



Journée d'Etude de la Route et des Infrastructures

J E R I



Dr. Francois OLARD, Directeur R&I EIFFAGE Infrastructures

REVÊTEMENT BITUMINEUX HORS-NORME POUR LE VIADUC DE MILLAU

DESCRIPTION DU VIADUC DE MILLAU

Ouvrage orthotrope multi-haubané le plus haut et le plus long du monde
platelage d'épaisseurs 12 mm (voie rapide) et 14 mm (voie lente et BAU)
couche d'étanchéité 3 mm (Parafor Pont®)
enrobé 70 mm (Orthochape®)

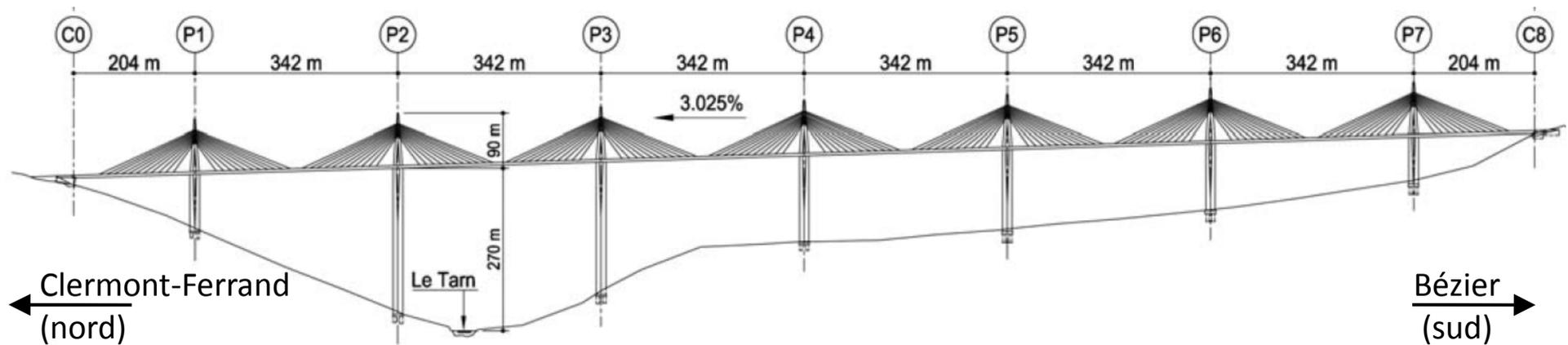
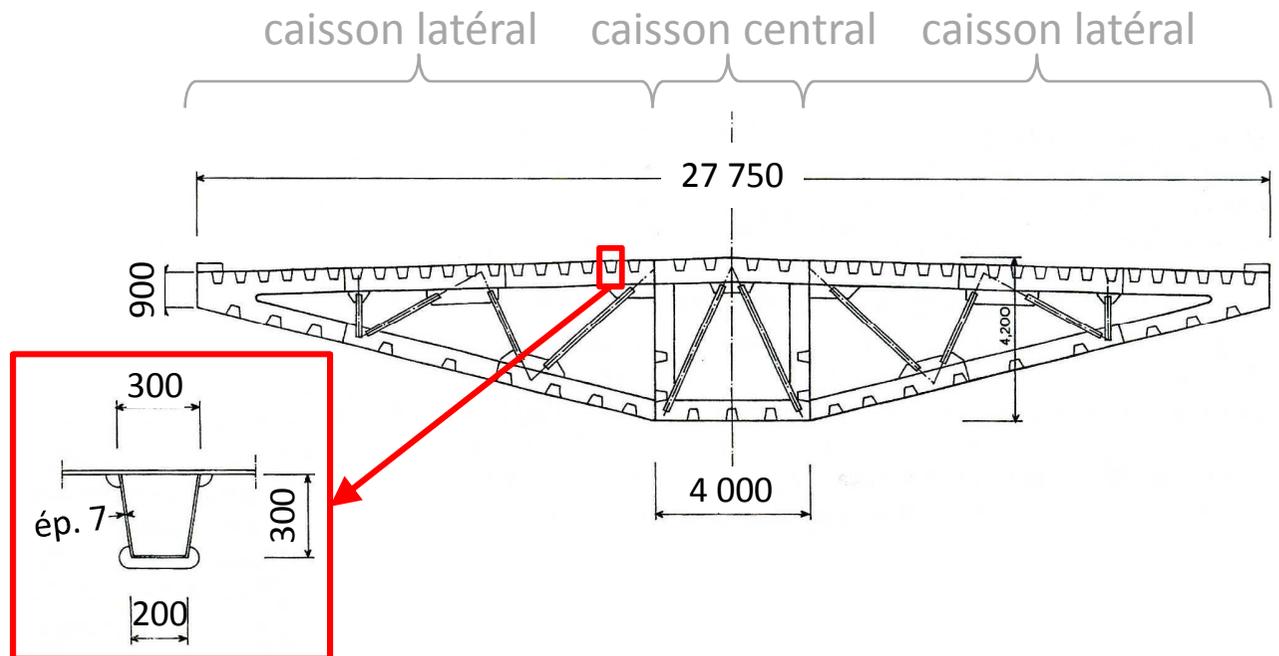
2460 mètres
← →

← 343 mètres

largeur
27.75 mètres

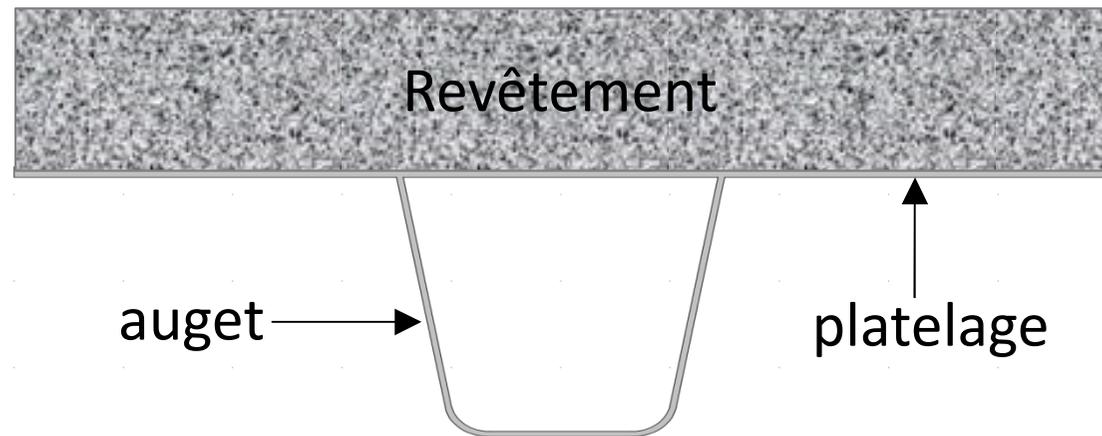


DESCRIPTION DU VIADUC DE MILLAU

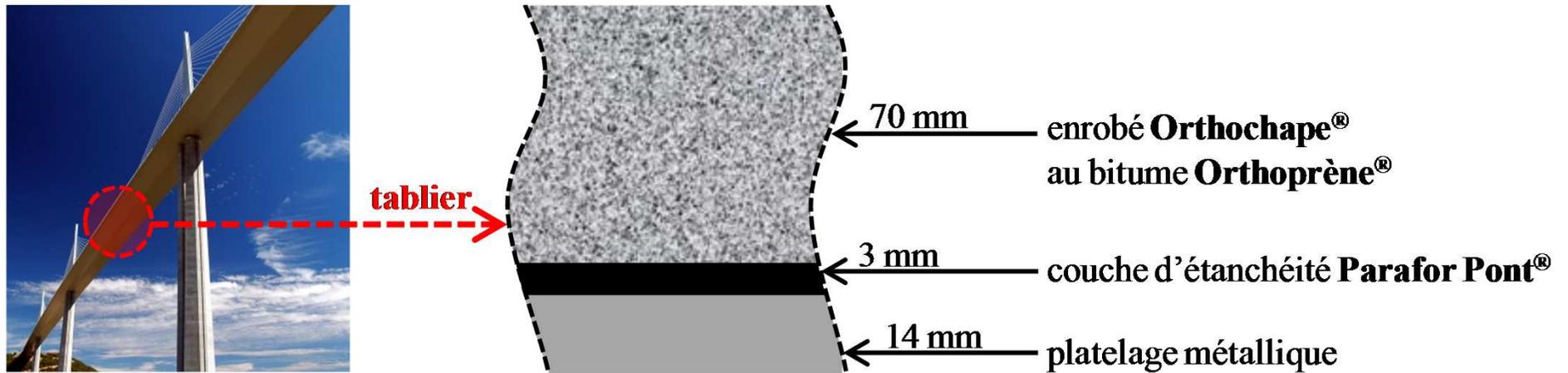




**QUANTIFIER L'APPORT STRUCTUREL
D'UN REVÊTEMENT QUELCONQUE
AUX PROPRIÉTÉS ÉLASTIQUES
OU VISCOÉLASTIQUES SUR LE
COMPORTEMENT DES PONTS À
DALLE ORTHOTROPE...**



