 3 Rue de Berri, 75 008 PARIS



A13 – VIPP de la Touques

Instrumentation pour l'évaluation de l'effet du passage
des CE



Objectif

- Evaluer l'impact du passage des convois exceptionnels, et notamment des CE de bois ronds, sur le comportement mécanique du VIPP de la Touques, comparativement aux effets du trafic courant.



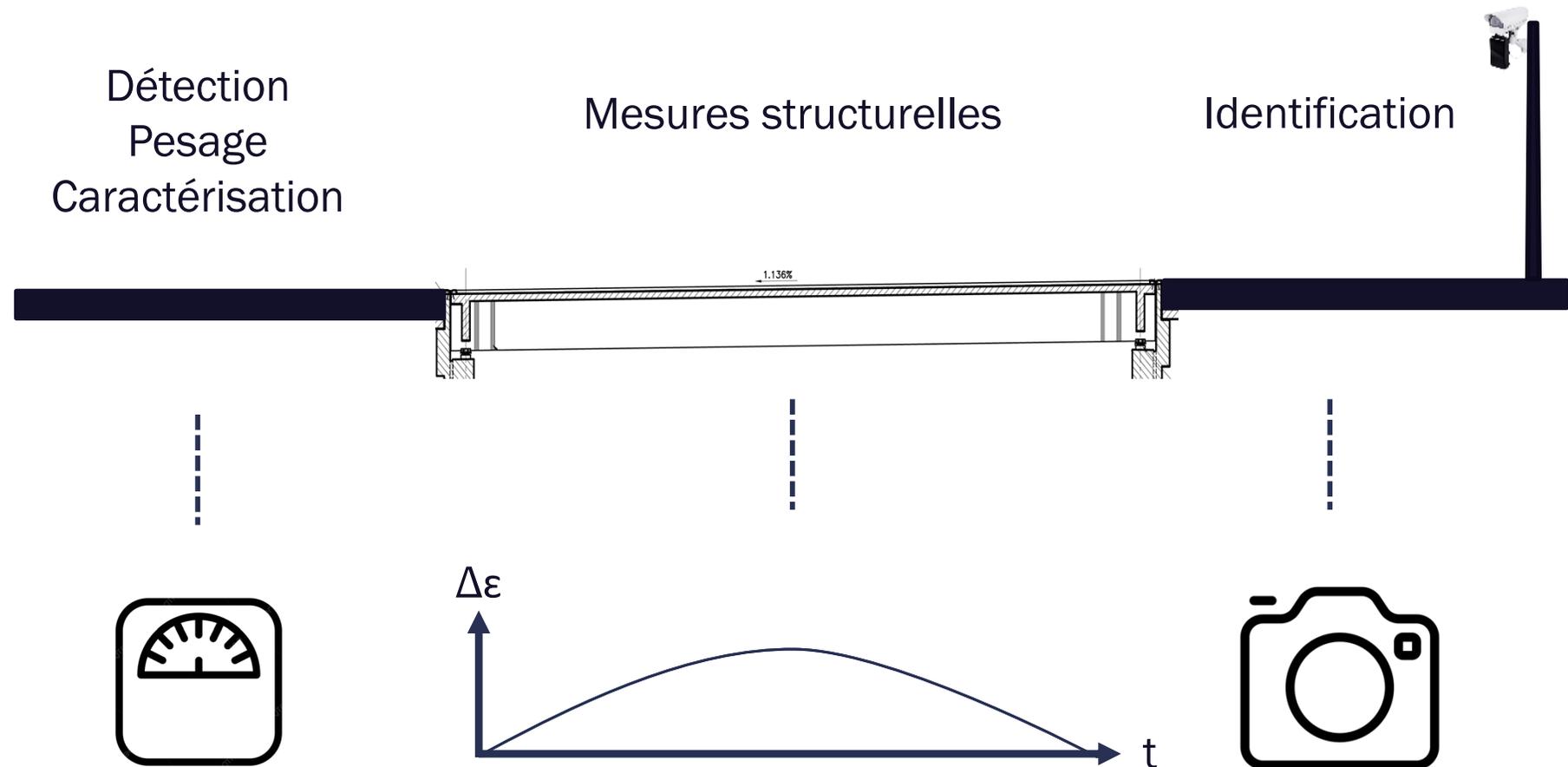
VIPP de la Touques

Brèche franchie :	La Touques
Entreprise constructrice :	QUILLE
Année de construction :	Non connu
Structure :	Poutres précontraintes et entretoises + hourdis
Nombre de tabliers :	2
Nombre de travée(s) :	1
Nombre de poutres par tablier :	4
Portée des travées :	25 m
Biais :	100 grades
Nombre d'entretoises sur appuis :	2
Nombre d'entretoises intermédiaires :	0
Câbles ancrés en about des poutres :	5 sur les poutres intermédiaires et 4 sur les poutres de rive
Câbles longitudinaux relevés dans la table :	0
Câbles d'une entretoise sur appui :	0
Câbles d'une entretoise intermédiaire :	Néant
Câbles transversaux du hourdis :	Non connu
Épaisseur de béton, en âme des poutres	40 cm
Épaisseur de béton des entretoises :	30 cm



Principe

Méthode



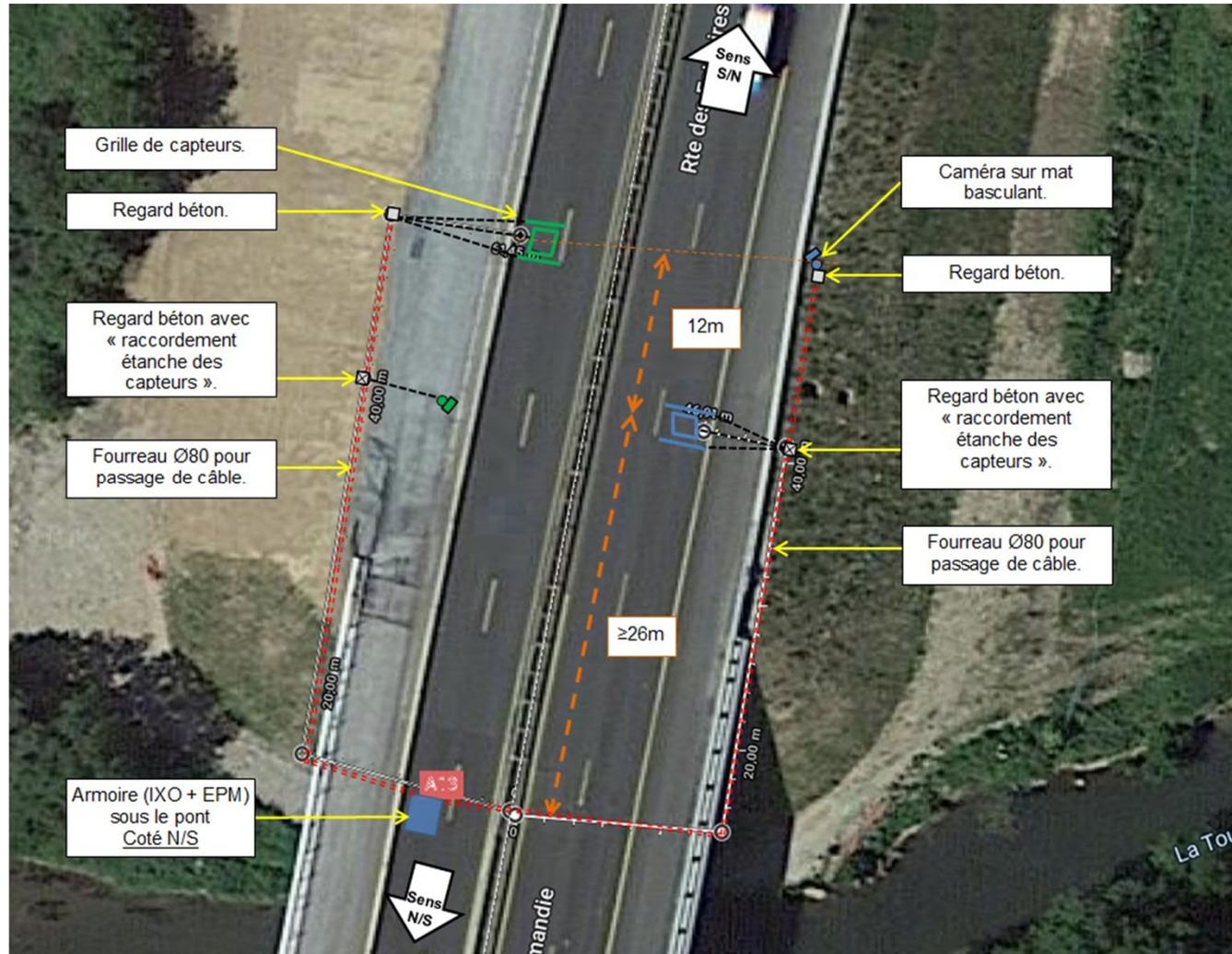
Principe

Moyens mis en œuvre

Mesures en continu			Mesures sur évènement
Pesage dynamique	Déformation dynamique	Identification	Détection de fissure
Station HERA	IXO SHM	Station VESTA	Capteurs à Fibre Optique Distribués

