

The logo for DESSAU, featuring the word "DESSAU" in a bold, blue, sans-serif font.





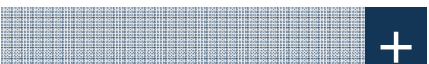
# Réhabilitation sismique d'un pont existant avec des appuis en élastomères frettés

Jimmy Fortier, ing., Dessau

Nikolay Velev, ing. M.Sc.A, Dessau

# Plan de la présentation



-  **Présentation de la structure et mise en contexte**
-  Conception des isolateurs en élastomères frettés
-  Essais de qualification
-  Évaluation sismique
-  Conclusion

## + Présentation de la structure



### **Pont de l'autoroute 10 est au-dessus de la rivière Richelieu**

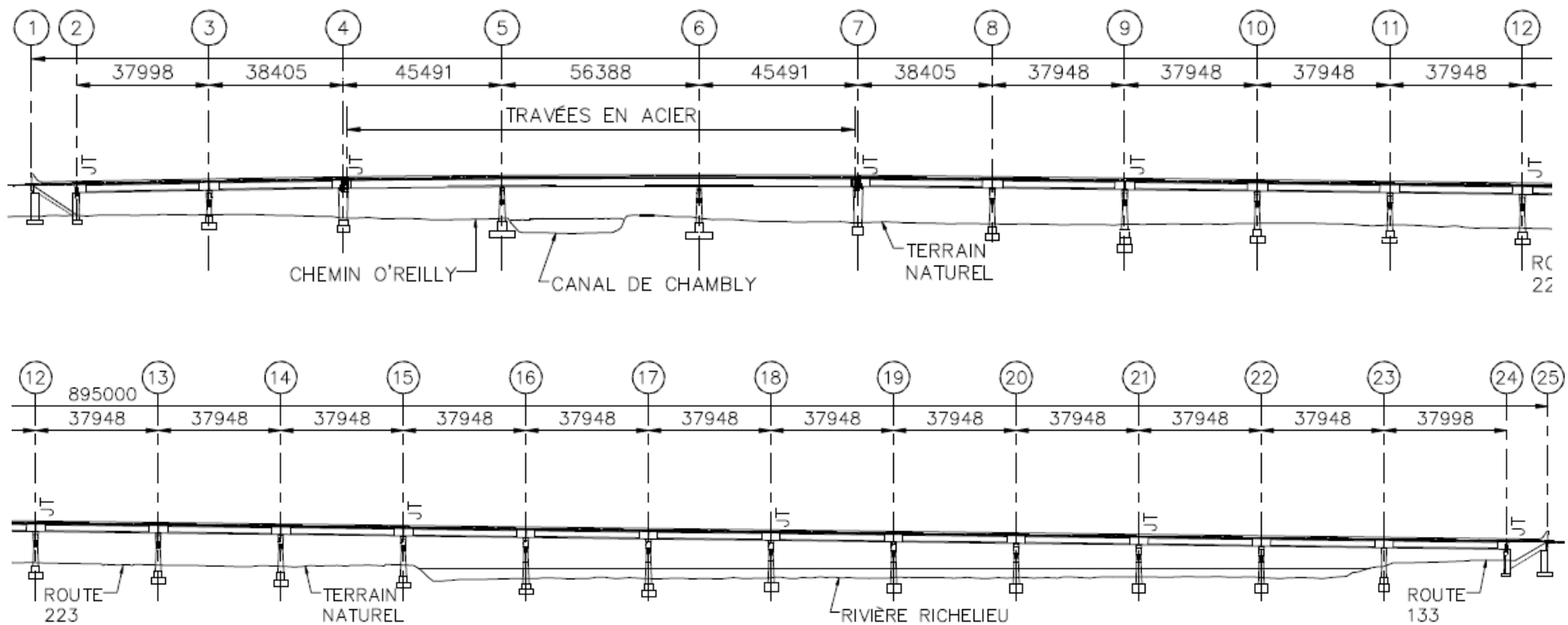
- + Longueur totale : 895 mètres
- + 24 travées
- + 2 ponts jumeaux