STRUCTURES ORTHOTROPES ÉTUDIÉES



● Structures avec revêtement bitumineux

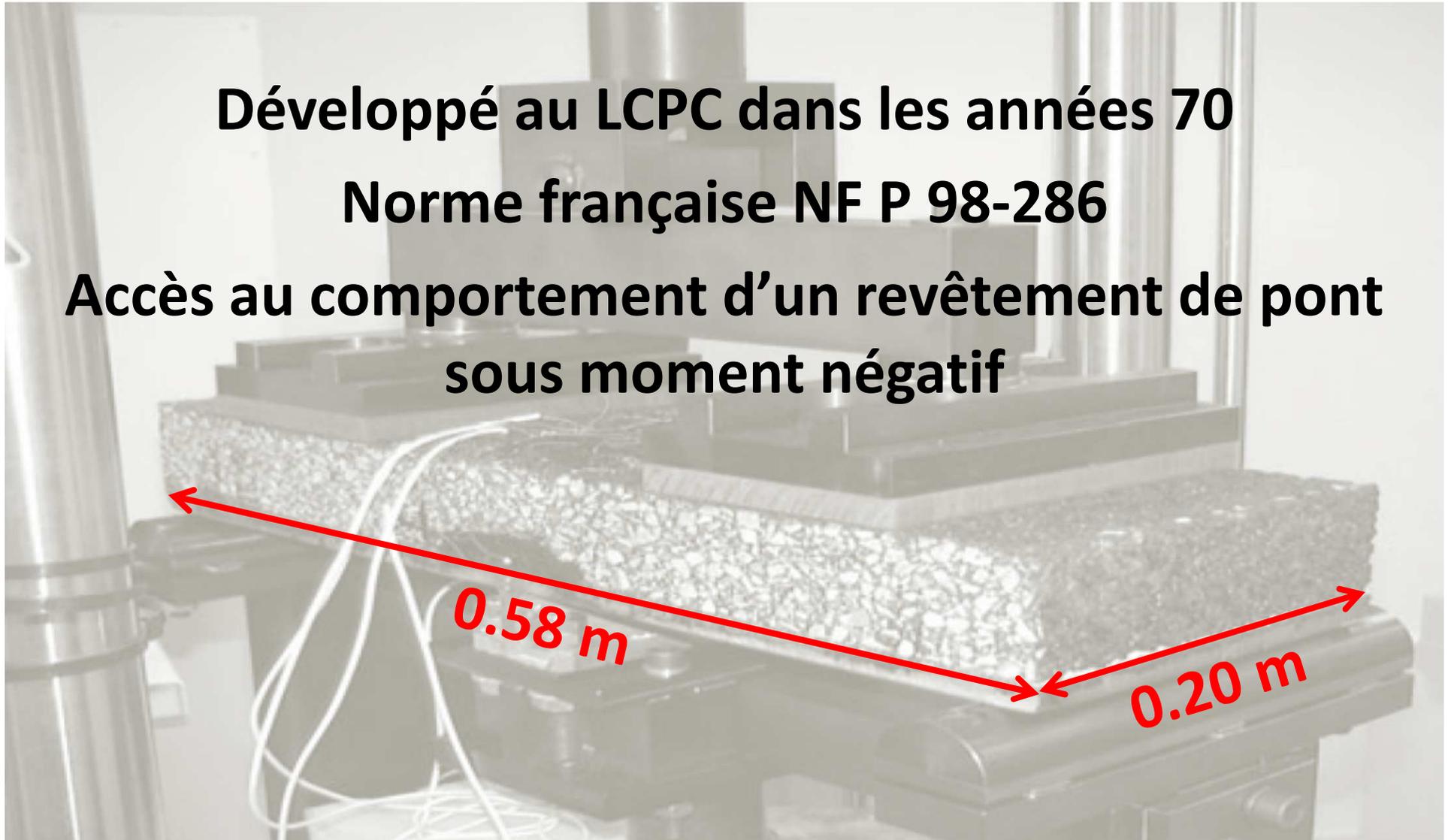
- Structure de petites dimensions : essai de flexion 5 points (**5PBT**)
0.58m*0.20m
- Ouvrage réel : **Viaduc de Millau**
2460m*27.75m

ESSAI DE FLEXION 5 POINTS - PRINCIPE

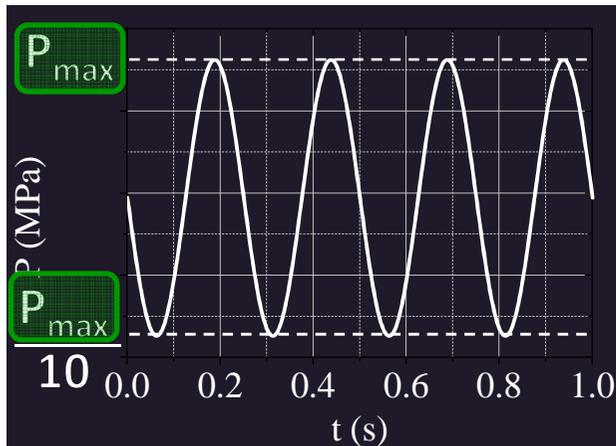
Développé au LCPC dans les années 70

Norme française NF P 98-286

**Accès au comportement d'un revêtement de pont
sous moment négatif**



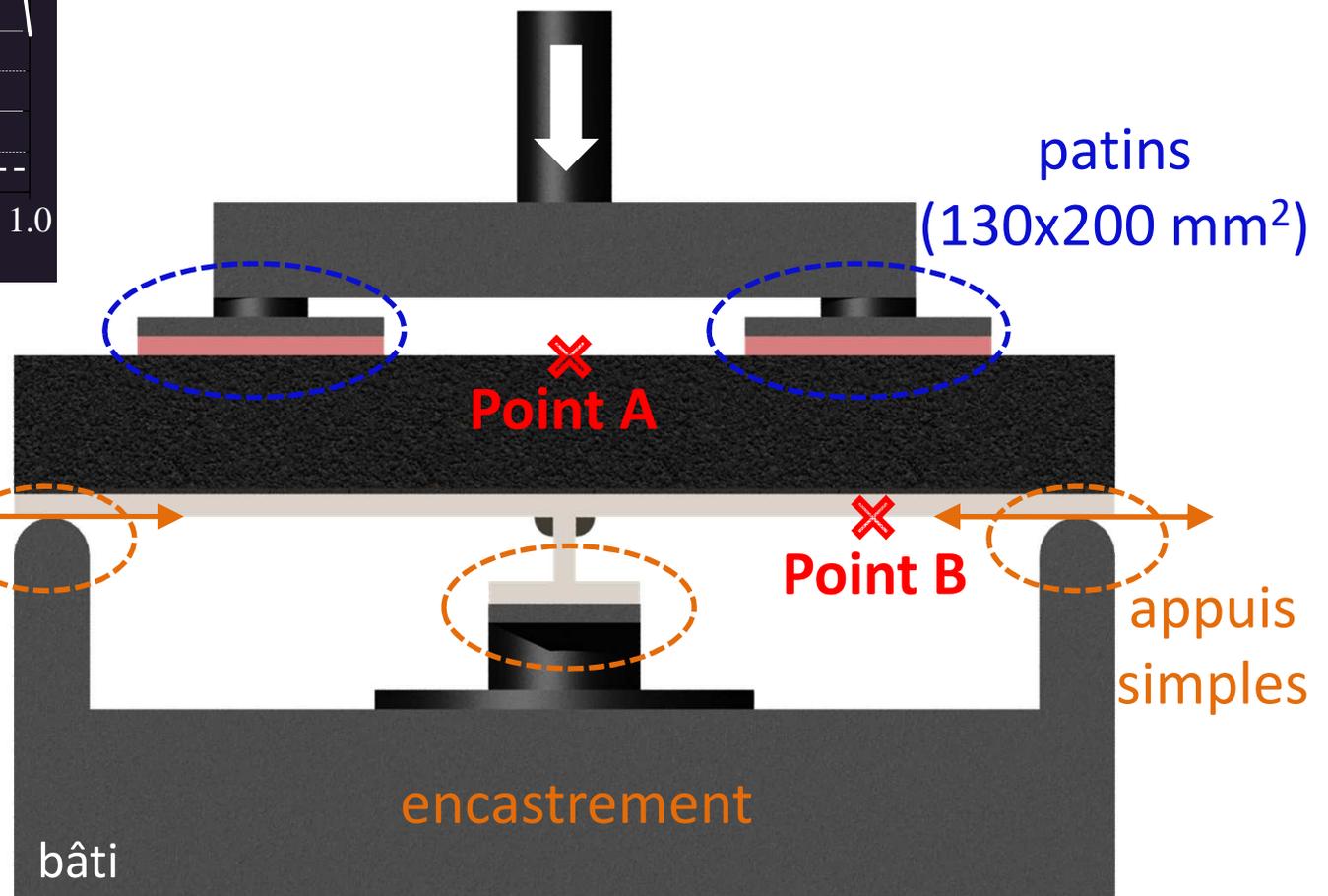
ESSAI DE FLEXION 5 POINTS - PRINCIPE



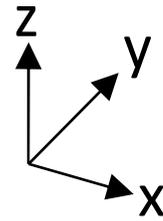
chargement sinusoïdal "P"
en compression à 4 Hz ($P < P_{\max}$)

Temp. "T"

P_{\max}
déterminé
lors d'une
phase de
calibration
 $P_{\max} = f(\text{ep. tôle})$