Pesage dynamique

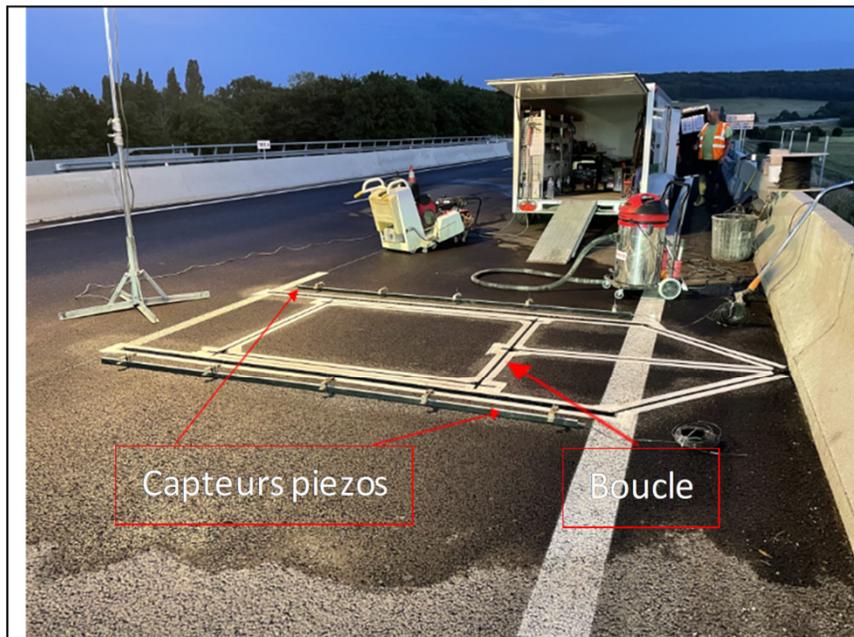
Implantation



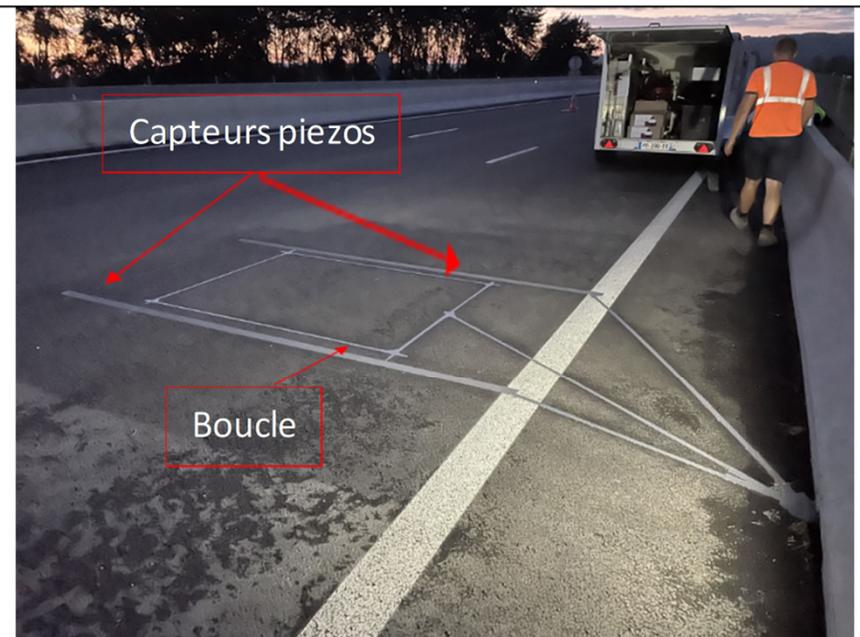
Pesage dynamique

Mise en œuvre des capteurs

- 1 ensemble de 2 capteurs piezos + 1 boucle de détection par sens
- Contrainte d'exploitation : 1 nuit de neutralisation VL et VM par sens



Boucle et capteurs en cours de pose côté sens 1



Boucle et capteurs en place et injectés côté sens 2

2

Pesage dynamique

Mise en œuvre des capteurs

KISTLER

measure. analyze. innovate.

Pesage dynamique

Interface de visualisation (temps réel)

The screenshot displays a web-based interface for dynamic weighing. At the top, a table lists detection and control data for several vehicles. Below this, a video feed shows a car on a road. To the right of the video is a control panel with a play button and a 'VL' label. Below the video is a graph showing weight per axle (t) versus distance between axles (m). The graph has a y-axis from 0 to 20 and an x-axis from 0 to 10. Data points are plotted at 0.77, 0.40, 2.67, 0.60, and 0.70. To the right of the graph, key metrics are displayed: 103 km/h, 0.90 t, and 4.14 m. Below the graph is a 'Tableau des Mesures' (Table of Measurements) with columns for Descriptions and Valeurs.

Horodatage de détection	Horodatage de contrôle	Plaques d'immatriculation	Photos	Poids total (Tonnes)	Vitesse (Km/h)	Longueur (Mètres)	Voe de circulation	Catégorie
15/05/2023 13:28:36	15/05/2023 13:28:36	NoANPR	Présence	0.90	103	4.14	1	21
15/05/2023 13:28:36	15/05/2023 13:28:36	NoANPR	Présence	1.10	108	4.61	4	21
15/05/2023 13:28:34	15/05/2023 13:28:34	NoANPR	Présence	0.60	123	3.30	1	21
15/05/2023 13:28:33	15/05/2023 13:28:33	NoANPR	Présence	2.20	125	4.45	4	21
15/05/2023 13:28:32	15/05/2023 13:28:32	NoANPR	Présence	1.50	116	5.03	4	15

Détection à 13:28:36. Arrivée à 13:28:36

Plaque d'immatriculation : NoANPR

Poids par essieu (t) / Distance inter-essieu (m)

103 km/h
0.90 t
4.14 m

% de dépassement
Vitesse 0 %
Longueur 0 %
Poids total 0 %
Poids essieu 1 0 %
Poids essieu 2 0 %

Descriptions	Valeurs
Vitesse (Km/h)	103
Pourcentage de dépassement de la vitesse	0
Poids total (Tonnes)	0.90
Pourcentage de dépassement du poids total	0
Poids de l'essieu '1' (Tonnes)	0.50
Poids de l'essieu '2' (Tonnes)	0.40
Poids 1/2 essieu droit '1' (Tonnes)	0.25
Poids 1/2 essieu droit '2' (Tonnes)	0.20
Poids 1/2 essieu gauche '1' (Tonnes)	0.25
Poids 1/2 essieu gauche '2' (Tonnes)	0.20

Tableau des Mesures [Consulter les infractions](#)

13:29 lundi 15/05/2023

Votre écran est partagé par le biais de l'application www.powersoft.fr [Arrêter le partage](#) [Masquer](#)

