


U. de Moncton

GCIV-5340 Conception des ponts



Prof. Noyan Turkkan
Faculté d'ingénierie, 119 G2
turkkan@umoncton.ca
506-858-4304

© Noyan Turkkan 2001

2006-08-16 GCIV-5340 Introduction 1

GCIV-5340 Conception des ponts

Introduction

2006-08-16 GCIV-5340 Introduction 2

Définitions

Pont

Tout ouvrage permettant à une voie de circulation de franchir un obstacle naturel ou une autre voie de circulation.



2006-08-16

GCIV-5340 Introduction

3

Définitions

Ponceau

Petit pont hydraulique



2006-08-16

GCIV-5340 Introduction

4

Définitions



Viaduc

Ouvrage de grande longueur et de hauteur



2006-08-16

GCIV-5340 Introduction

5

Définitions



Pont routier

Ouvrage destiné aux véhicules



2006-08-16

GCIV-5340 Introduction

6

Définitions



Pont-rail
Ouvrage
destiné aux
trains



2006-08-16

GCIV-5340 Introduction

7

Définitions



Passerelle
Ouvrage
destiné aux
piétons

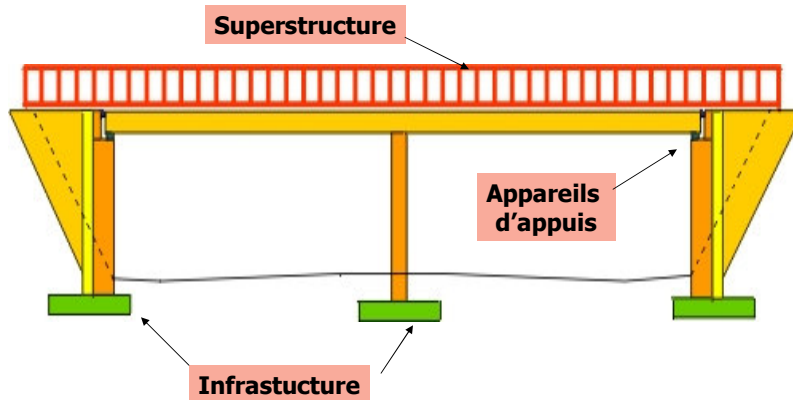


2006-08-16

GCIV-5340 Introduction

8

Composition des ponts



2006-08-16

GCIV-5340 Introduction

9

Composition des ponts



Superstructure

- Tablier
- Poutres

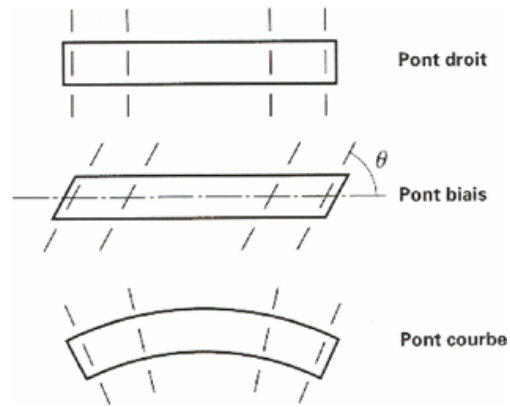


2006-08-16

GCIV-5340 Introduction

10

Formes du tablier



2006-08-16

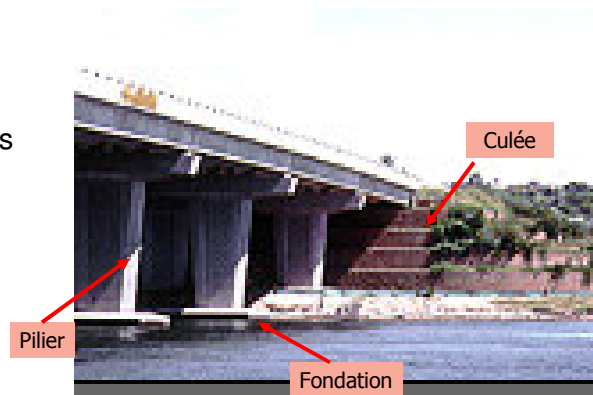
GCIV-5340 Introduction

11

Composition des ponts

Infrastructure

- Piliers
- Culées