ESSAI DE FLEXION 5 POINTS - INSTRUMENTATION

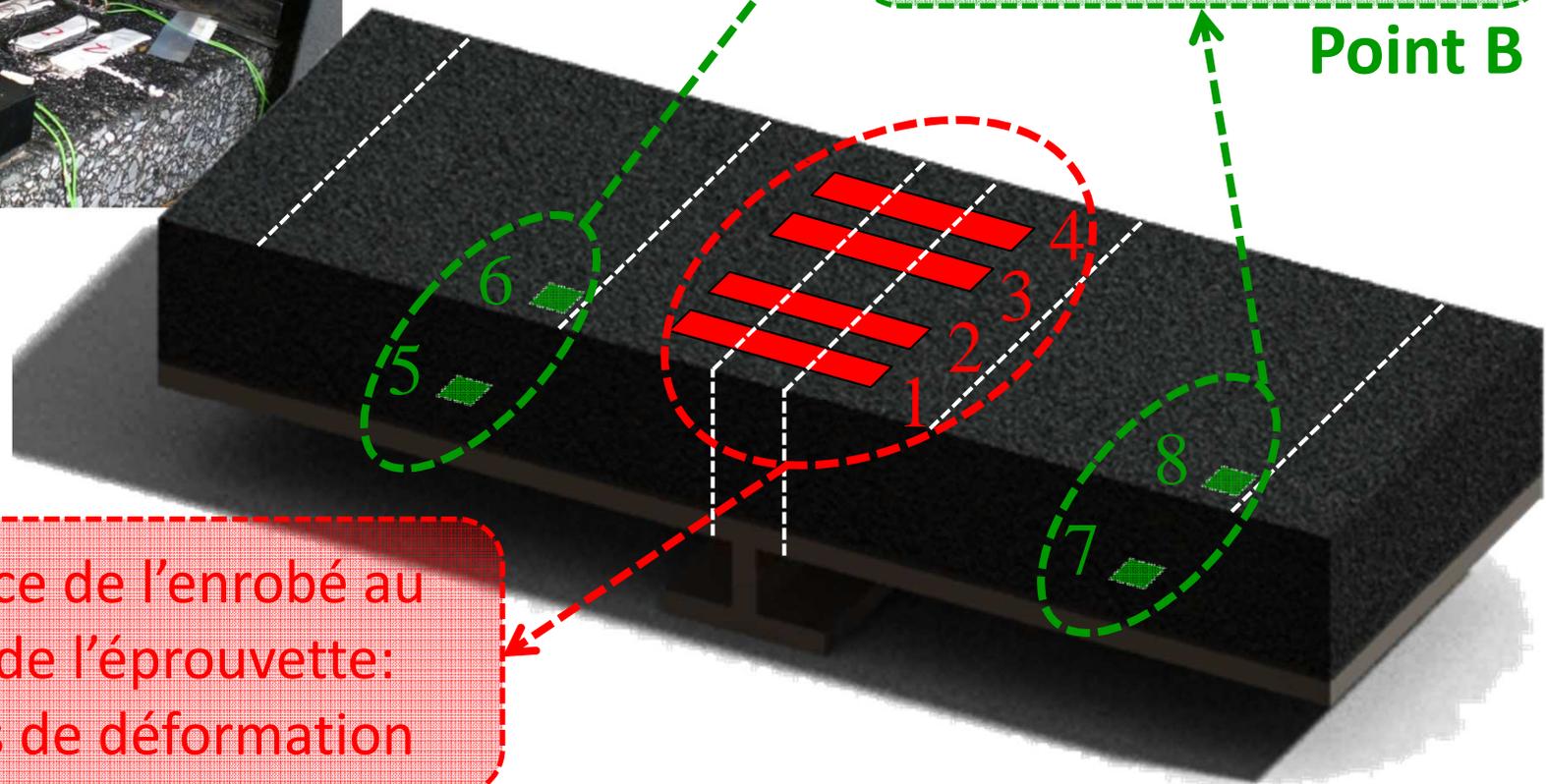


En sous-face de l'acier
au centre des patins:
2 jauge de déformation

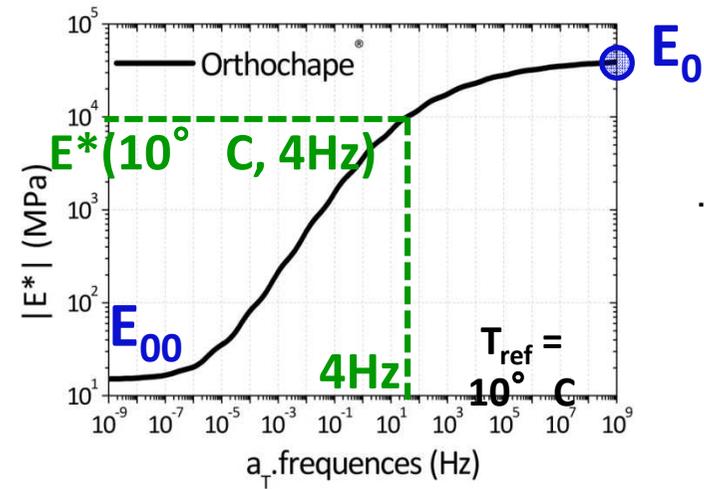
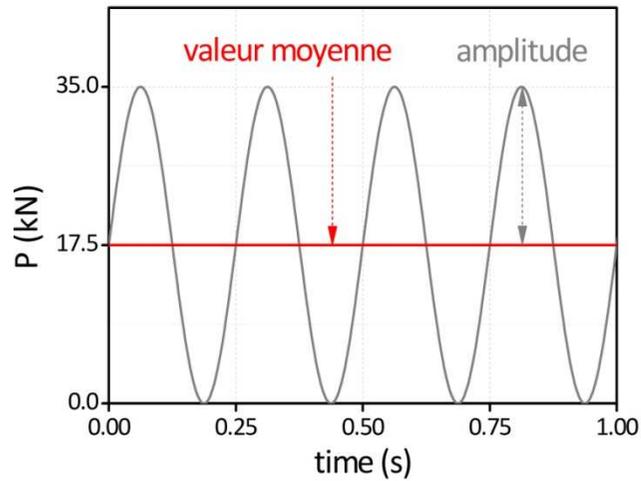
Point B

Point A

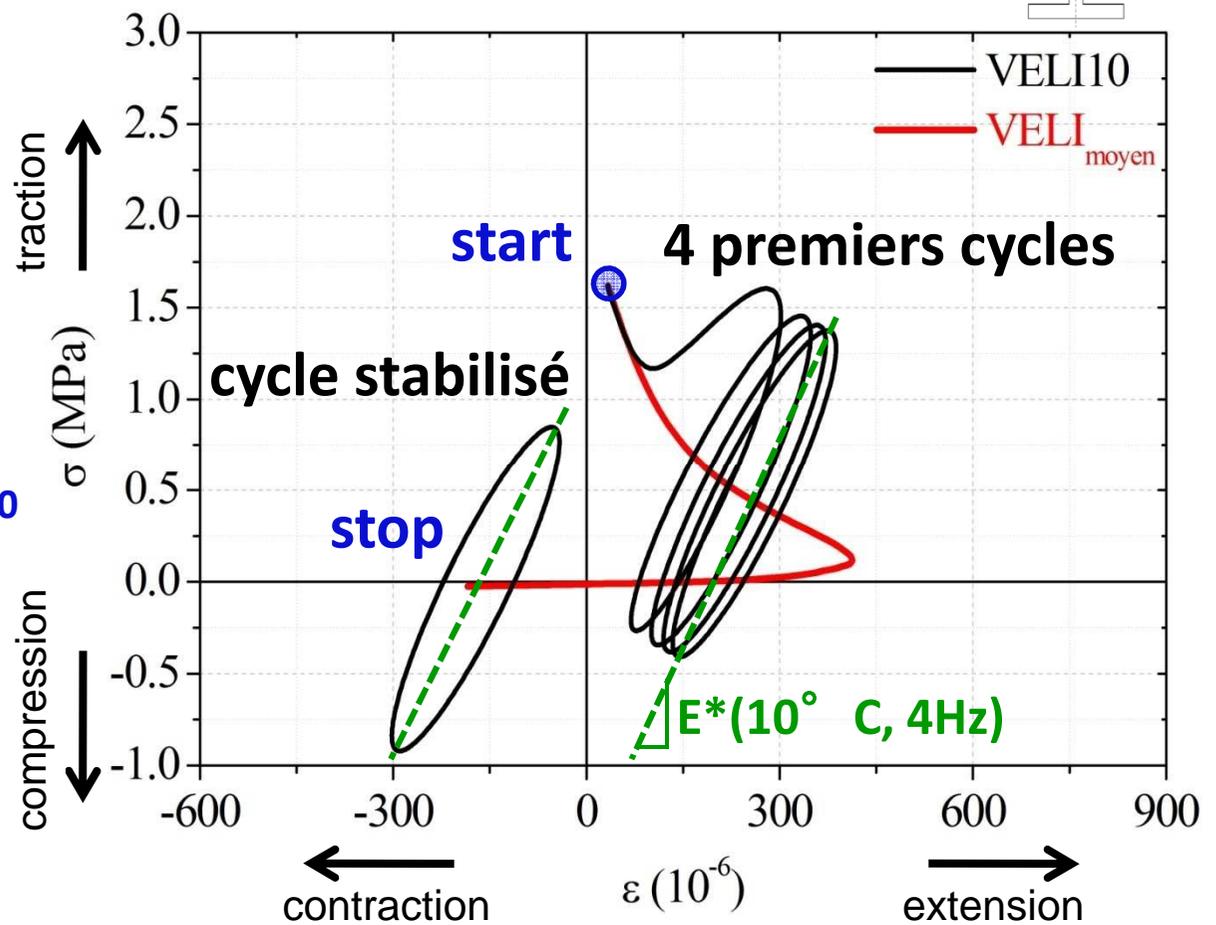
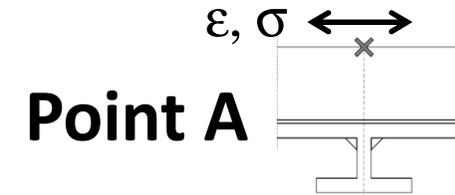
En surface de l'enrobé au
centre de l'éprouvette:
4 jauges de déformation