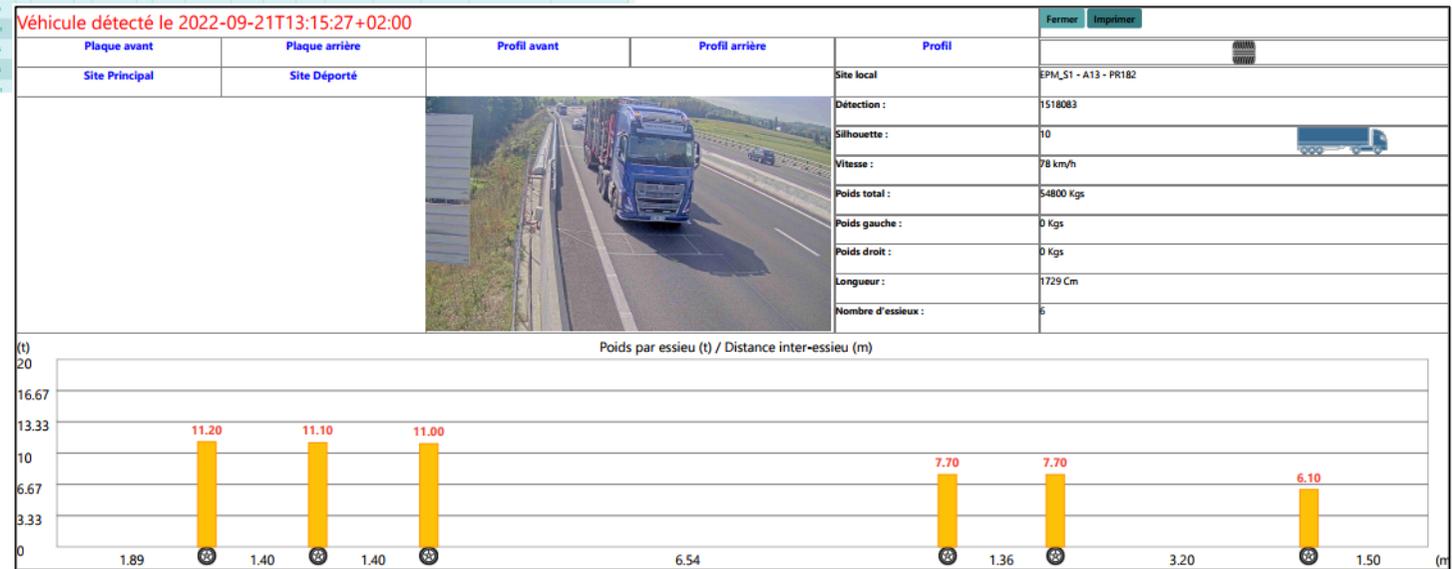
Pesage dynamique

Interface de post-traitement

MVSU - MESURES INDIVIDUELLES		UTILISATEUR CONNECTÉ : ADMIN, DUREE RESTANTE : 59 MN 45 SEC		DATE/HEURE DE DEBUT : 20-09-2022 14:05		DATE/HEURE DE FIN : 20-09-2022 15:02		SPL_M3 - A13 PR12 - Pont/Traque		NIVEAU : SYNTHES / DETAIL / COMPLET		ENTITE : CODE / LIBELLE											
SIT		VEHICULE		CATEGORI		MESURES		PLATE															
DETECTIONS	ID	LN	DATE_VEH	BOUL_CE_AMPR	BOUL_TMO_AMPR	DATE_VEH_END	DATE_VEH_MS	DATE_VEH_PNO_M3	CA	PRE_PNE_EXCESS	END_PNE_EXCESS	DIR_PNO_M3	TOWT_EXCESS	TOWR_M3	TOWR_M3	PICTURE	INFRACTION_1	INFRACTION_2	INFRACTION_3	PLATE_NUM_FRONT	PLATE_NUM_REAR	ANPR	
164884	3		2022-09-20T14:55:01+02:00	0	0	2022-09-20T14:55:01+02:00	31	0	4	85	0	1533	0	105	17000	0	0	0	0	0	0	0	0
164885	1		2022-09-20T14:55:04+02:00	0	0	2022-09-20T14:55:04+02:00	99	0	21	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
164886	3		2022-09-20T14:55:04+02:00	0	0	2022-09-20T14:55:04+02:00	50	0	7	86	0	1045	0	205	27000	0	0	0	0	0	0	0	0
164887	1		2022-09-20T14:55:08+02:00	0	0	2022-09-20T14:55:08+02:00	81	0	21	99	0	437	0	74	9200	0	0	0	0	0	0	0	0
164888	3		2022-09-20T14:55:09+02:00	0	0	2022-09-20T14:55:09+02:00	75	0	21	84	0	442	0	87	1200	0	0	0	0	0	0	0	0
164889	3		2022-09-20T14:55:11+02:00	0	0	2022-09-20T14:55:11+02:00	21	0	3	84	0	1698	0	344	32700	0	0	0	0	0	0	0	0
164890	1		2022-09-20T14:55:14+02:00	0	0	2022-09-20T14:55:14+02:00	82	0	21	136	0	401	0	100	800	0	0	0	0	0	0	0	0
164891	3		2022-09-20T14:55:14+02:00	0	0	2022-09-20T14:55:14+02:00	21	0	3	84	0	1698	0	303	31000	0	0	0	0	0	0	0	0
164892	3		2022-09-20T14:55:19+02:00	0	0	2022-09-20T14:55:19+02:00	7	0	9	89	0	1922	0	144	22000	0	0	0	0	0	0	0	0
164893	1		2022-09-20T14:55:19+02:00	0	0	2022-09-20T14:55:19+02:00	45	0	22	80	0	1065	0	206	2100	0	0	0	0	0	0	0	0
164894	3		2022-09-20T14:55:22+02:00	0	0	2022-09-20T14:55:22+02:00	17	0	5	78	0	1632	0	267	15900	0	0	0	0	0	0	0	0
164895	1		2022-09-20T14:55:24+02:00	0	0	2022-09-20T14:55:24+02:00	82	0	21	121	0	437	0	92	800	0	0	0	0	0	0	0	0
164896	3		2022-09-20T14:55:29+02:00	0	0	2022-09-20T14:55:29+02:00	73	0	15	86	0	487	0	121	1200	0	0	0	0	0	0	0	0
164897	1		2022-09-20T14:55:31+02:00	0	0	2022-09-20T14:55:31+02:00	43	0	3	83	0	1184	0	103	4100	0	0	0	0	0	0	0	0
164898	1		2022-09-20T14:55:34+02:00	0	0	2022-09-20T14:55:34+02:00	72	0	15	106	0	470	0	189	2300	0	0	0	0	0	0	0	0
164899	1		2022-09-20T14:55:38+02:00	0	0	2022-09-20T14:55:38+02:00	79	0	21	108	0	487	0	128	1200	0	0	0	0	0	0	0	0
164900	3		2022-09-20T14:55:39+02:00	0	0	2022-09-20T14:55:39+02:00	27	0	4	83	0	1545	0	177	15400	0	0	0	0	0	0	0	0
164901	1		2022-09-20T14:55:41+02:00	0	0	2022-09-20T14:55:41+02:00	27	0	3	88	0	1638	0	201	27000	0	0	0	0	0	0	0	0
164902	3		2022-09-20T14:55:51+02:00	0	0	2022-09-20T14:55:51+02:00	16	0	4	84	0	1794	0	411	19000	0	0	0	0	0	0	0	0
164903	1		2022-09-20T14:55:47+02:00	0	0	2022-09-20T14:55:47+02:00	31	0	3														
164904	1		2022-09-20T14:55:50+02:00	0	0	2022-09-20T14:55:50+02:00	80	0	21														
164905	3		2022-09-20T14:55:51+02:00	0	0	2022-09-20T14:55:51+02:00	18	0	5														
164906	3		2022-09-20T14:55:51+02:00	0	0	2022-09-20T14:55:51+02:00	20	0	3														
164907	1		2022-09-20T14:55:51+02:00	0	0	2022-09-20T14:55:51+02:00	83	0	21														

- Date et heure
- Type
- Poids total
- Poids par essieu
- Nbre d'essieux
- Distance entre essieux
- ...