3

## + Présentation de la structure

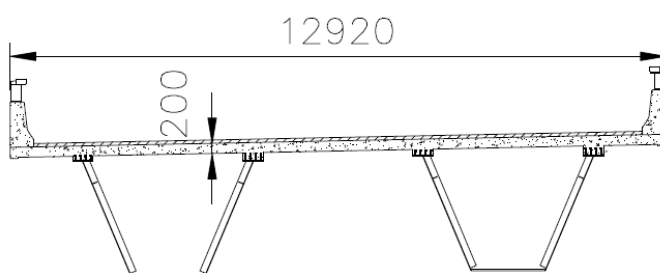
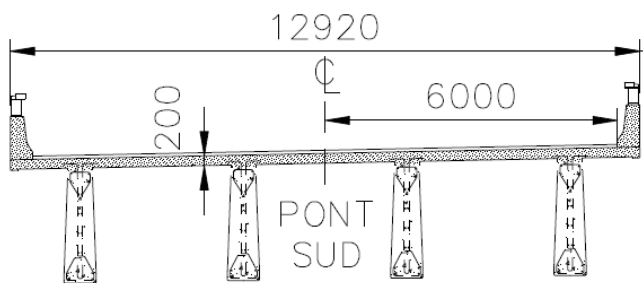
### Pont de l'autoroute 10 est au-dessus de la rivière Richelieu



## + Présentation de la structure

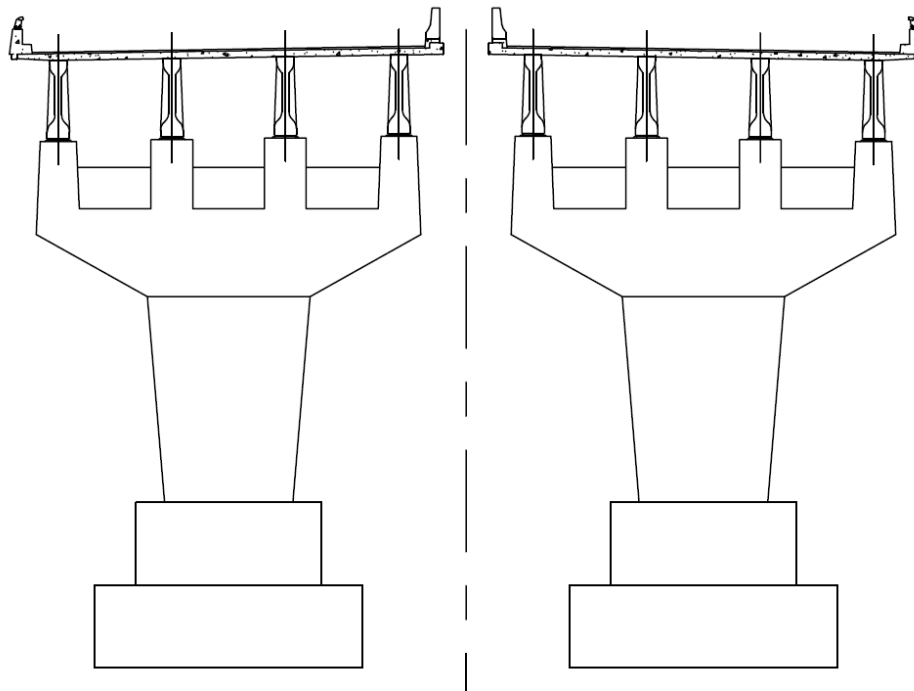
### Pont de l'autoroute 10 est au-dessus de la rivière Richelieu

- + 19 travées composées de poutres en béton précontraint
- + 3 travées continues composées de poutres-caissons en acier



## + Présentation de la structure

**Pont de l'autoroute 10 est au-dessus de la rivière Richelieu**



- + Semelles superficielles
- + Type de sol : I
- + Potentiel de liquéfaction nul
- + AMS : 0.2g

## + Mise en contexte








**Pont de l'autoroute 10 est au-dessus de la rivière Richelieu**



# Plan de la présentation



-  Présentation de la structure et mise en contexte
-  **Conception des isolateurs en élastomères frettés**
-  Essais de qualification
-  Évaluation sismique
-  Conclusion