ESSAI DE FLEXION 5 POINTS - PHÉNOMÈNE



$T = 10^\circ \text{C}$



ESSAI DE FLEXION 5 POINTS - PHÉNOMÈNE

**INTERPRÉTATION
ÉLASTIQUE CLASSIQUE**

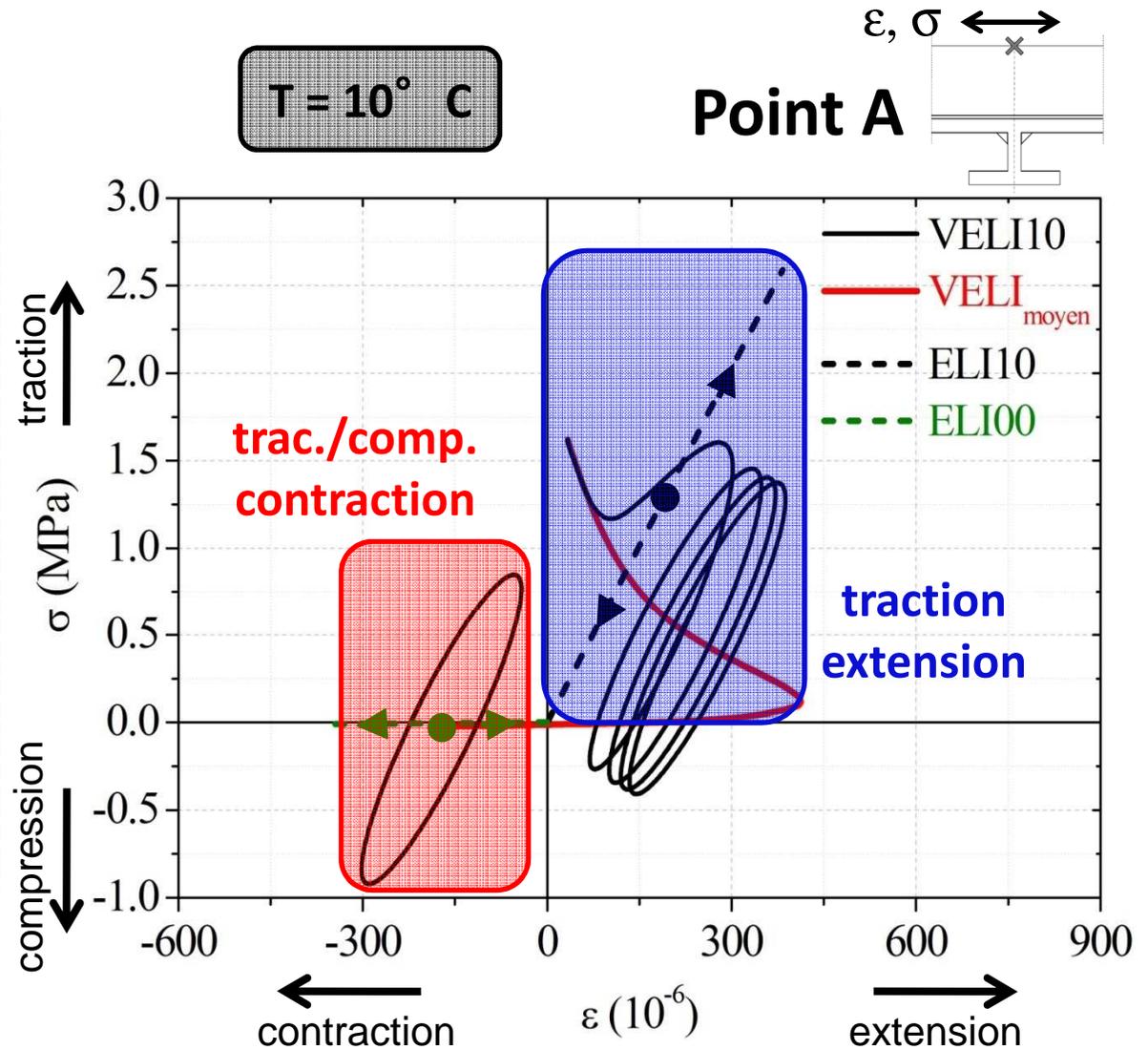
≠

**INTERPRÉTATION VELI
(PLUS PROCHE DE
SOLLICITATION EN
FATIGUE)**

**CYCLES EN COMPRESSION
LORS DU CALCUL
ÉLASTIQUE ELI00**

≠

CALCUL VELI

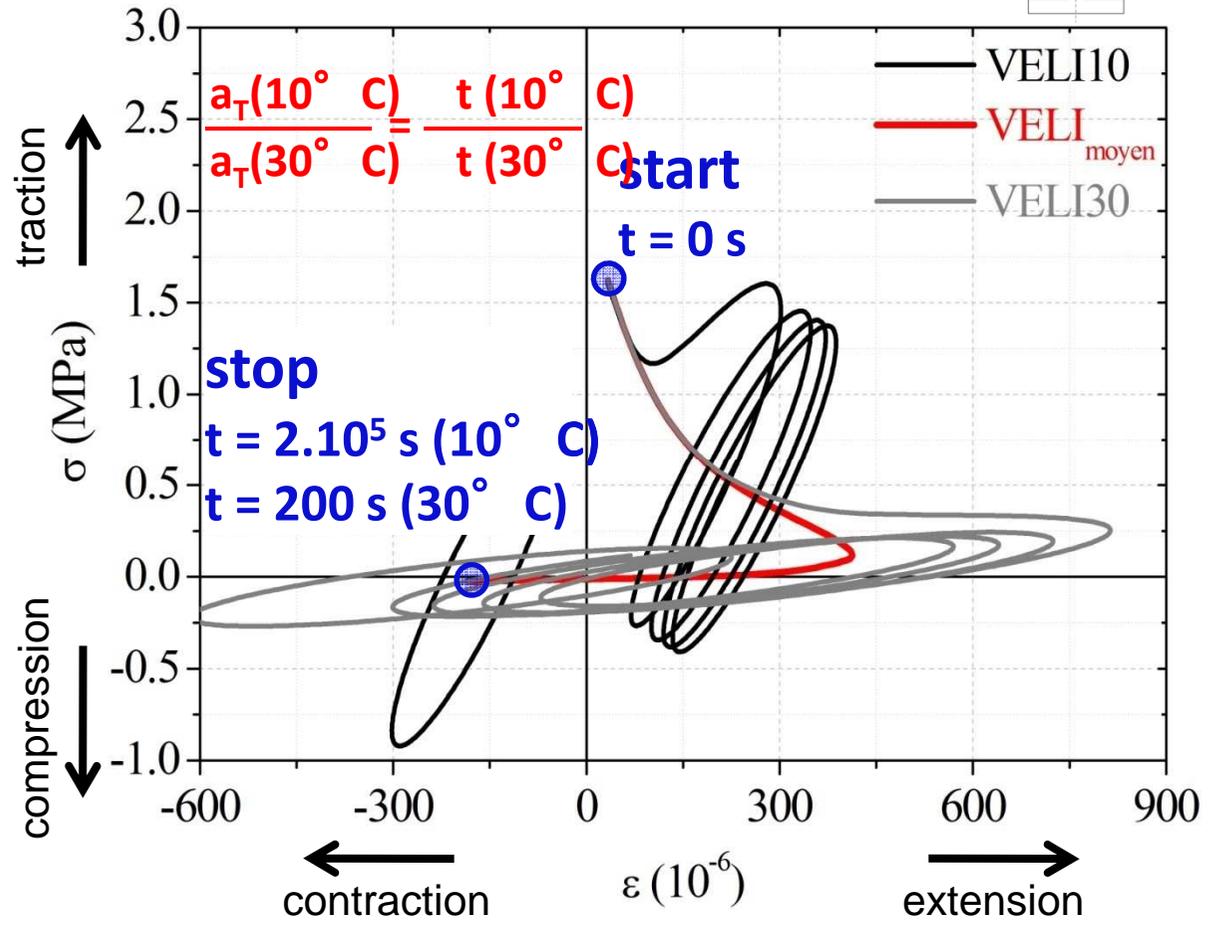
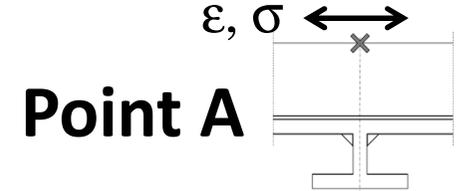