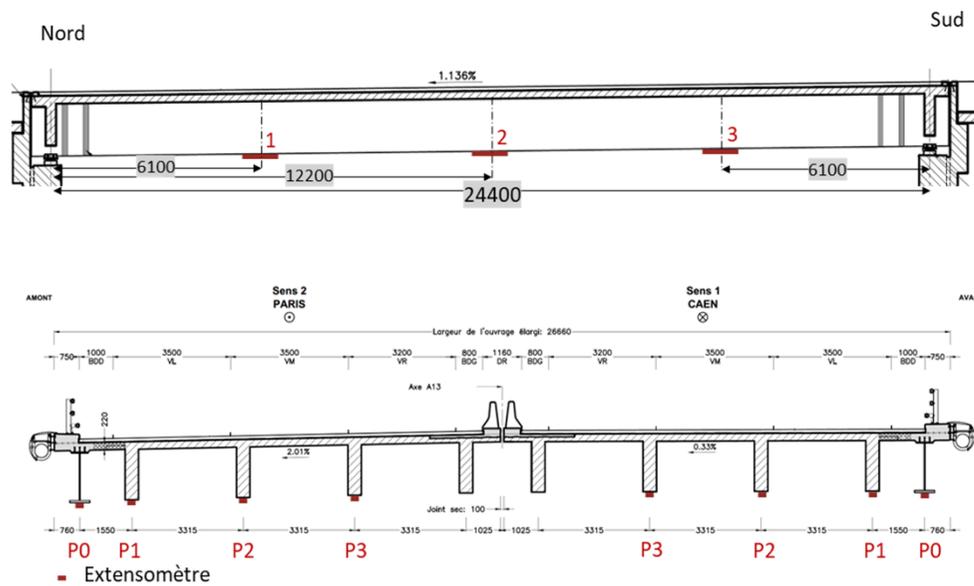
Interface de consultation de la base de données



Exemple de détection d'un CE bois ronds

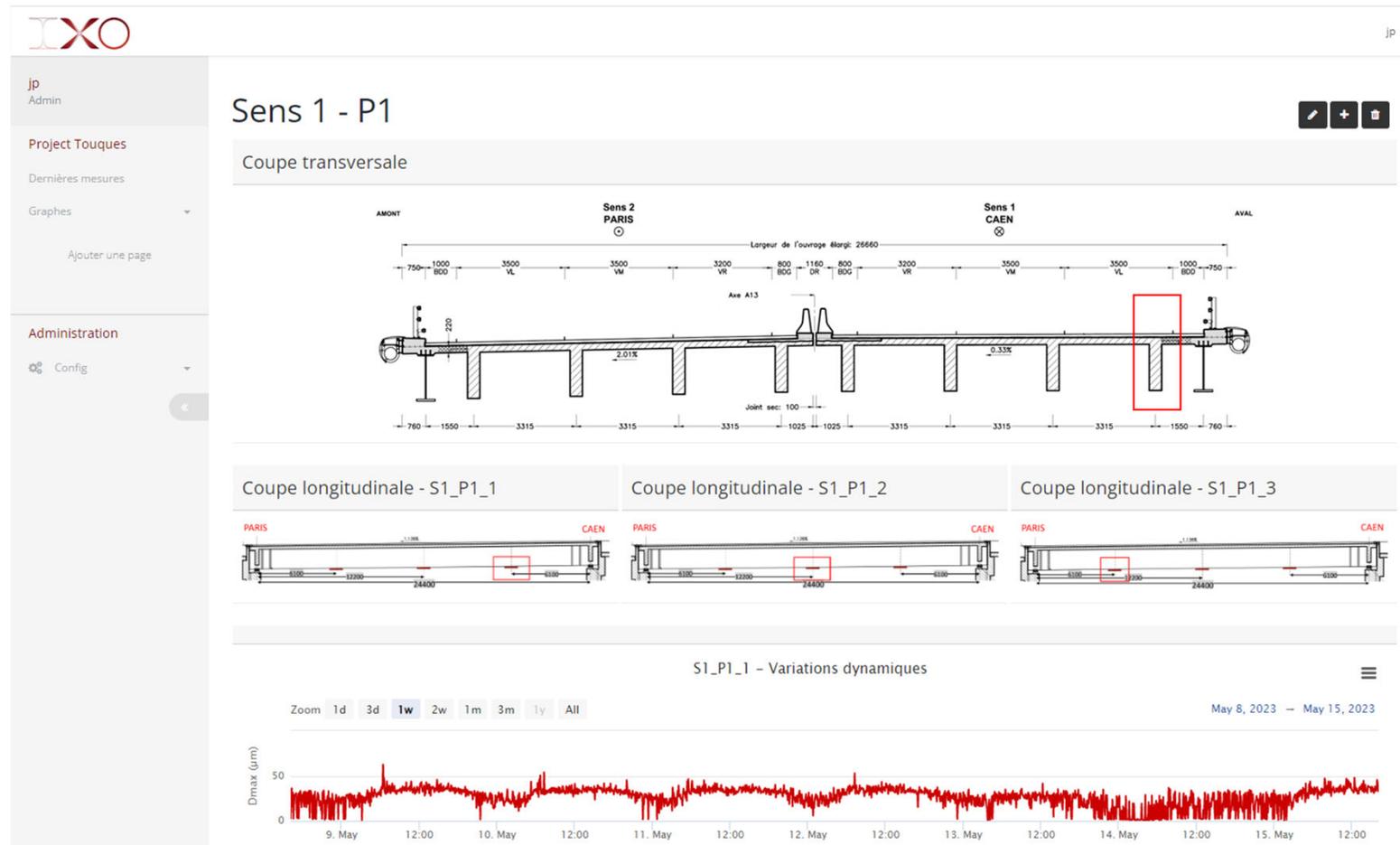
Déformation dynamique

Description



Déformation dynamique

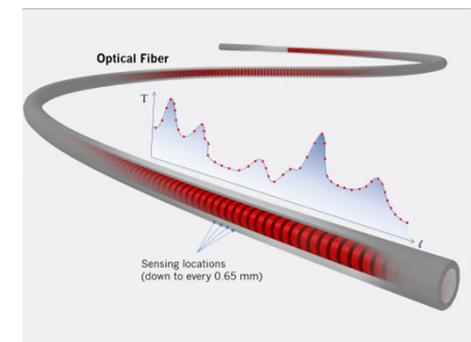
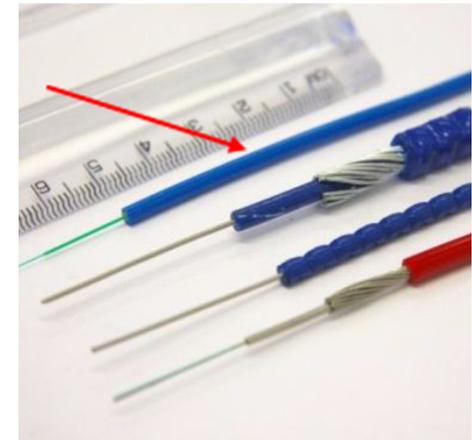
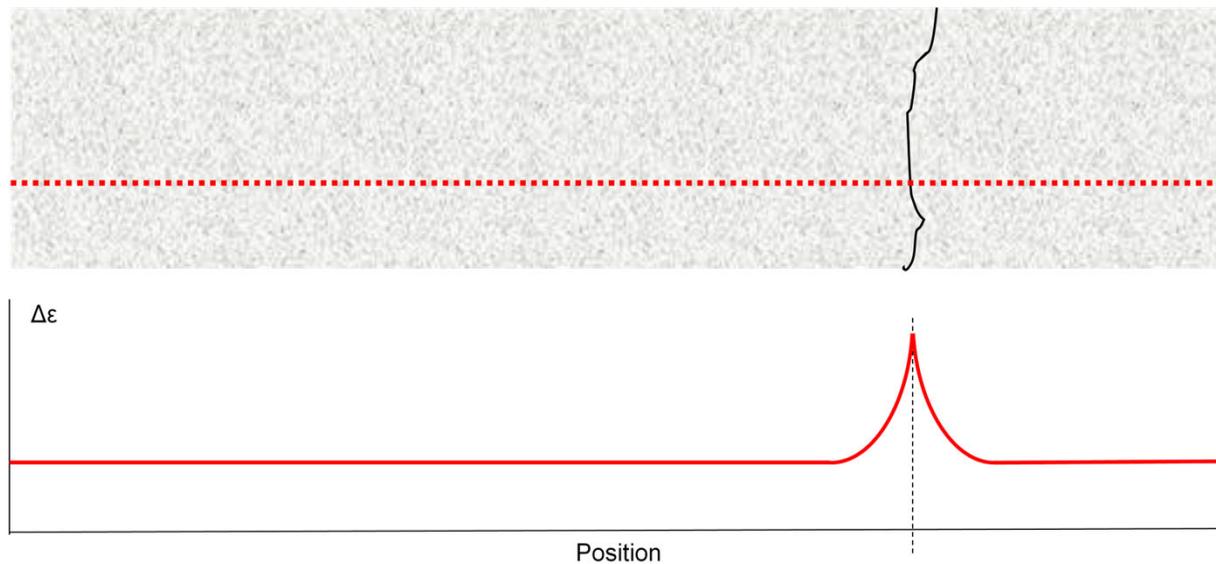
Interface de visualisation