- Fondations



2006-08-16

GCIV-5340 Introduction

12

Composition des ponts



Appareils d'appuis



2006-08-16

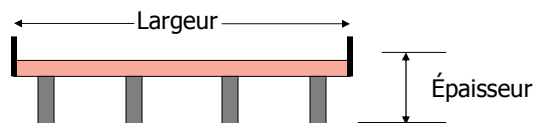
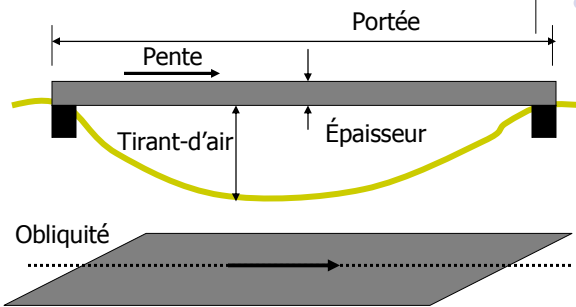
GCIV-5340 Introduction

13

Éléments géométriques



- Épaisseur
- Tirant-d'air
- Portée
- Largeur
- Obliquité
- Pente



2006-08-16

GCIV-5340 Introduction

14

Classification des ponts



- Portée
- Matériaux
- Destination
- Position des voies
- Forme

2006-08-16

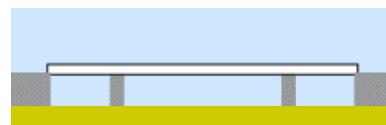
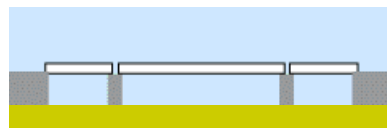
GCIV-5340 Introduction

15

Portée



- Simple
- Continue
- Porte-à-faux



2006-08-16

GCIV-5340 Introduction

16

Matériaux

- Bois
- Acier
- Béton armé
- Béton précontraint
- Composite

2006-08-16

GCIV-5340 Introduction

17

Matériaux - bois



2006-08-16

GCIV-5340 Introduction

18

Matériaux - acier



2006-08-16

GCIV-5340 Introduction

19

Matériaux – béton armé



2006-08-16

GCIV-5340 Introduction

20

Matériaux – béton précontraint

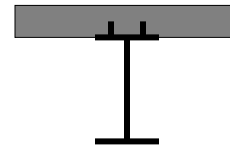


2006-08-16

GCIV-5340 Introduction

21

Matériaux - composite



2006-08-16

GCIV-5340 Introduction

22

Destination

- Ponts-rail
- Ponts routiers
- Piétons
- Aqueducs



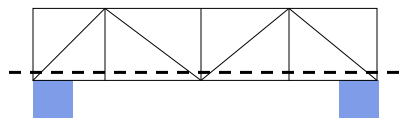
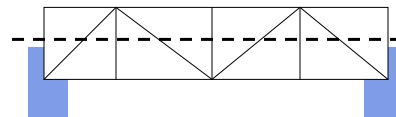
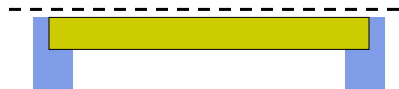
2006-08-16