# Conception des isolateurs en élastomères frettés

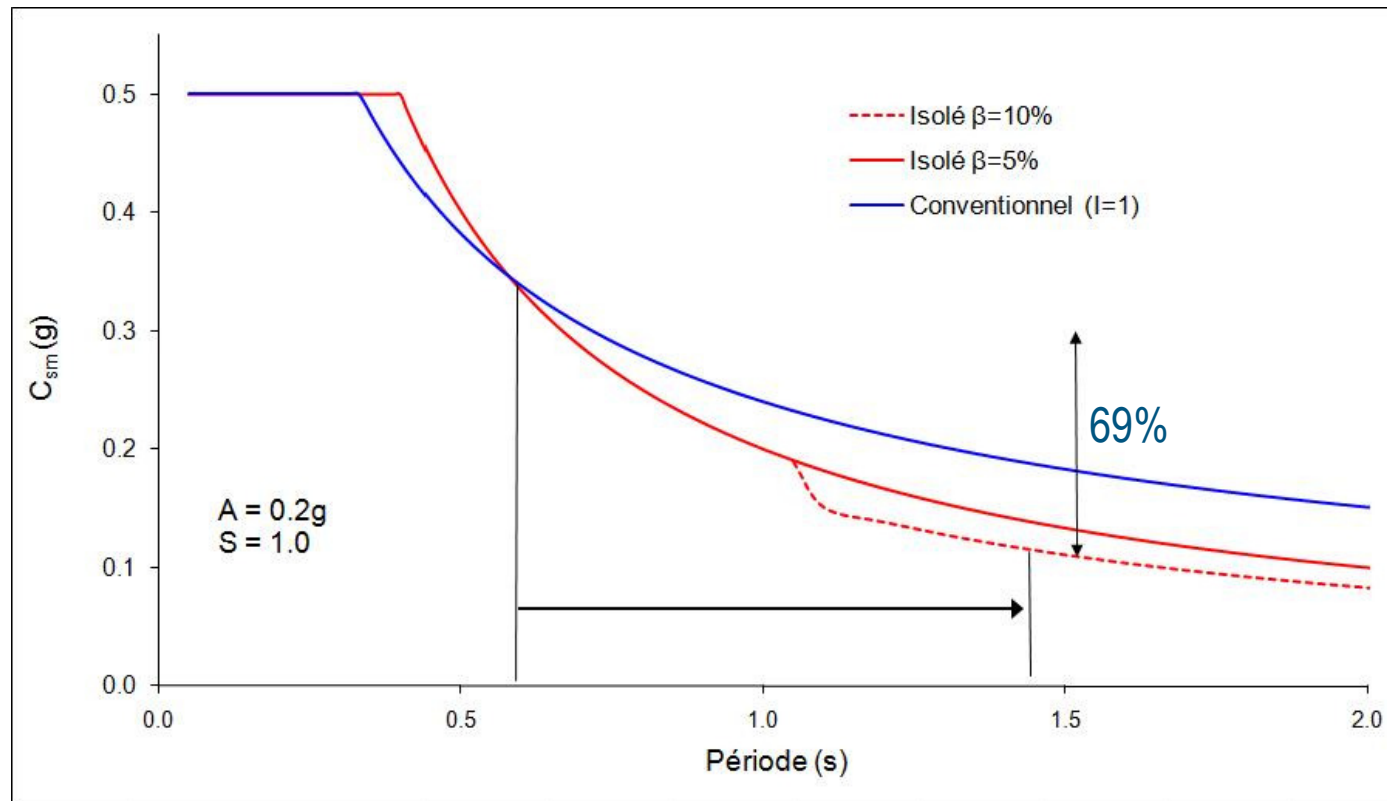




# Conception des isolateurs en élastomères frettés



## Spectre de conception





# Conception des isolateurs en élastomères frettés



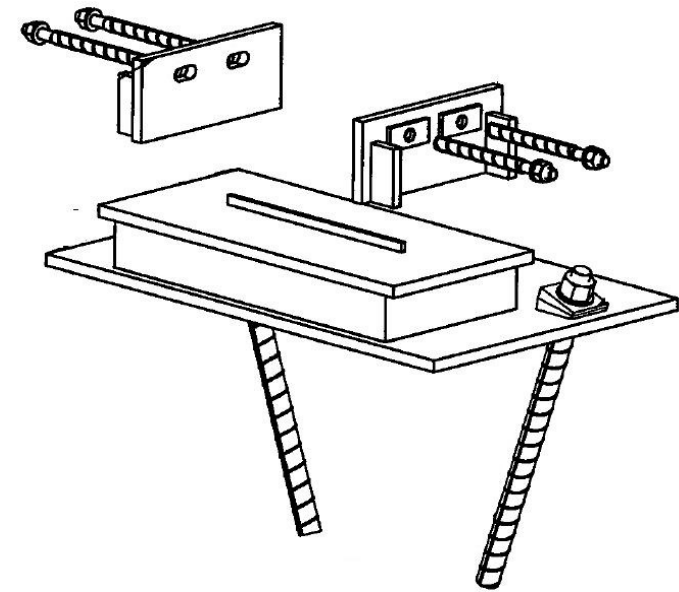
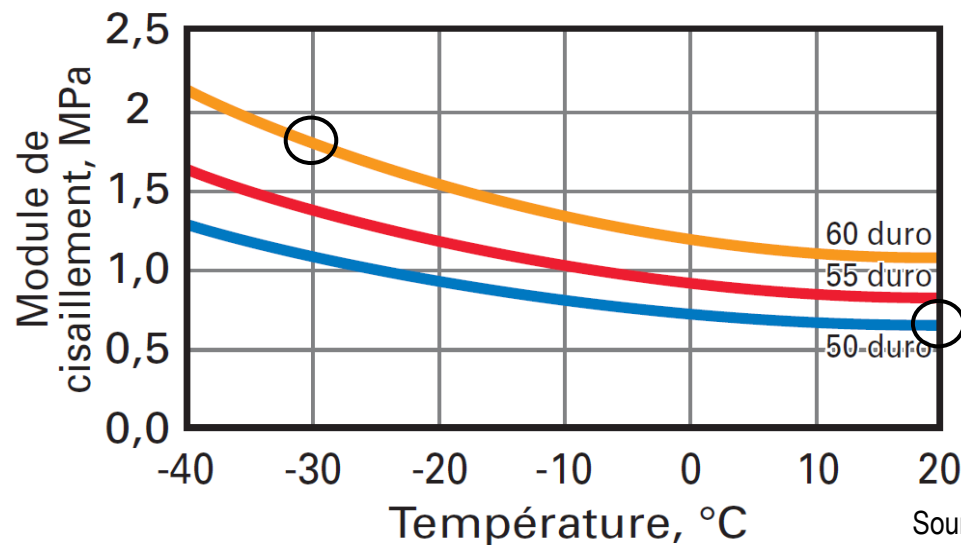
## Calcul de la rigidité horizontale