Détection de fissure

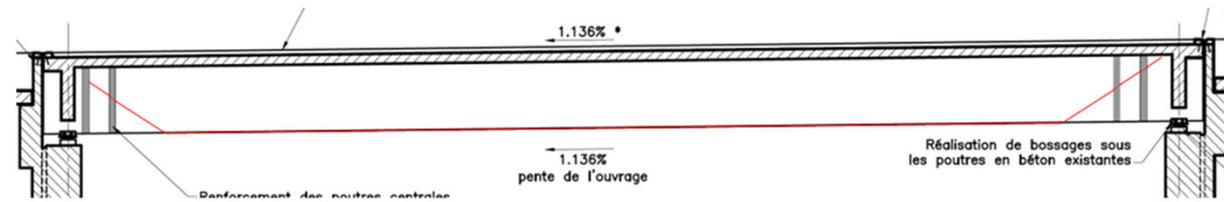
Instrumentation par CFOD

- Interrogateur : LUNA ODISI 6
- Technologie rétrodiffusion Rayleigh
- Capteurs SOLIFOS BRUSens V1



Détection de fissure

Instrumentation par CFOD

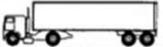
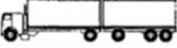


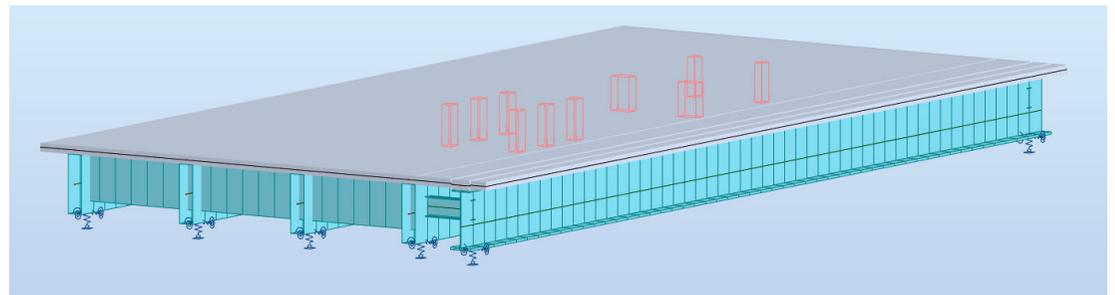
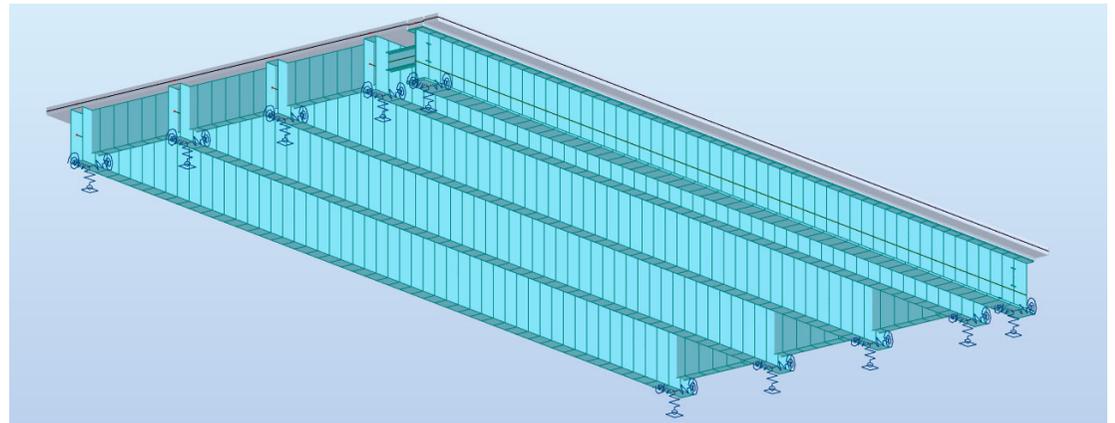
2 x 9600 points de mesure / poutre



Approche calculatoire

Evaluation théorique de l'effet du trafic PL

Type de véhicule			Type de trafic			
1	2	3	4	5	6	7
			Longues distances	Distances moyennes	Trafic local	
Camion	Espacement des essieux (m)	Charges d'essieu équivalentes (kN)	Pourcentage de camions	Pourcentage de camions	Pourcentage de camions	Type de roue
	4,5	70 130	20,0	40,0	80,0	A B
	4,20 1,30	70 120 120	5,0	10,0	5,0	A B B
	3,20 5,20 1,30 1,30	70 150 90 90 90	50,0	30,0	5,0	A B C C C
	3,40 6,00 1,80	70 140 90 90	15,0	15,0	5,0	A B B B
	4,80 3,60 4,40 1,30	70 130 90 80 80	10,0	5,0	5,0	A B C C C



Premiers enseignements - 6 mois

Part des PL > 44t sur le trafic PL

Sens 1 :

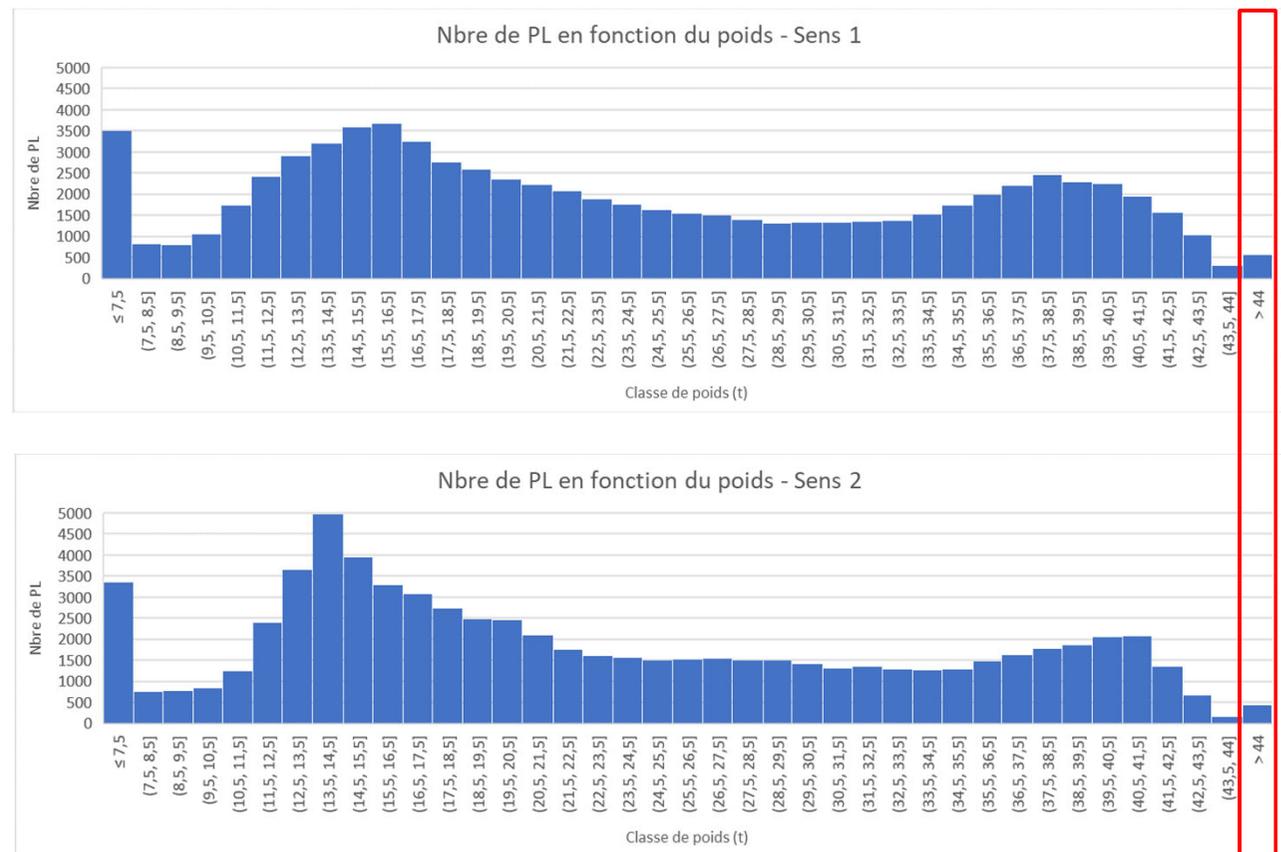
0,8% des PL > 7,5t

2,3 % des PL > 30t

Sens 2 :

