

# CERIU – INFRA 2011

## Évolution technologique en conception de ponts


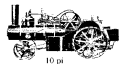
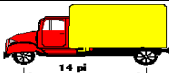
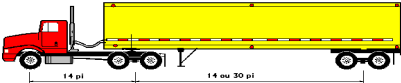
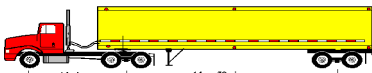
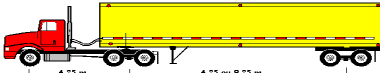
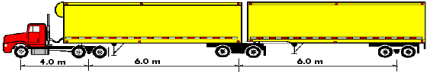
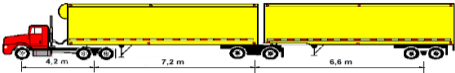
Par Gérard Desgagné, ing., M. Sc.  
Chef du Service de la conception des structures  
Direction des structures

Novembre 2011

# Définition technique d'un pont

<input type="checkbox"/> Australie	1,8 m
<input type="checkbox"/> Europe	2,0 m
<input type="checkbox"/> Norvège	2,5 m
<input type="checkbox"/> Canada	3,0 m
<input type="checkbox"/> Suisse et Belgique	5,0 m
<input type="checkbox"/> États-Unis et Afrique du Sud	6,0 m
<input type="checkbox"/> Espagne et Italie	10,0 m
<input type="checkbox"/> Japon	15,0 m

# Évolution des chargements de conception

Année d'introduction	Chargement	
Avant 1910	chariot	
1910	engin à vapeur	
1930	H10 H15 H20	 2 tonnes      8 tonnes (impérial) 3 tonnes      12 tonnes 4 tonnes      16 tonnes
1944	H20-S16 H15-S12	 4 tonnes      16 tonnes (impérial)      16 tonnes 3 tonnes      12 tonnes (impérial)      12 tonnes
1971	H25-S20	 5 tonnes      20 tonnes (impérial)      20 tonnes
1980	MS250	 5.1 t      20.4 t (métrique)      20.4 t
1989	QS660	 6.1 t      24.4 t (métrique)      20.4 t      16.3 t
2002	CL625	 5.1 t      25.5 t (métrique)      17.8 t      15.3 t

# Durée de vie de conception

- Canada 75 ans
- États-Unis 75 ans
- Europe 100 ans
- Japon 100 ans
- Australie 100 ans
  
- Québec ⇒ 100 ans (durabilité)

# Ponts en bois

**Les premiers ponts furent construits en bois, matériau disponible sur place en grande quantité**

Fin du XVIII<sup>e</sup> siècle

Portée  $\approx$  10 m



# Pont en bois

Pont de Mc Watters  
Ruisseau Carrière



# Ponts couverts

**Pour obtenir de plus longues portées, on fit appel à la technique des ponts en bois à poutres triangulées.**

Début XIX<sup>e</sup> siècle vers 1830

Portée 15 à 30 m

Pont patrimonial



# Pont couvert





# Les ponts en acier

**La construction des ponts en acier coïncide avec l'avènement du chemin de fer**

Fin XIX<sup>e</sup> siècle vers 1880

Portée de 20 à 100 m

Ponts à poutres triangulées

Ponts à poutres à âme pleine

# Ponts en acier

## □ Ponts à poutres triangulées

## □ Ponts à poutres triangulées à tablier inférieur

- Système Warren (petite travée) 1910-1930
- Avec contreventement supérieur (grande travée)