GCIV-5340 Introduction

23

Position des voies

- Supérieures
- Médiane
- Inférieure



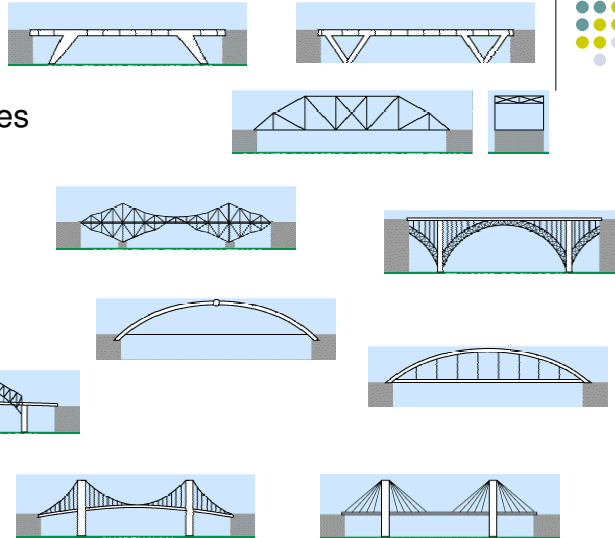
2006-08-16

GCIV-5340 Introduction

24

Forme

- Poutres droites
- Treillis
- Arcs
- Suspendus
- À béquilles
- À haubanes



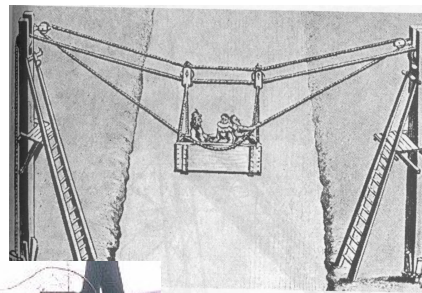
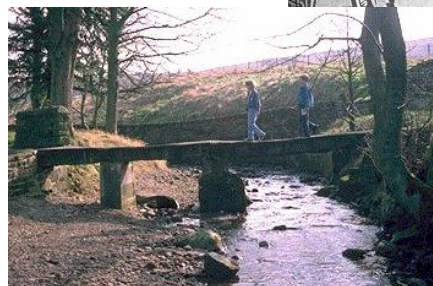
2006-08-16

GCIV-5340 Introduction

25

Historique

Ponts primitifs



2006-08-16

GCIV-5340 Introduction

26

Historique (suite...)

Ponts romains



Pont St-Martin (Torino)
25 avant JC

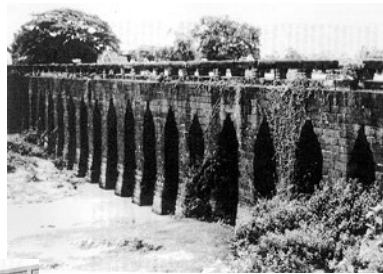
2006-08-16

GCIV-5340 Introduction

27

Historique (suite...)

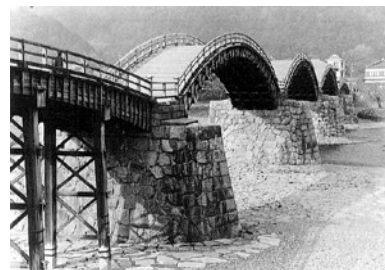
Ponts en Asie



Cambodge 12^{ème} siècle



Iran 17^{ème} siècle



Japon 17^{ème} siècle

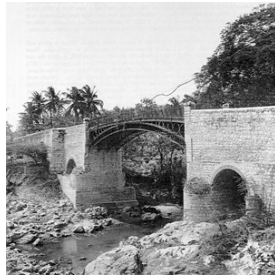
2006-08-16

GCIV-5340 Introduction

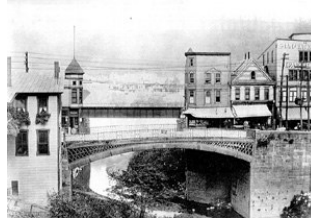
28

Historique (suite...)