ESSAI DE FLEXION 5 POINTS - PHÉNOMÈNE

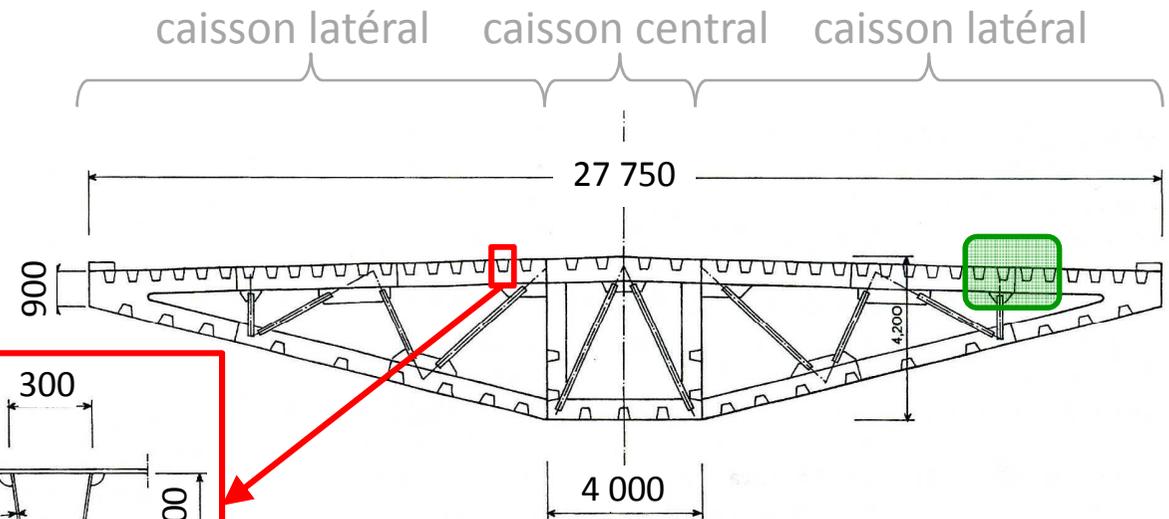
MÊME COURBE MOYENNE POUR LES 2 TEMP. PARCOURUE À VITESSE DIFFÉRENTE

AMPLITUDE DES CYCLES DIFFÉRENTES

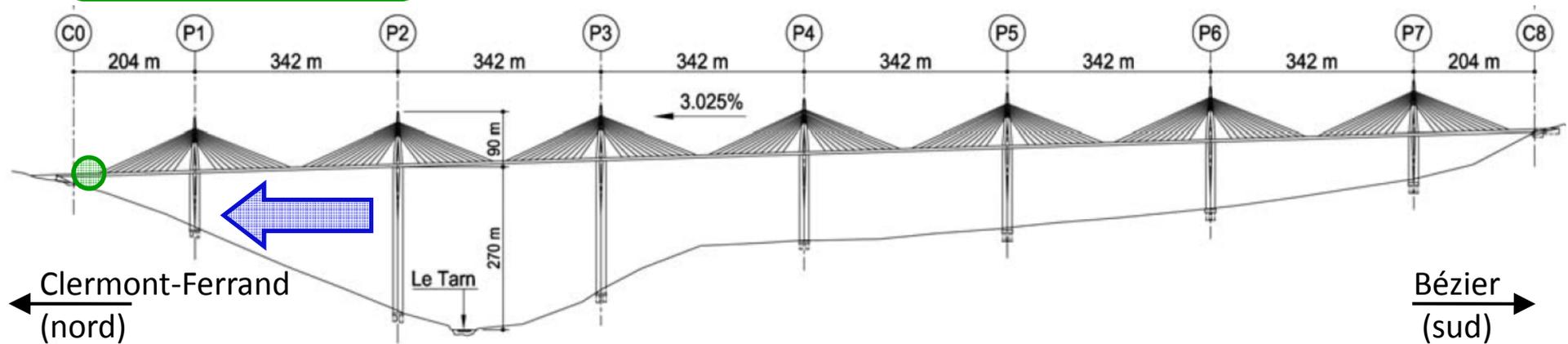
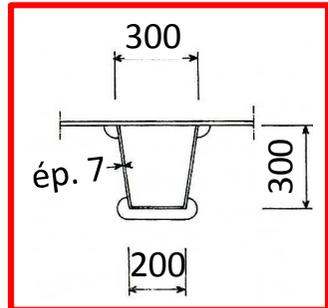
T = 10° C vs 30° C



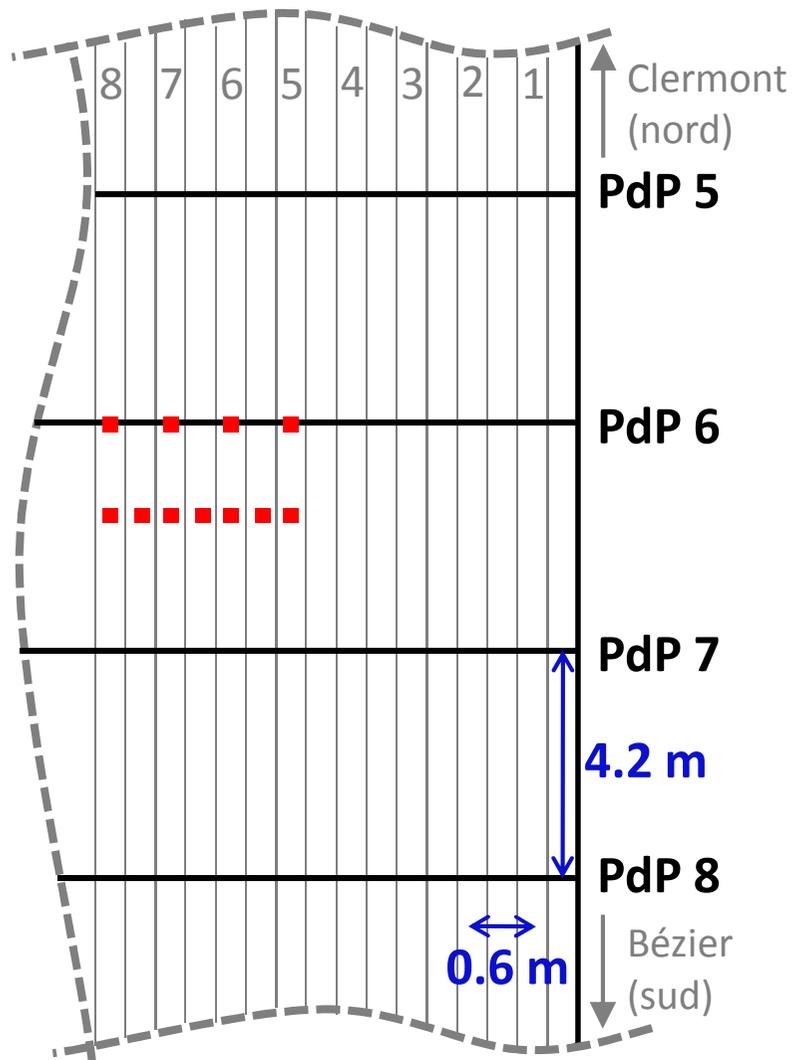
OUVRAGE RÉEL – DESCRIPTION DU VIADUC DE MILLAU



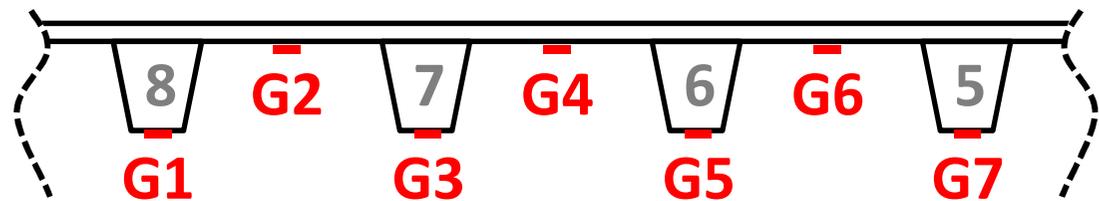
Zone d'étude instrumentée



VIADUC DE MILLAU - INSTRUMENTATION



Jauges bidirectionnelles



entre pièces de pont (PdP) n° 6 et 7
(situé à 20.53 m de C0)

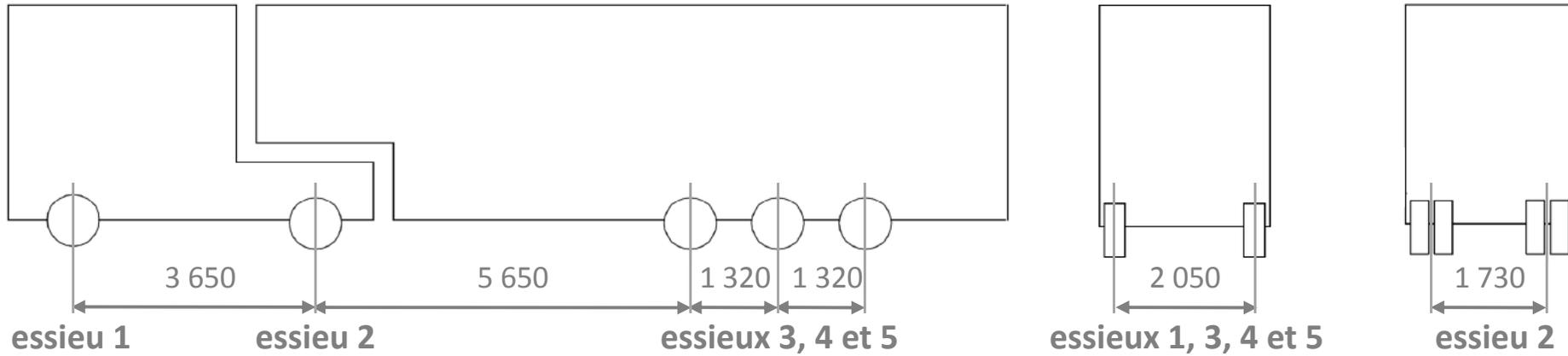
VIADUC DE MILLAU – ESSAIS IN SITU

Deux types d'essais ont été réalisés :