# Pont de type Pony-Warren

Pont Pony-Warren  
Leclercville





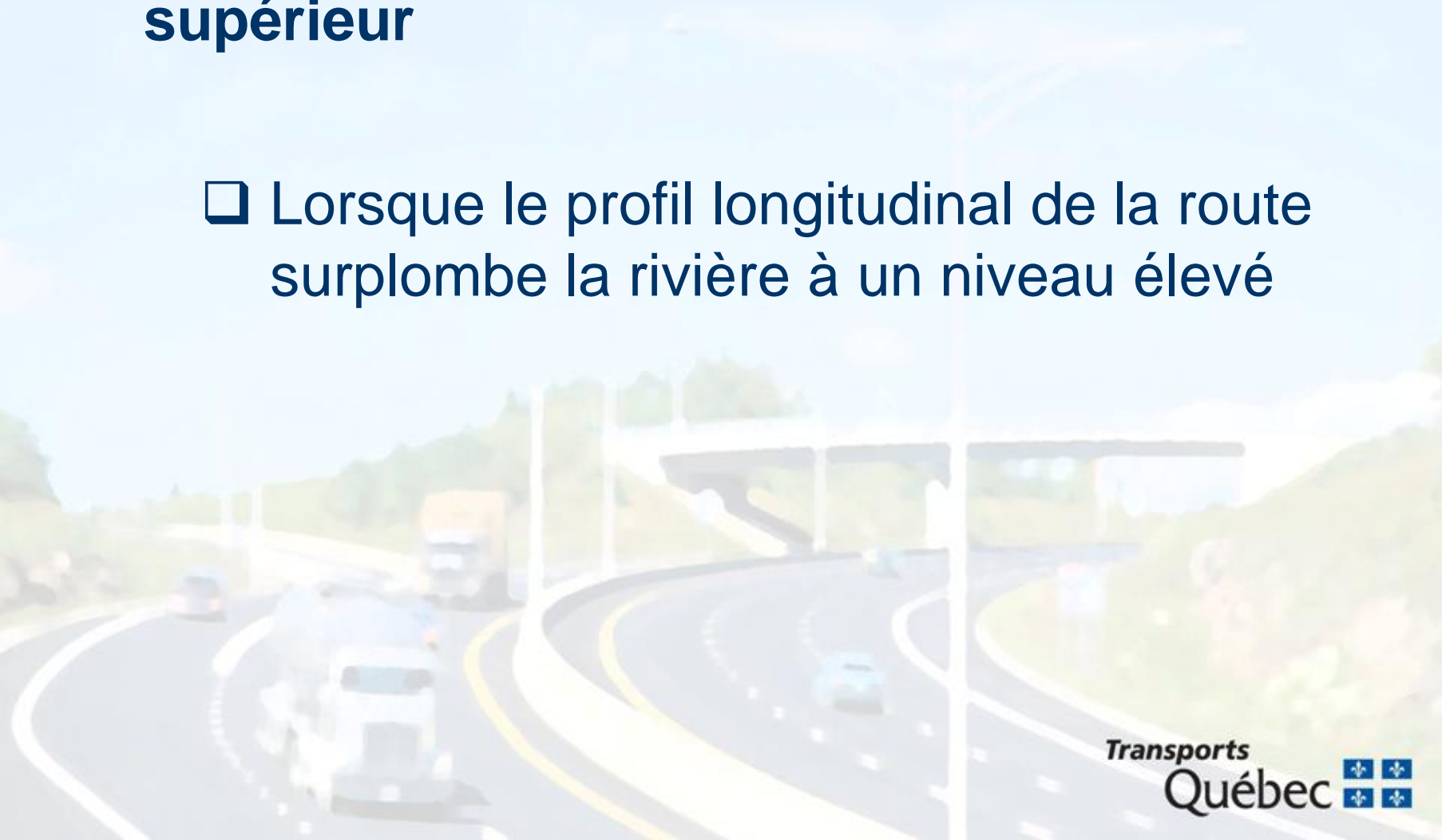
# Pont à poutres triangulées à tablier inférieur





# Ponts en acier

- ❑ **Pont à poutres triangulées à tablier supérieur**
  - ❑ Lorsque le profil longitudinal de la route surplombe la rivière à un niveau élevé



# Pont à poutres triangulées à tablier supérieur

Pont  
Outaouais



# Ponts en acier

- ❑ **Pont à poutres triangulées à tablier intermédiaire**

- ❑ Lorsque la hauteur libre est limitée et qu'on veut conserver une structure assez basse



# Pont à poutres triangulées à tablier intermédiaire

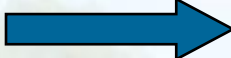
Pont Riv Manicouagan  
Hauterive





# Ponts en acier

## □ Ponts à poutres à âme pleine

- Avant 1940 :
  - Pas de laminage
  - Pas de fabrication par soudure
- Pont le plus courant  Acier-bois  
Portée  $\approx$  25 m

# Pont acier-bois



# Ponts à poutres à âme pleine en acier

## Évolution de 1935 à 1960

Laminage de grosses pièces  
Assemblage par soudure (1939)  
Assemblage par boulon à haute résistance (1958)