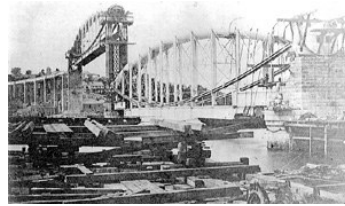
Ponts en fer



Jamaïque, 1800



Pennsylvanie, 1839 (24m)



Cornwall, UK, 1864 (135m)

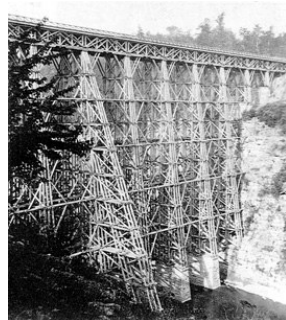
2006-08-16

GCIV-5340 Introduction

29

Historique (suite...)

Ponts en 19 ème siecle



Portage viaduc, 1852, en bois



Albany, NY, 1867



Kinsua viaduc, Pennsylvanie, 1900,
Haut 92m, Long 625m

2006-08-16

GCIV-5340 Introduction

30

Ponts en 19 ème siecle (suite)



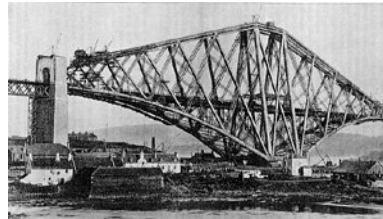
Menai, UK, 1826



Niagara, 1855, 250m



Brooklyn, 1883



Forth, Écosse, 1890

2006-08-16

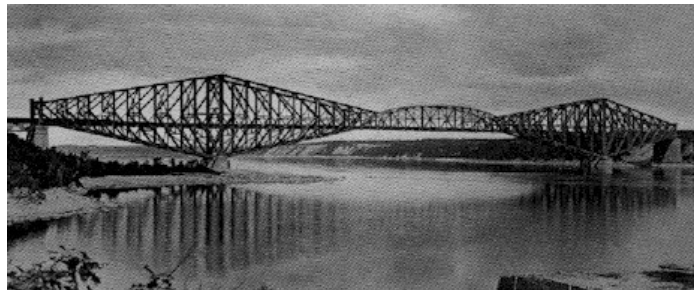
GCIV-5340 Introduction

31

Historique (suite...)

Désastres

Pont de Québec



2006-08-16

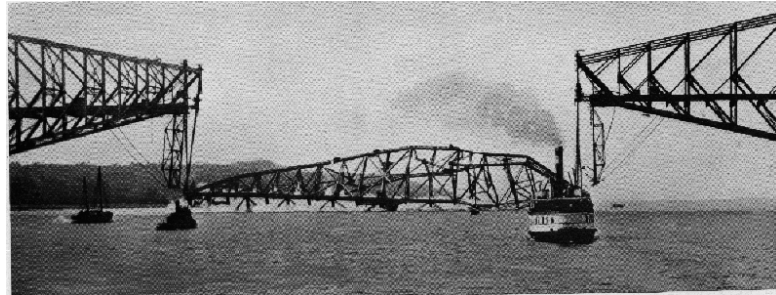
GCIV-5340 Introduction

32

Pont de Québec



- Premier effondrement 1907
- Deuxième effondrement 1916
- Complété en 1917, inauguré en 1919



2006-08-16

GCIV-5340 Introduction

33



Historique (suite...)

Désastres

Tacoma (7 nov. 1940)




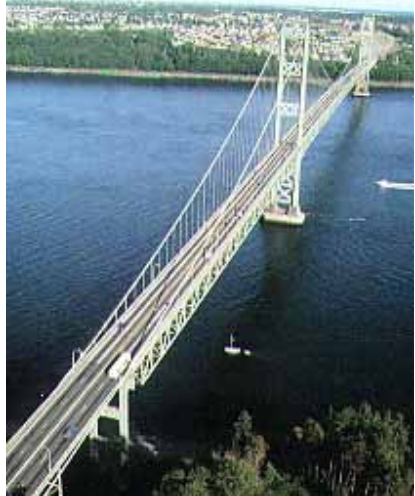
2006-08-16

GCIV-5340 Introduction

34



Nouveau pont du Tacoma Narrows ouvert à la circulation en octobre 1950



2006-08-16 GCIV-5340 Introduction 35

Historique (suite...)