$$K_s = G \times A / H$$

A : Aire en plan de l'élastomère

G : Module de cisaillement

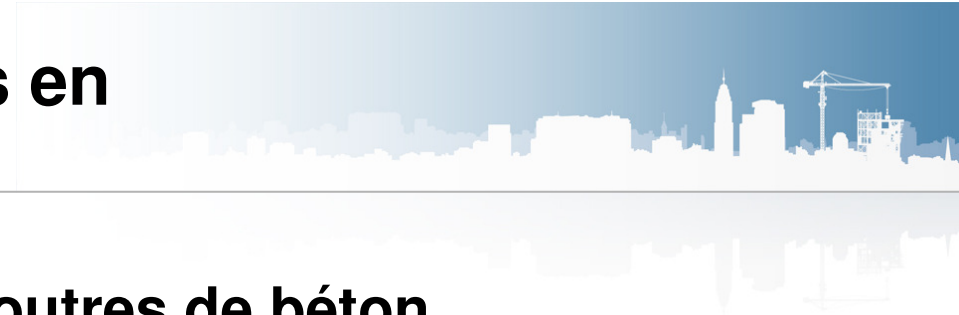
H : Épaisseur totale de l'élastomère



Source: Goodco Z-Tech (2010), *Appuis en élastomère*



# Conception des isolateurs en élastomères frettés



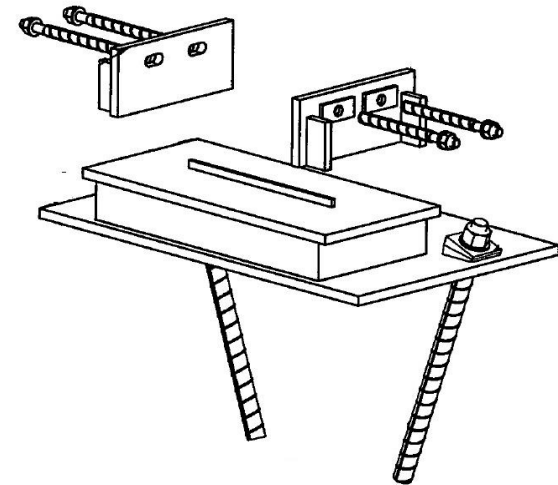
## Élastomère fretté aux poutres de béton

A : 375 mm x 780 mm H : 103 mm

$G_{MIN}$  : 0.6 GPa  $G_{MAX}$  : 1.8 GPa

$K_{MIN}$  = 1.8 kN/mm

$K_{MAX}$  = 5.5 kN/mm



À +20°C: Les déplacements sont maximums mais les sollicitations sont moins élevées

À -30°C: Les sollicitations sont maximales mais les déplacements sont moins importants



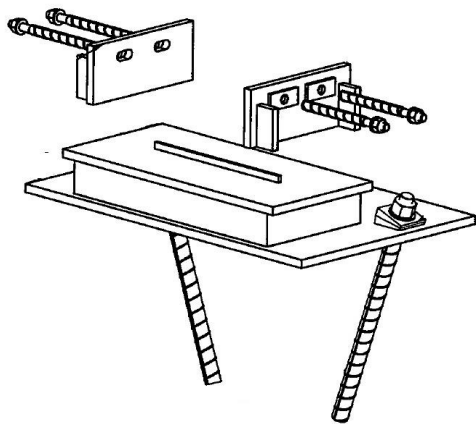
# Conception des isolateurs en élastomères frettés



## Système de retenue



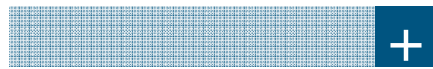
- Vulcanisation de l'élastomère fretté aux plaques inférieure et supérieure
  - Système d'attache au tablier
  - Système d'attache au chevêtre
- Empêche la chute du tablier au bas des unités de fondation