Longues portées  
Travées continues  
Poutres courbes  
Poutres à hauteur variable  
Poutres en forme de caisson  
Acier 350AT



Acier allié résistant à la corrosion atmosphérique à résilience améliorée à basses températures



# Pont à poutres à âme pleine en acier





# Pont à poutres à âme pleine en acier



# Pont à poutres caissons

Pont Charles-de-Gaulle





# Les ponts en béton

- ❑ La construction des ponts en béton date du début du XX<sup>e</sup> siècle

Ponceaux  
Portée  $\approx$  5 m



# Ponceau





# Ponts en béton

## Évolution de 1920 à 1965

- ❑ Armatures : barres lisses carrées, torsadées ou rondes
- ❑ 1950 : barres crénelées
- ❑ 1920 – 1930 : poutres d'acier enrobées de béton  
portée  $\approx 10$  m
- ❑ 1930 – 1965 : pont à poutres en béton armé  
portée 8 à 40 m

# Pont à poutres en béton



# Ponts en béton

## Portique à dalle épaisse

L'avènement des autoroutes sans intersection à niveau vit la prolifération du tablier à dalle épaisse

Épaisseur de tablier réduite  
Hauteur de remblai réduite

## Portique simple ou continu

À béquilles verticales ou inclinées  
Avec console aux extrémités



# Portique en béton





# Portique en béton



# Ponts en béton précontraint

- La période de construction d'autoroutes durant les années 1960-1980 vit la prolifération des ponts en béton précontraint

Ponts à poutres préfabriquées

Portée  $\approx$  40 m

Ponts à poutres coulées en place

Portée  $>$  40 m



# Pont à poutres préfabriquées en béton précontraint





# Pont à poutres préfabriquées en béton précontraint



# Pont à poutres préfabriquées en béton précontraint





# Pont à poutres coulées en place en béton précontraint





# Pont à poutres coulées en place en béton précontraint



U N E E X P E R T I S E À P A R T A G E R

# Ponts en béton précontraint

## □ Pont construit par encorbellement 1963 à 1983

Portée de 80 à 180 m

1963 – Rivière aux Mulets à Sainte-Adèle

1967 – Rivière du Lièvre à Notre-Dame-du-Laus

1976 – Rivière Saint-Maurice à Grand-Mère

1978 – Rivière Matapédia à Milnikek

1983 – Rivière Rimouski à Rimouski

1983 – Rivière Kinojevis à Kinojevis



# Pont construit par encorbellement



U N E E X P E R T I S E À P A R T A G E R



# Pont en béton

## Matériau

Avant 1990 : 30 et 35 MPa

avec ajout cimentaire (fumée de silice)

Début 1990 : BHP 50 et 60 MPa

Années 2000 : Ciments ternaires

Fumée de silice

- Cendres volantes
- Laitiers

# Ponts en béton

## Protection des aciers d'armatures

Armature en acier noir



Armature revêtue d'époxy (retirée en 2000)



Armature galvanisée (depuis 1995)

# Ponts en arc en acier ou en béton

- Pont en arc à tablier supérieur
- Pont en arc à tablier inférieur
- Pont en arc à tablier intermédiaire
- Pont en arc à poutre Langer