Désastres dues aux séismes



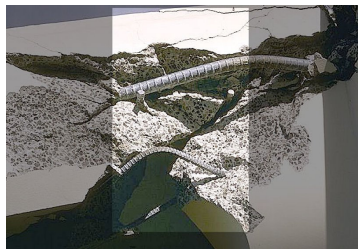
California 1994 Kobe 1995



2006-08-16 GCIV-5340 Introduction 36

Philosophie de conception

- Pas d'effondrement (sécurité)
- Bonne tenue en service



2006-08-16

GCIV-5340 Introduction

37

Définitions

- **Ruine**
État de rupture, de plastification ou de grandes déformations
- **États limites**
Conditions au-delà desquelles l'ouvrage ne peut remplir sa fonction
- **Sollicitations**
Charges appliquées, déformations imposées

2006-08-16

GCIV-5340 Introduction

38

Définitions



- **Coefficient de tenue**
Coefficient qui tient compte de la diversité des propriétés mécaniques et des dimensions des matériaux
- **Coefficient de pondération**
Coefficient qui tient compte de la variation des charges et de leurs simultanéité

2006-08-16

GCIV-5340 Introduction

39

Philosophie de conception



Le dimensionnement est basé sur les états limites suivants (article 3.4):

- État limite d'utilisation
- État limite de fatigue
- État limite ultime

2006-08-16

GCIV-5340 Introduction

40

États limites ultimes



- La conception doit permettre d'obtenir une résistance pondérée qui est toujours supérieure à l'effet de la charge pondérée totale.

2006-08-16

GCIV-5340 Introduction

41

États limites ultimes



Vérification de la résistance

$$\phi R_n \geq \sum_i \alpha_i Q_i$$

ϕ → Coefficient de tenue
 R_n → Résistance nominale
 α → Coefficient de pondération
 Q → Sollicitations

Les coefficients de pondérations sont calculés pour une probabilité de dépassement de 1% et une vie utile de 75 ans

2006-08-16

GCIV-5340 Introduction

42

États limites de fatigue



- Les éléments structuraux doivent satisfaire aux exigences visant les états limites de fatigue énoncées dans les chapitres pertinents du code pour toutes les combinaisons de charges à considérer. Par exemple, la résistance sous les charges répétées.

2006-08-16

GCIV-5340 Introduction

43

États limites d'utilisation



- Les éléments structuraux doivent satisfaire aux exigences visant les états limites d'utilisation énoncées dans les chapitres pertinents du code pour toutes les combinaisons de charges à considérer. Par exemple les contraintes, flèches (vibrations) et fissures.

2006-08-16

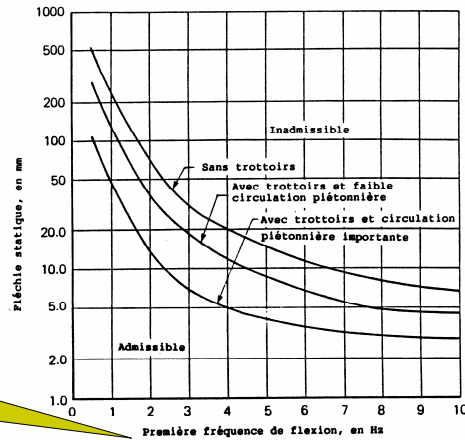
GCIV-5340 Introduction

44

État limite d'utilisation

Limites de flèche pour les vibrations de l'ossature des ponts routiers
Article 3.4.4

Il faut calculer la première fréquence de flexion



2006-08-16

GCIV-5340 Introduction

45

Fréquence naturelle – poutre simple

$$f_1 = \frac{\pi}{2L^2} \sqrt{\frac{EI}{m}}$$

f_1 – Première fréquence naturelle en Hz
 L – Travée en m
 EI – Rigidité N.m²
 m – masse linéique en kg/m