# Plan de la présentation



Présentation de la structure et mise en contexte



Conception des isolateurs en élastomères frettés



**Essais de qualification**

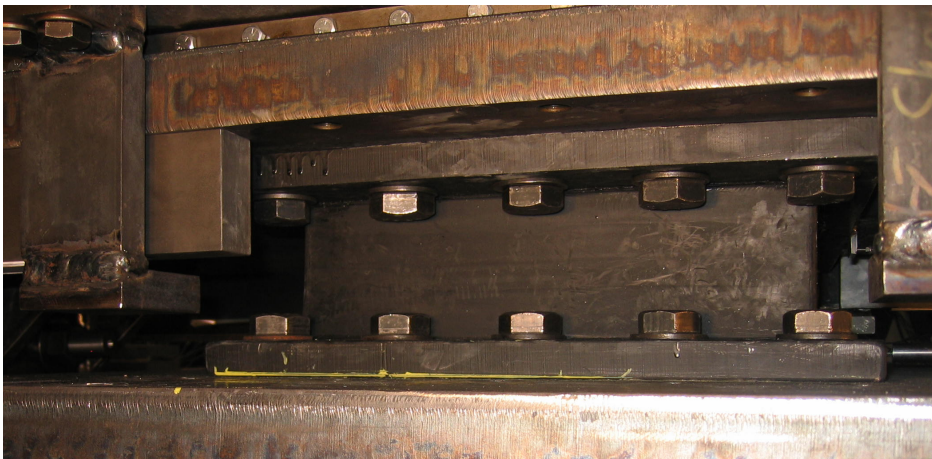


Évaluation sismique

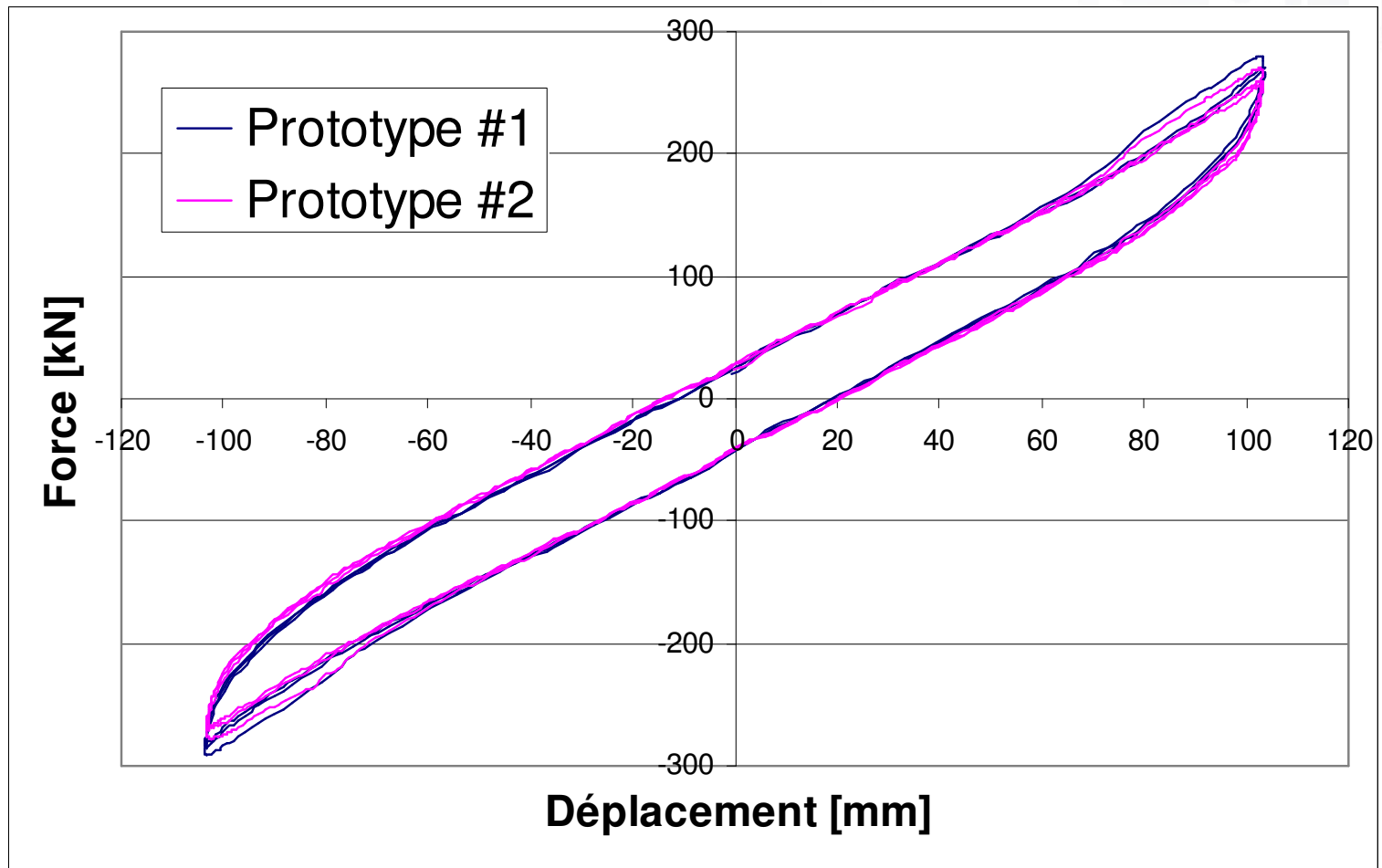


Conclusion

## + Essais de qualification



## + Essais de qualification





## + Essais de qualification