# Pont en arc à tablier supérieur

Pont Alcan

Mont-Rolland Cté Terrebonne





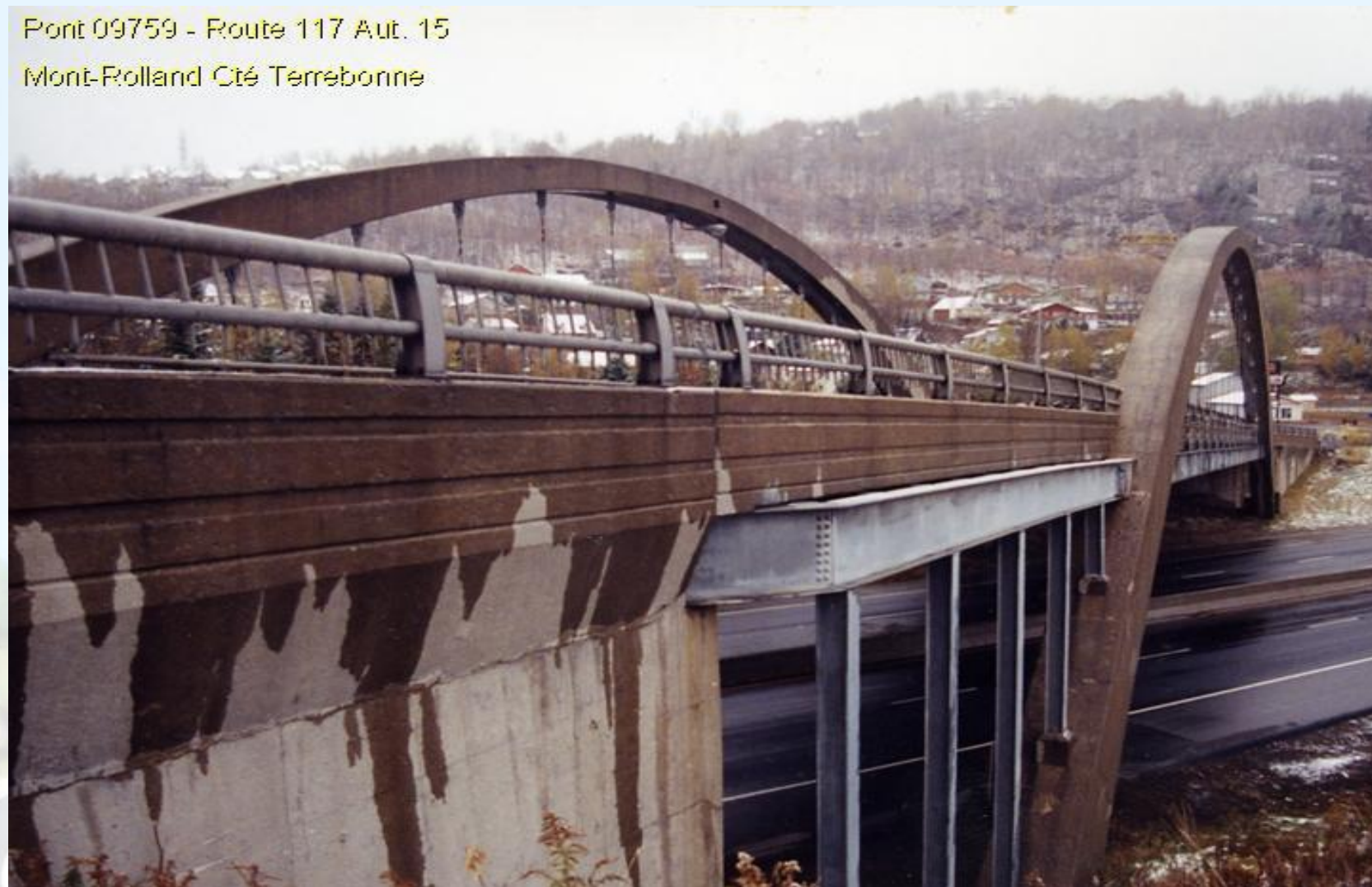
# Pont en arc à tablier inférieur



# Pont en arc à tablier intermédiaire

Pont 09759 - Route 117 Aut. 15

Mont-Rolland Côté Terrebonne





# Pont en arc à poutre Langer



# Pont à câbles

## Ponts haubanés

Rang	Portée (m)	Pays	Année
1	1088	Chine	2008
2	1028	Hong Kong	2009
3	890	Japon	1999
4	856	France	1995
↓	↓	↓	↓
32	465	Canada Alex Fraser	1986
↓	↓	↓	↓
88	342	France Millau	2004
?	280	Québec Pont Aut. 25	2011

# Pont de Normandie



U N E E X P E R T I S E À P A R T A G E R



# Viaduc de Millau



# Pont autoroute 25



# Pont à câbles

## Ponts suspendus

Rang	Portée (m)	Pays	Année
1	1991	Japon	2008
2	1650	Chine	2009
↓	↓	↓	↓
43	668	Québec Pont Pierre Laporte	1970
↓	↓	↓	↓
74	473	Canada Lion's Gate	1938
↓	↓	↓	↓
105	323	Québec Île d'Orléans	1936



# Pont Golden Gate



# Pont Pierre-Laporte





# Pont de l'Île-d'Orléans

Port Route 368

Île-d'Orléans