- sous **chargement statique** (le 20/10/2009)
- sous **charge roulante** (le 20/10/2010)



VIADUC DE MILLAU – PESAGE DU CAMION

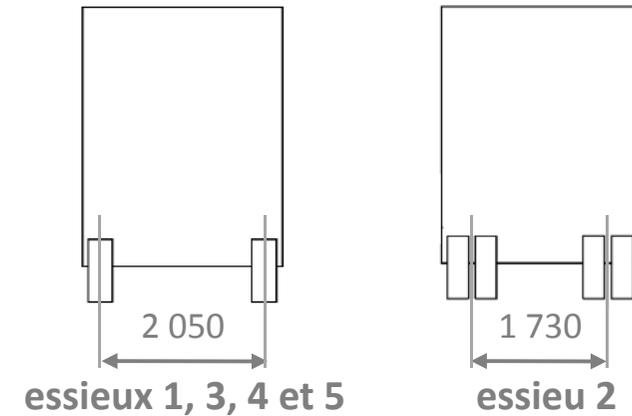
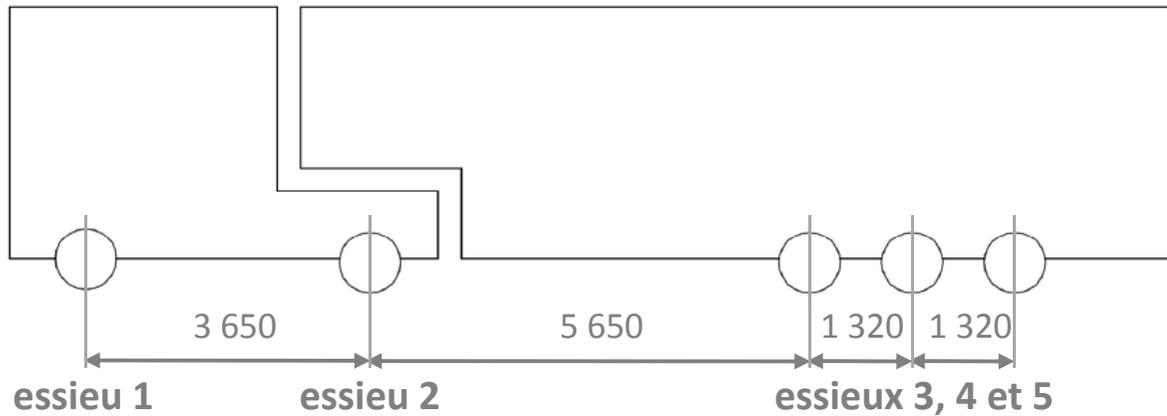


essieu 2 le plus chargé

	Masse (t)	
	chargement statique	charge roulante
Essieu 1	6.4	6.9
Essieu 2	10.7	10.7
Essieu 3	7.0	7.1
Essieu 4	7.0	7.4
Essieu 5	7.0	7.3
Total	38.1	39.4