### Essais de qualification à température ambiante

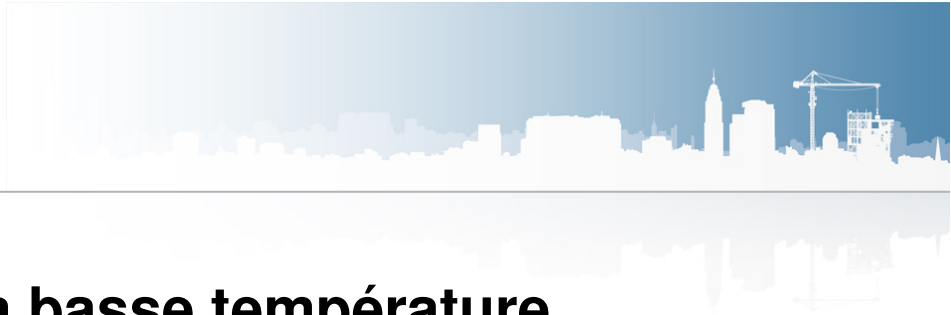
Déplacement	Rigidité effective (kN/mm)	
	Spécimen #1	Spécimen #2
$\Delta_{\text{service}}$	5.2	5.0
$0.25\Delta_{\text{sismique}}$	3.3	3.3
$0.50\Delta_{\text{sismique}}$	2.8	2.7
$0.75\Delta_{\text{sismique}}$	2.6	2.6
$1.00\Delta_{\text{sismique}}$	2.6	2.5
$1.25\Delta_{\text{sismique}}$	2.6	2.5