0,6% des PL > 7,5t

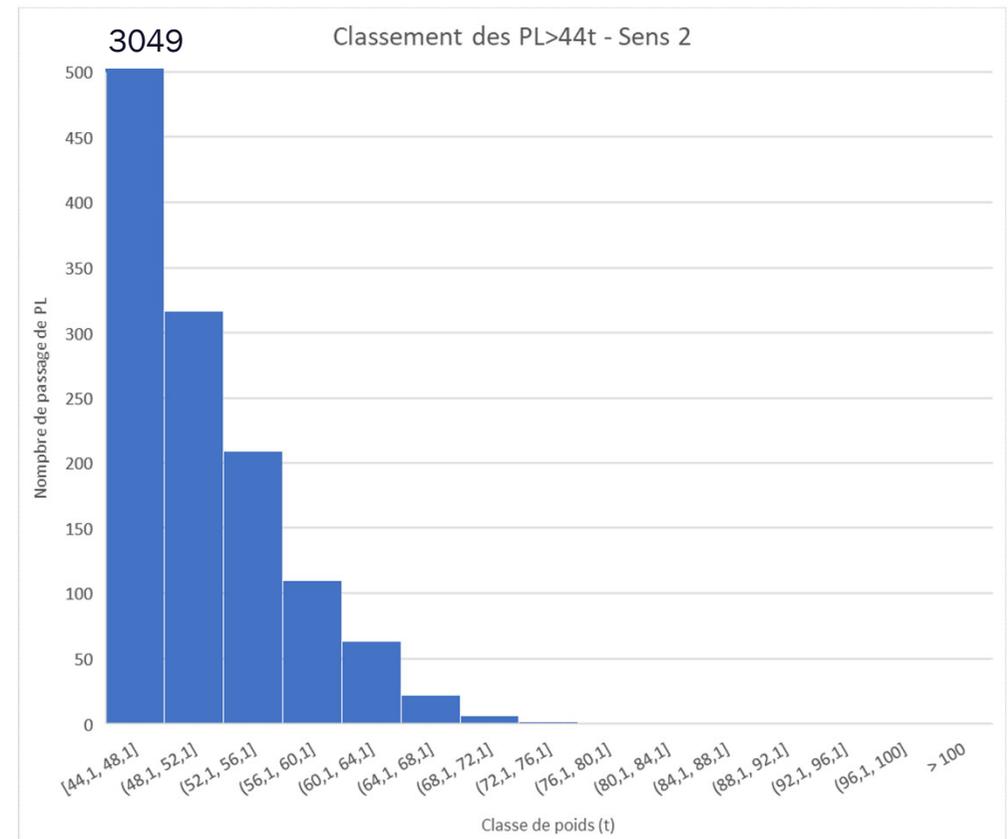
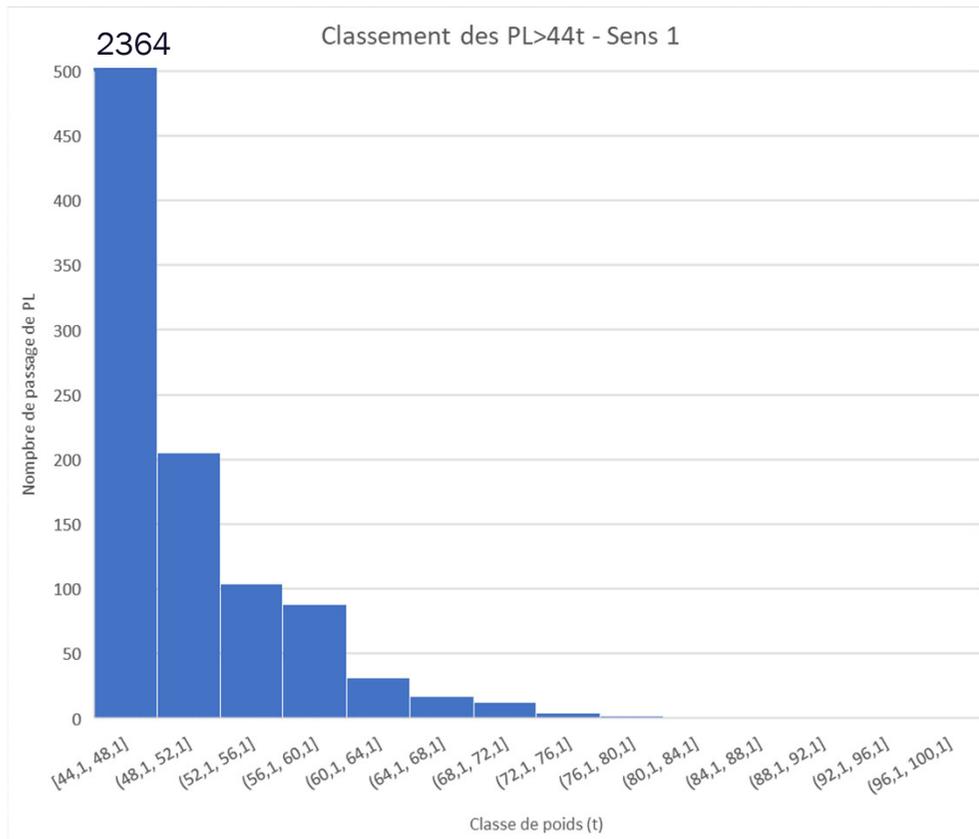
2,1 % des PL > 30t