VIADUC DE MILLAU – PESAGE DU CAMION

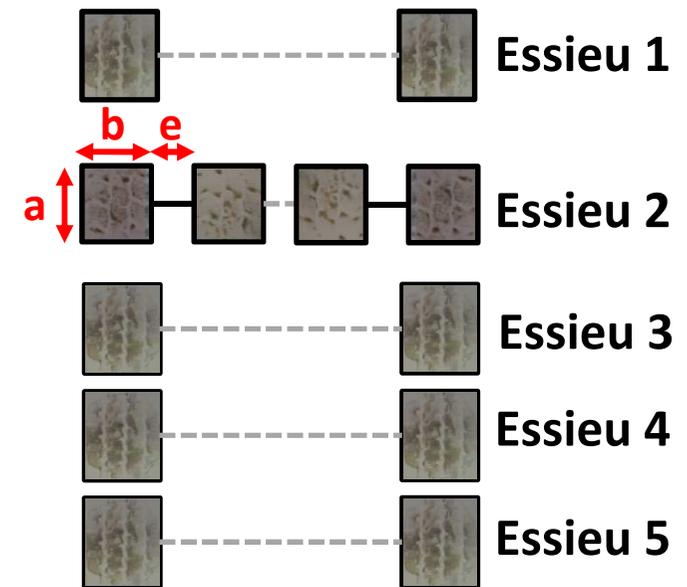


$P = 0.35 \text{ MPa}$

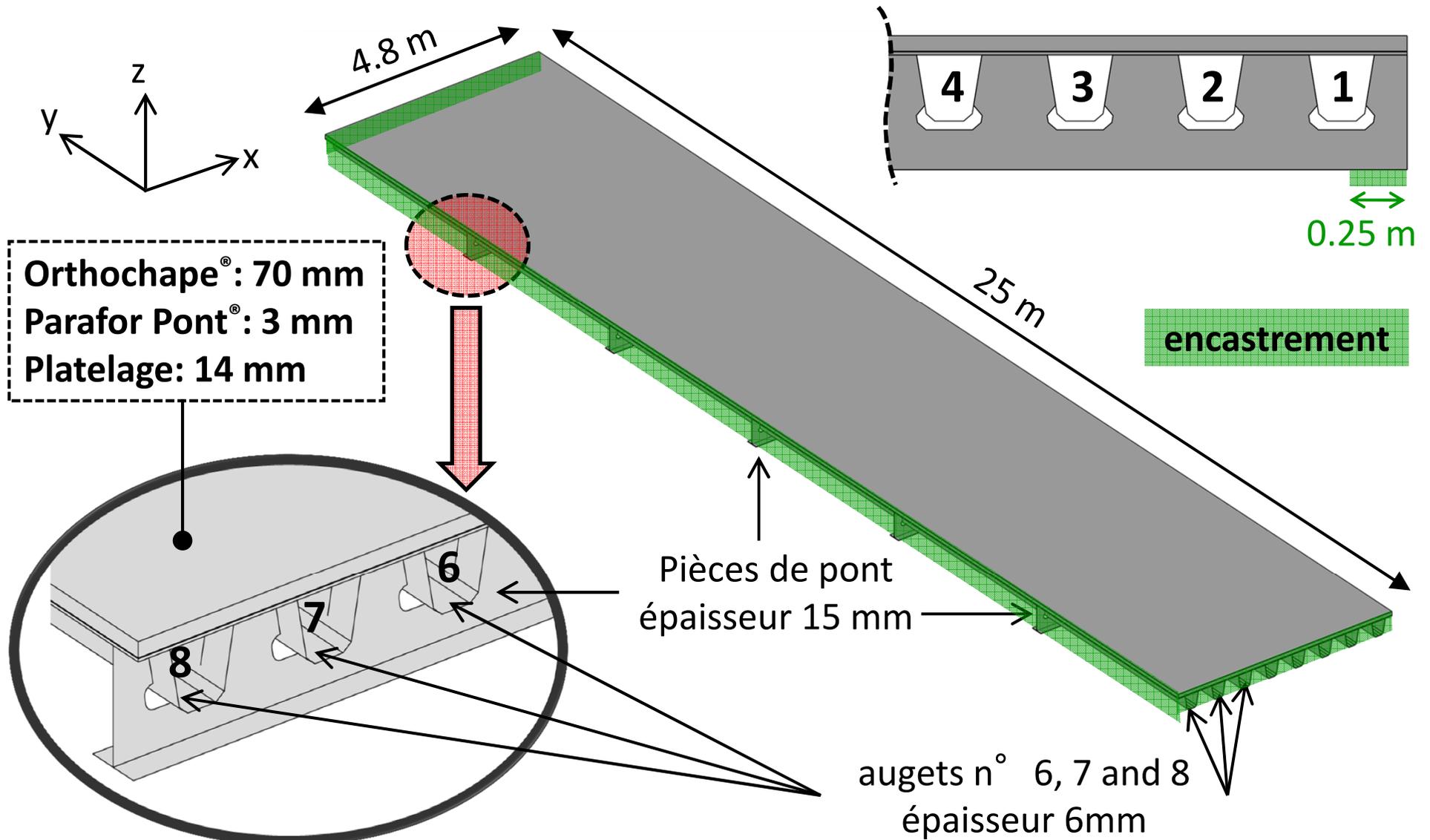
$e = 9 \text{ cm}$

$e = 8 \text{ cm}$

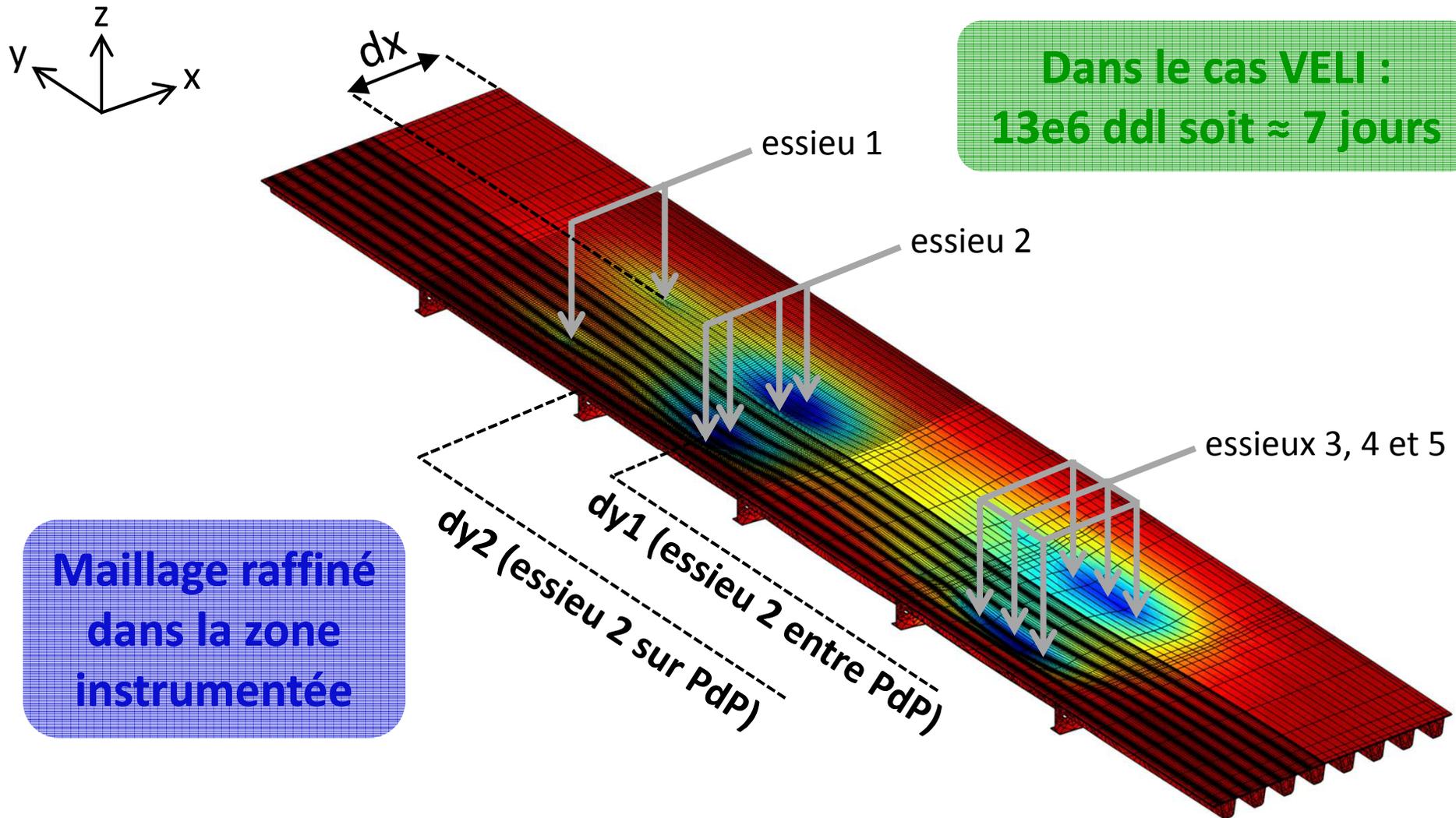
	Empreintes (cm)			
	chargement statique		charge roulante	
	a	b	a	b
Essieu 1	21	25	30	27
Essieu 2	28	27	36	27.5
Essieu 3	21	30	31	27
Essieu 4	21	30	30.5	29.5
Essieu 5	21	29.5	30	26.5



VIADUC DE MILLAU – CALCULS EF (GÉOMÉTRIE & CL)



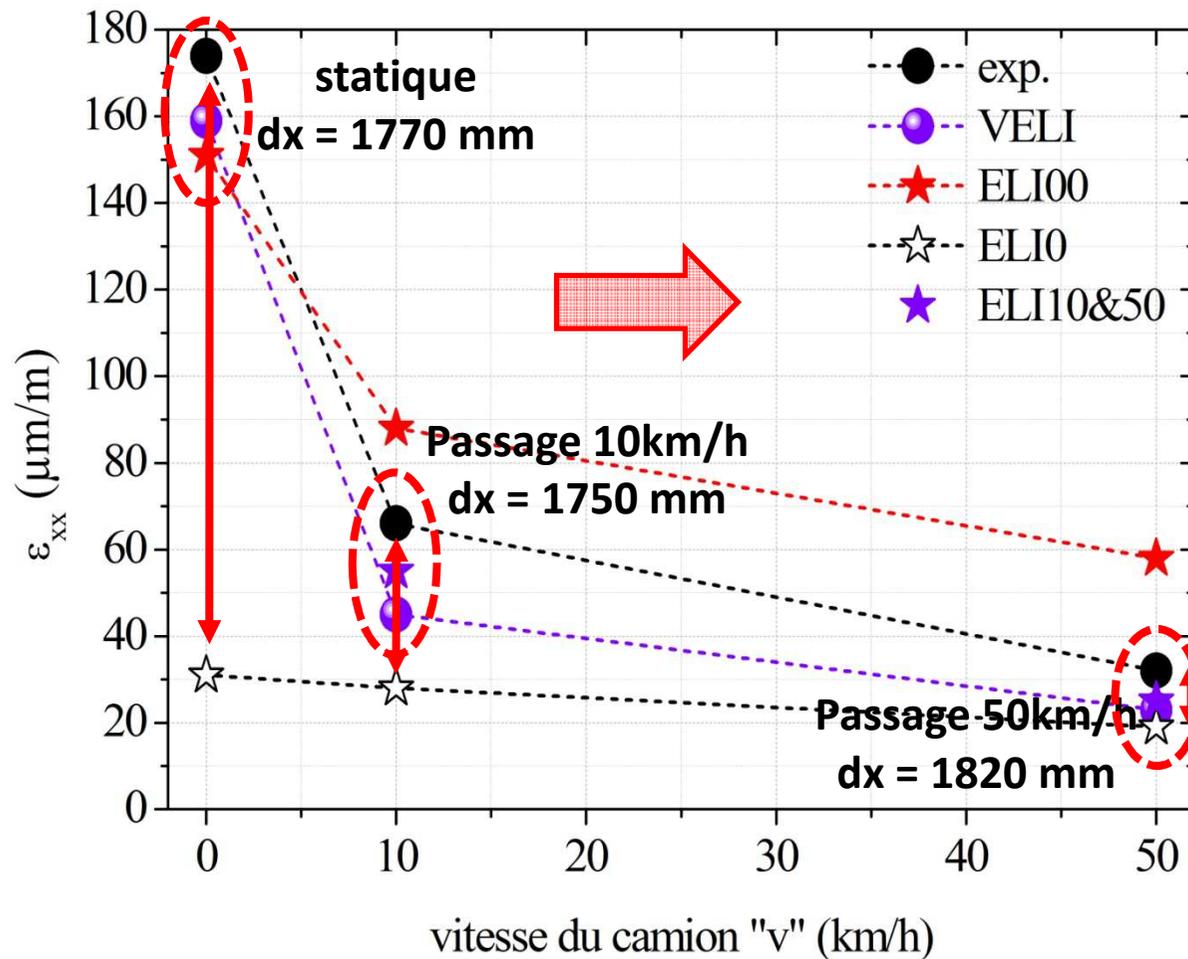
VIADUC DE MILLAU – CALCULS EF (MAILLAGE & CHARGEMENT)



VIADUC DE MILLAU – BILAN DE L'ÉTUDE

Jauge G4

$dx \approx 1770$ mm

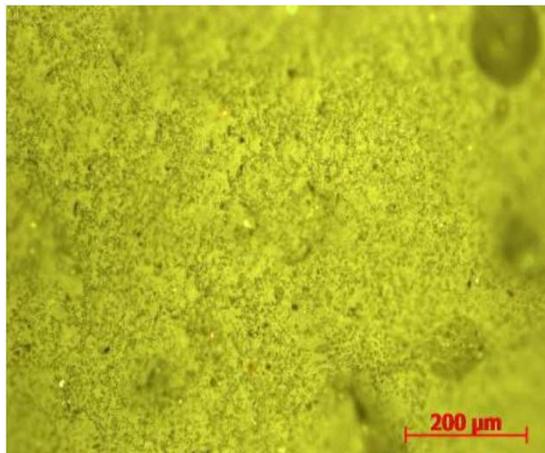


- PLUS « V » AUGMENTE, PLUS LA FRÉQUENCE DE SOLLICITATION AUGMENTE ET PLUS LE CAS ELI0 EST PERTINENT;
- DANS LE CAS D'UN CALCUL STATIQUE LE CAS ELI00 PEUT-ÊTRE CONSIDÉRÉ;
- CAS VELI ET ELI10&50 PERMETTENT TOUJOURS UNE BONNE APPROXIMATION DES ε MESURÉES.

DE MULTIPLES UTILISATIONS S'EN SONT SUIVI...