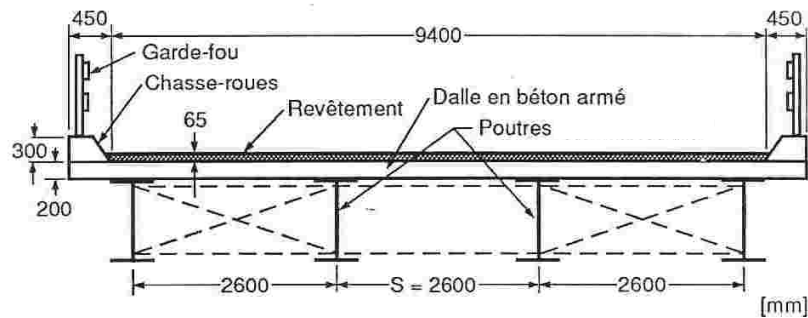
2006-08-16

GCIV-5340 Introduction

46

Exemple

Calculer f_1 , $L=54$ m, dalle non participante

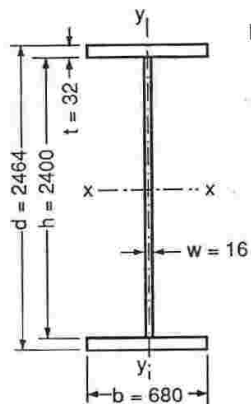


2006-08-16

GCIV-5340 Introduction

47

Exemple, suite



Propriétés géométriques de la section:

$$A_f = b t = 21\,760 \text{ mm}^2$$

$$A_w = h w = 38\,400 \text{ mm}^2$$

$$A = 2A_f + A_w = 81\,920 \text{ mm}^2$$

$$I_x = \frac{b d^3 - (b - w) h^3}{12} = 82\,787 \times 10^6 \text{ mm}^4$$

$$S_x = \frac{2I_x}{d} = 67\,197 \times 10^3 \text{ mm}^3$$

$$Q_{aile} = b t \left(\frac{h + t}{2} \right) = 26\,460 \times 10^3 \text{ mm}^3$$

[mm]

2006-08-16

GCIV-5340 Introduction

48

Exemple, suite



$$\gamma_{acier} = 77 \text{ kN} / \text{m}^3, E = 200 \text{ GPa}$$

$$w_0 = 77 \times 81.92 \times 10^{-3} = 6.31 \text{ kN} / \text{m}$$

$$EI = 200 \times 10^9 (82.787 \times 10^{-3}) = 16.56 \times 10^9 \text{ N.m}^2$$

2006-08-16

GCIV-5340 Introduction

49

Exemple, suite



Calcul de m

$$\text{dalle} \rightarrow (9.4 + 2 \times 0.45) 0.2 \times 24 = 49.44 \text{ kN} / \text{m}$$

$$\text{chasse - roues} \rightarrow 2(0.45 \times 0.30) 24 = 6.48 \text{ kN} / \text{m}$$

$$\text{garde - fous} \rightarrow 2 \times 1.5 = 3.0 \text{ kN} / \text{m}$$

$$\text{revêtement} \rightarrow 9.4 \times 0.065 \times 22 = 13.44 \text{ kN} / \text{m}$$

$$\text{poutres} \rightarrow 4 \times 6.31 = 25.24 \text{ kN} / \text{m}$$

$$\text{TOTAL pour 4 poutres} = 97.6 \text{ kN} / \text{m}$$

2006-08-16

GCIV-5340 Introduction

50



Exemple, suite

$$f_1 = \frac{\pi}{2L^2} \sqrt{\frac{EI}{m}}$$

$$m = \frac{97.6}{4} \times \frac{1000}{9.81} = 2487 \text{ kg / m / poutre}$$

$$f_1 = \frac{\pi}{2 \times 54^2} \sqrt{\frac{16.56 \times 10^9}{2487}} = 1.39 \text{ Hz}$$