Données du mois de mars 2023

Premiers enseignements – 6 mois

Classement des PL > 44t

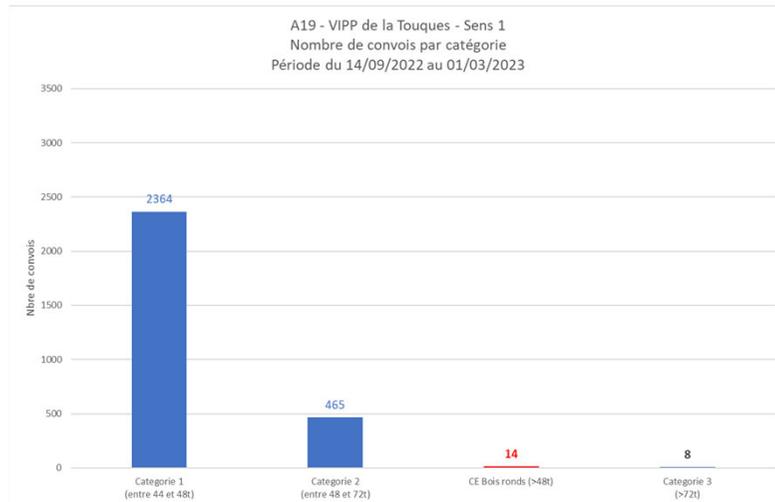


Données exploitées sur 6 mois de mesures

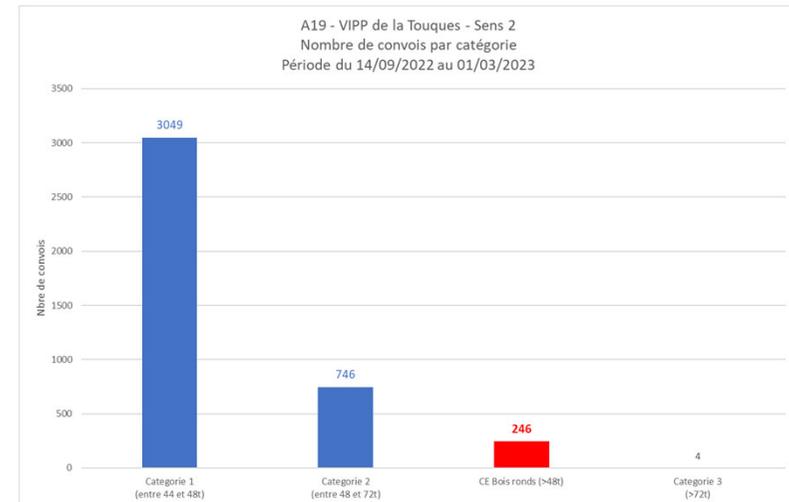
Premiers enseignements – 6 mois

Part des CE BR

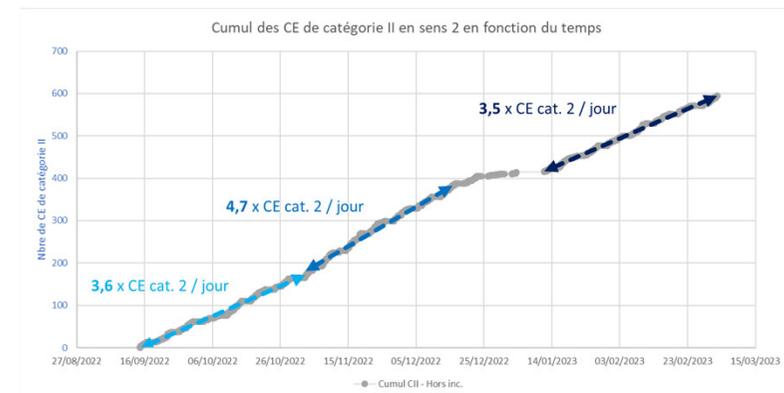
Sens 1



Sens 2



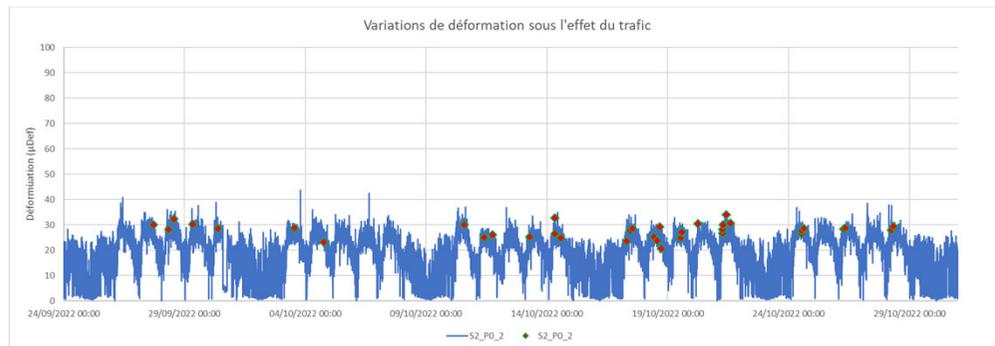
- Trafic de CE Bois ronds asymétrique



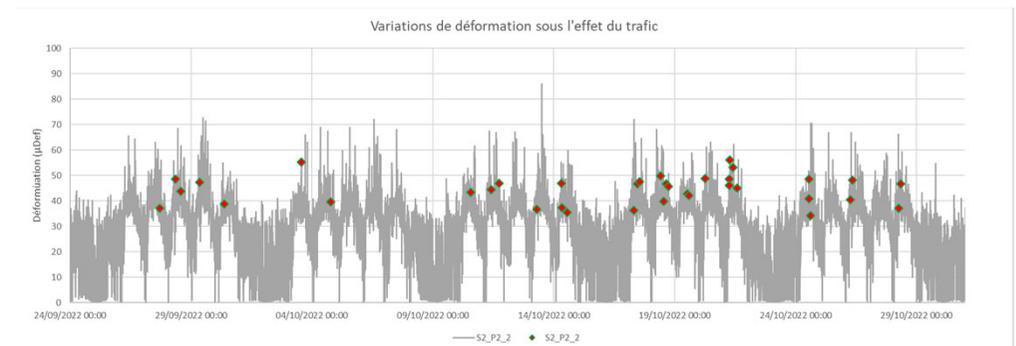
Premiers enseignements – 6 mois

Focus sur l'effet des CE bois ronds

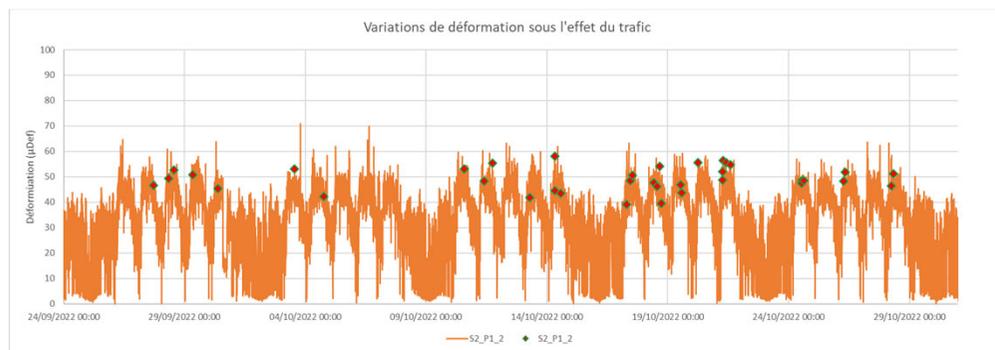
Poutre P0



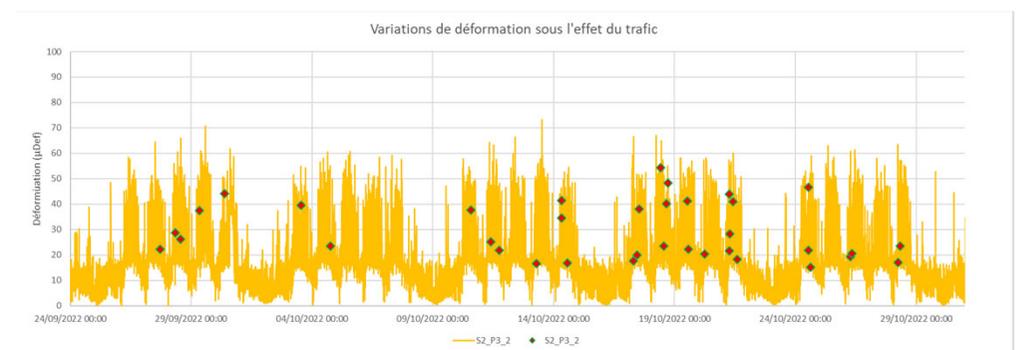
Poutre P2



Poutre P1



Poutre P3



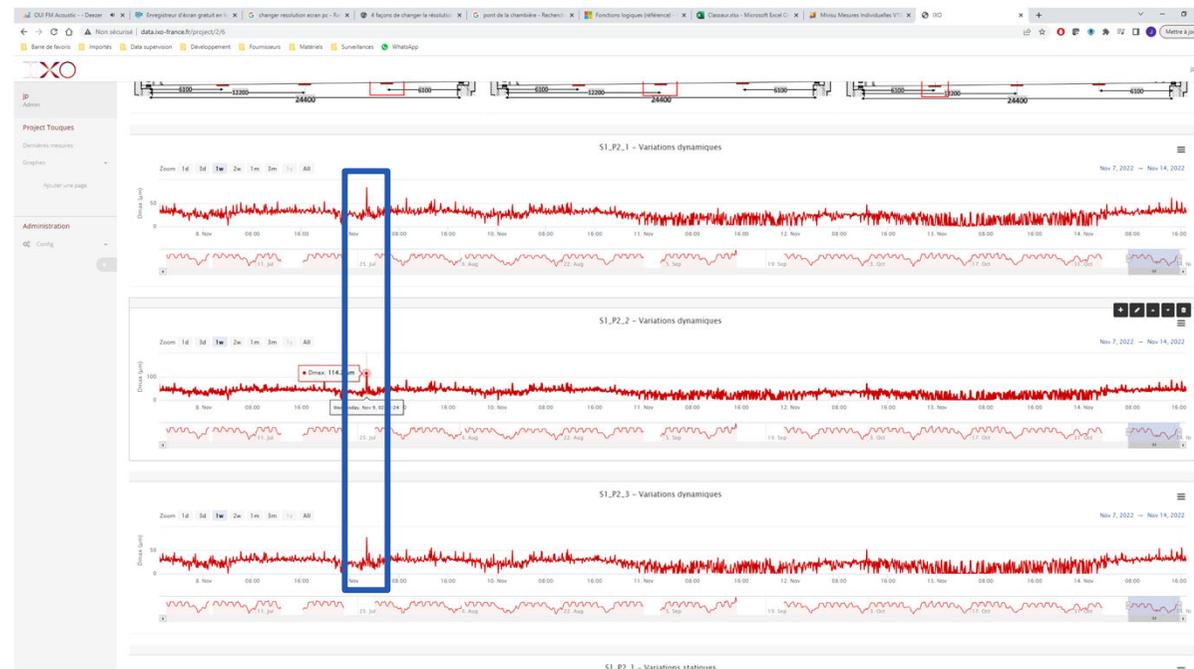
◆ Passage d'un CE BR

Journée technique de l'IMGC : Instrumentation pour l'évaluation de l'effet du passage des CE sur un ouvrage de type VIPP