■ Asphalt mixtures

- > 500,000 tons of mixes with HPMB since 2011
- Using 5-5.3 % of HPMB
- Production at 175-180°C
- Asphalt concrete BBSG or BB5[®] 0/10mm



- **Microstructure on Asphalt concrete:**
Homogeneous distribution of the HPMB on the aggregate

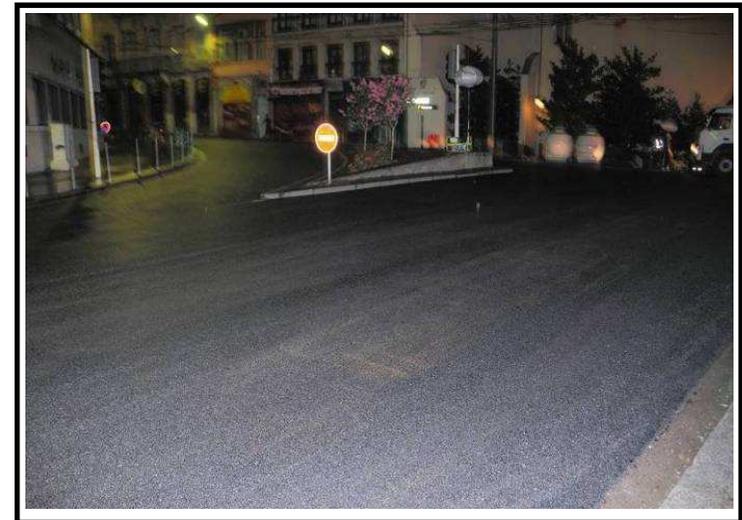
DE MULTIPLES UTILISATIONS S'EN SONT SUIVI...

■ Lyon city Center (2011-2015)

- BB5[®] 0/10mm on buses & trolleys lines

■ Main observations

- Good behavior of the asphalt concrete during layoff and compaction
- Good surface texture
- No degradation after 4 years under traffic

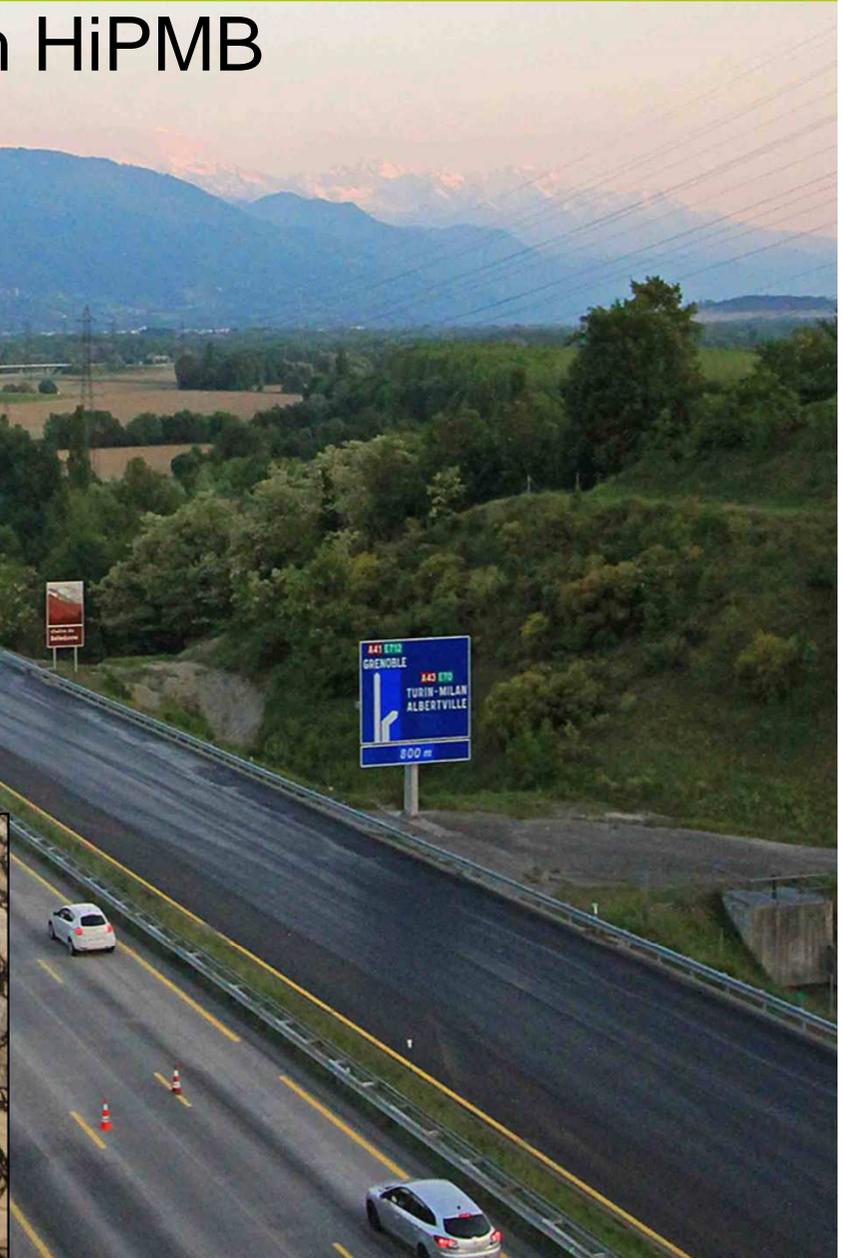
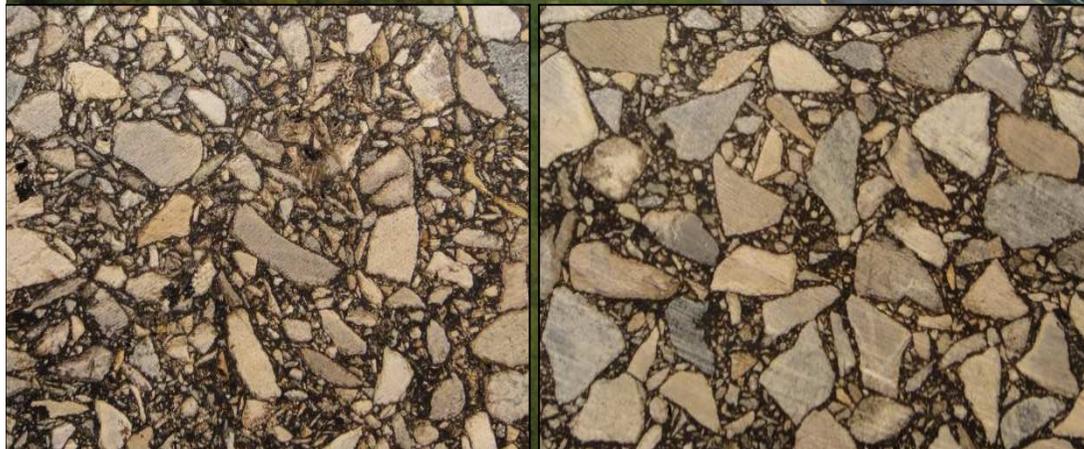


2011: GB5[®] on A43 & A41N highways

31,000T with HiPMB

continuous
0/14mm gradation

0/14mm gradation
(4/10mm gap-graded)



IFSTTAR APT facility (2012)

- **BBM 0/10 overlay with HiPMB**
- Moving load : dual-wheel 65 kN
- Speed: up to 100 km/h (15 rounds/min.)
- Loading rate: up to 50 000 cycles/day

APT : Accelerated Pavement Testing



UTILISATIONS RÉCENTES

- Lyon St Exupéry airport (2014): **BB5[®] 0/10mm with HiPMB**



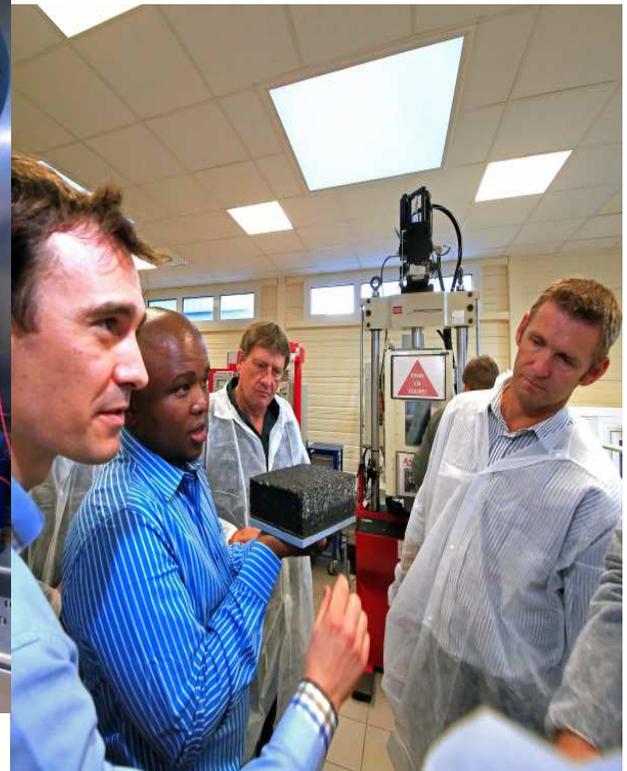
UTILISATIONS RÉCENTES

- Lille Lesquin airport (2014) :
BB5[®] 0/10mm with HiPMB



— — — — Thank you for your attention — — — —

*Shoot for the **moon**. Even if you miss, you'll land among the **stars** (Oscar Wilde)*



Francois.olard@eiffage.com