Rigidité minimale lors de la conception : 1.8 kN/mm

## + Essais de qualification



## + Essais de qualification



### Essais de qualification à basse température

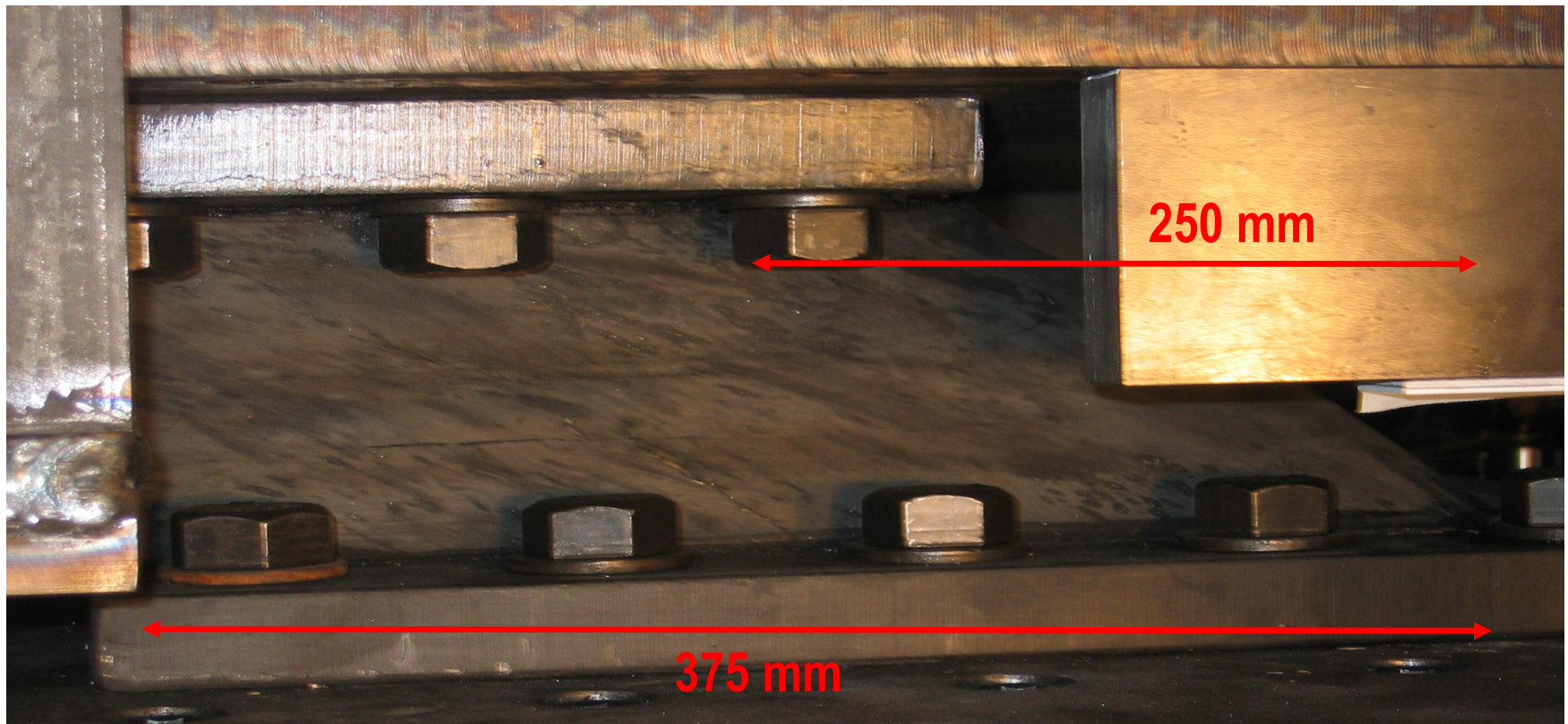
Déplacement	Rigidité effective (kN/mm)	
	Spécimen #3	Spécimen #4
$\Delta_{\text{service}}$	9.5	9.1
$0.25\Delta_{\text{sismique}}$	4.4	4.4
$1.00\Delta_{\text{sismique}}$	3.1	3.0