Premiers enseignements – 6 mois

Détection du passage d'une grue de 98 tonnes

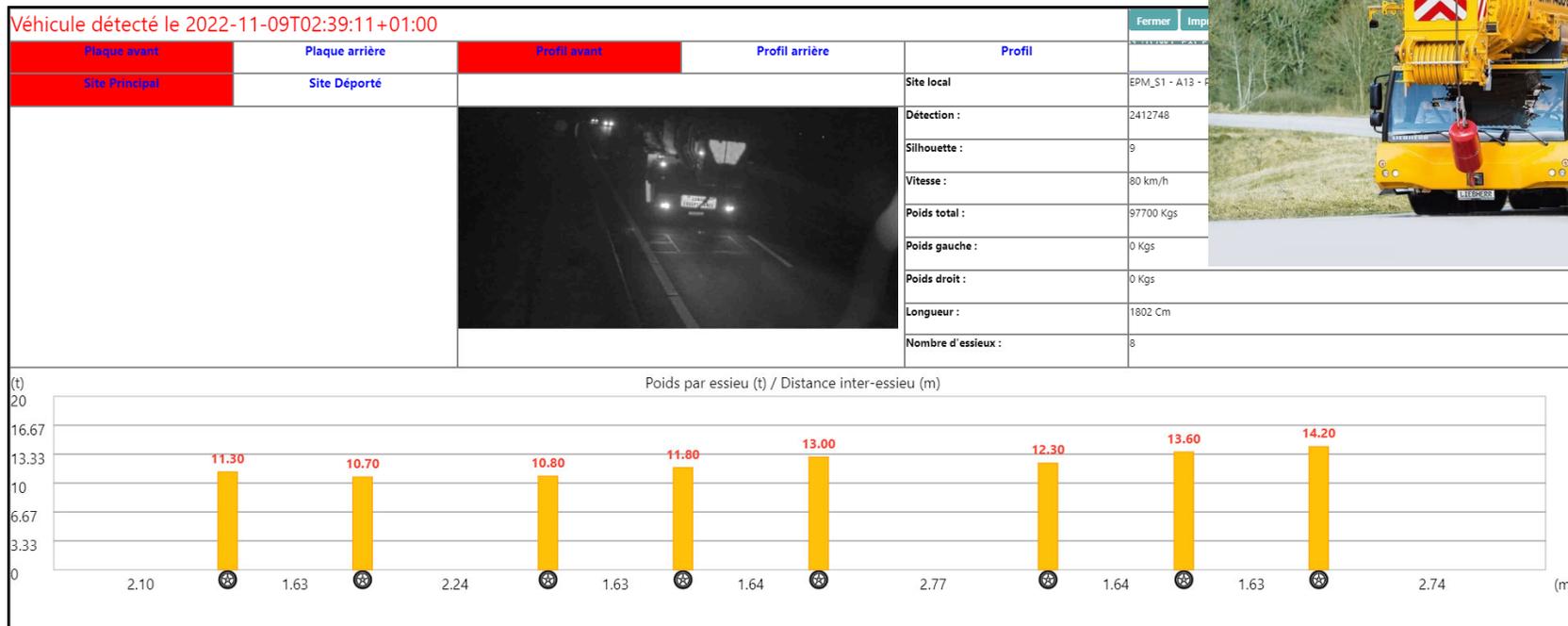
- Alerte sur seuil déclenchée le 09/11/2022 à 2h39
- Pic de déformation de 114 μ Def (environ 4 MPa de traction)



Premiers enseignements – 6 mois

Détection du passage d'une grue de 98 tonnes

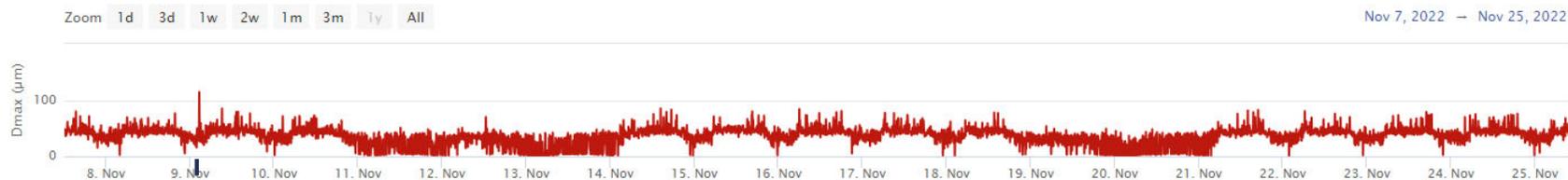
- Identification du véhicule



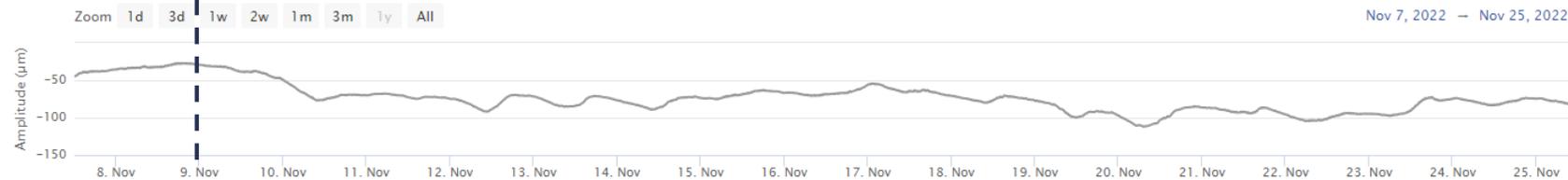
Premiers enseignements – 6 mois

Détection du passage d'une grue de 98 tonnes

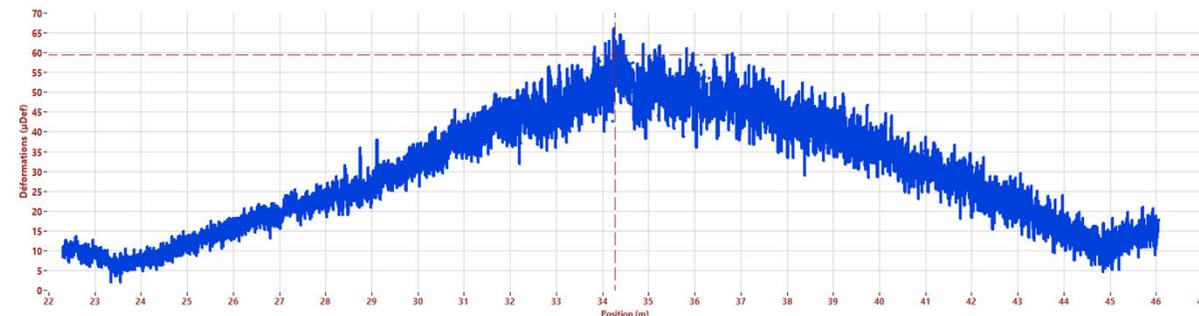
- Pas de différence de comportement après le passage de la grue



- Pas de déformation résiduelle irréversible



- Aucune fissure détectée par les CFOD



Conclusion

- Mise en œuvre et exploitation
 - Capteurs de pesage dynamique rapide à mettre en œuvre (1 nuit /sens)
 - Système très robuste (taux de fonctionnement >95%)
 - Identification des CE Bois ronds assez fastidieuse (IA?)
 - Procédure de contrôle sur évènement pertinente
 - Les CFOD évitent les contraintes d'exploitation
- Premiers enseignements (étude en cours)
 - Nombre significatif de CE circulant sans autorisation
 - Détection de quelques surcharges très agressives (ex: grue de 98 tonnes)
 - Part des CE Bois ronds significative (sens 2)

Merci de votre attention