- + Ratio  $K_{-30^{\circ}\text{C}} / K_{+20^{\circ}\text{C}} = 1.3$
- + Amortissement effectif : 10%
- + Rigidité maximale lors de la conception : 5.5 kN/mm

## + Essais de qualification



### Essai unidirectionnel jusqu'à la rupture



## + Essais expérimentaux



### Prototype 1



21

## + Essais expérimentaux



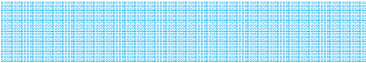




### Prototype 2



22

# Plan de la présentation



-  + Présentation de la structure et mise en contexte
-  + Conception des isolateurs en élastomères frettés
-  + Essais de qualification
-  + **Évaluation sismique**
-  + Conclusion

## + Évaluation sismique



### **Modélisation et analyses**

- + Modèles complets 3D;
- + Modélisation de la rigidité des fondations;
- + Deux logiciels;
- + Analyses MM et MD (linéaires et non-linéaires).

### **Calcul de la performance**

- + Résistance des fûts au cisaillement et à la flexion
- + Résistance géotechnique du sol sous les semelles de fondation
- + Renversement de l'unité de fondation (0.4B)



## + Évaluation sismique

### Sommaire et résumé des résultats – Pont sud

État de structure	Existant	Projeté		
Étape conception	Analyses préliminaires	Conception des isolateurs	Après les essais de qualification	Après les essais de qualification
Méthode d'analyse	MM	MM	Temporaires linéaires	Temporaires non-linéaires
Capacité structurale - AMS	0.05g	0.13g	0.18g	0.17g






**AMS – Accélération maximale au sol**

**AMS de conception – 0.20g (475 ans)**

25

# Plan de la présentation



-  Présentation de la structure et mise en contexte
-  Conception des isolateurs en élastomères frettés
-  Essais de qualification
-  Évaluation sismique
-  **Conclusion**

## + Conclusion

- + Le système de pont flottant permet d'améliorer de façon significative la performance sismique des ponts existants;
- + Les essais expérimentaux ont confirmé les paramètres utilisés lors de la conception;
- + Le système pont flottant avec des appuis en élastomères frettés est un système de réhabilitation sismique des ponts existants à faibles coûts;

## + Remerciements



- + Le Ministère des Transports du Québec
- + Goodco Z-Tech/Université de Sherbrooke
- + SNC-Lavalin



Merci de votre attention

[dessau.com](http://dessau.com)