

# Pont de la petite rivière Natashquan

Stéphane Thérout, ing. M. Ing.  
Hanson Tuyaux et préfabriqués Québec



# Plan de la présentation

Mise en contexte

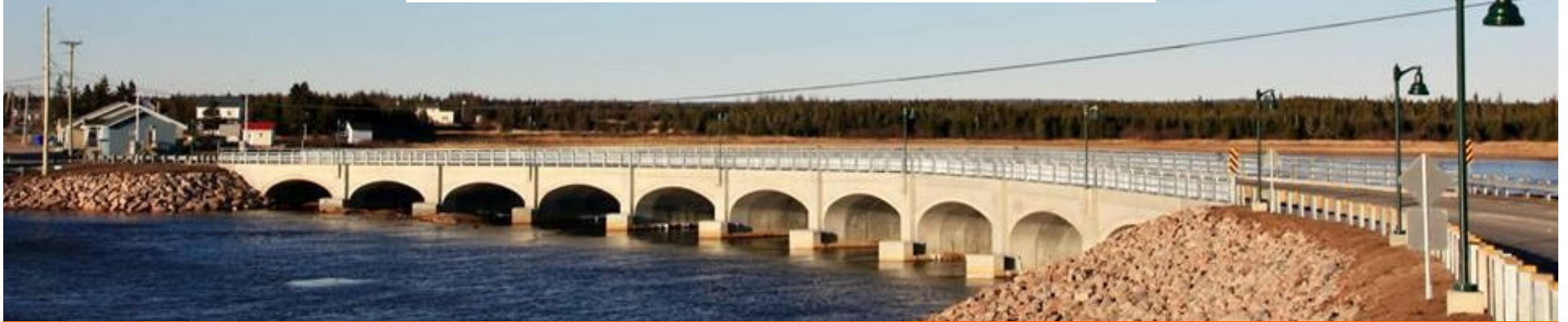
Particularités – Conception

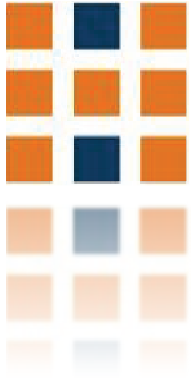
Particularités – Fabrication

Volet préfabrication

Réalisation en chantier

Conclusion





# Mise en contexte

## Intervenants du projet

DT : La Direction de la Côte-Nord du MTQ

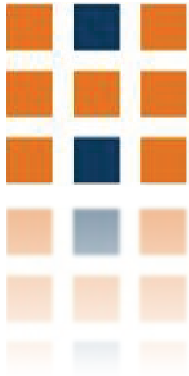
Ingénierie : Axor Experts-Conseils -Partie structurale et voirie, Roche – conception et support de la conduite d'aqueduc.

Surveillance : Cima+

Entrepreneur : Inter-Cité Construction

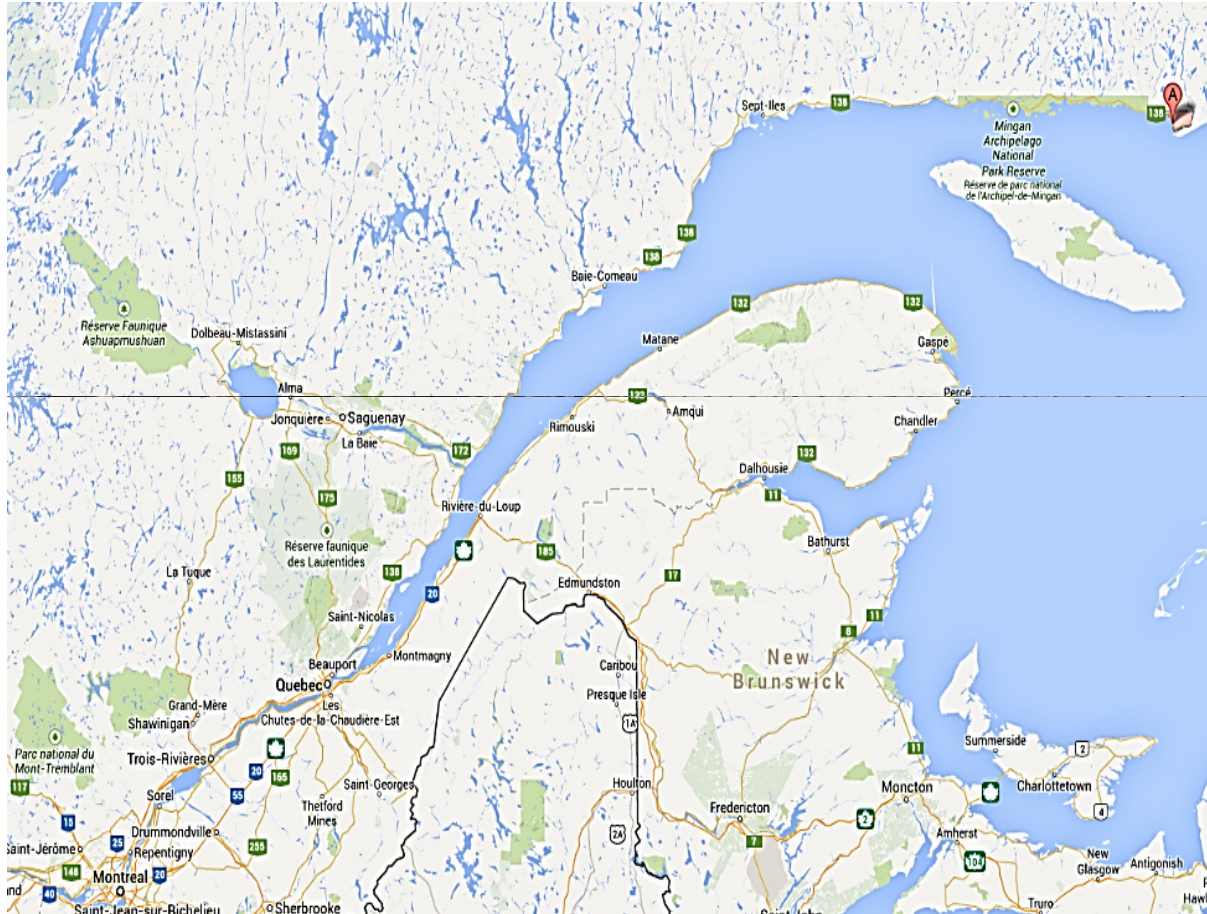
Fabricant : Hanson Tuyaux et Préfabriqués Québec





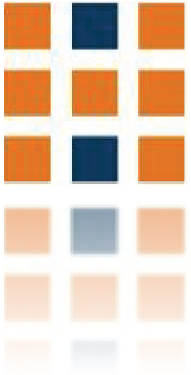
# Mise en contexte

Pont existant acier-bois à remplacer



Côte-Nord  
Route 138  
Limitations des  
charges  
Circulation





## Mise en contexte

Pont existant acier-bois à remplacer

Pont acier bois sur piles en caisson de bois

Limitation au niveau des charges mobiles

Une seule voie de circulation

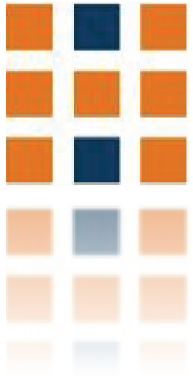
Axor a retenu un pont à voûtes de 10 travées unique au Québec.

Nouveau pont

→ Une voie dans chaque direction

→ Amélioration de la fluidité de la circulation

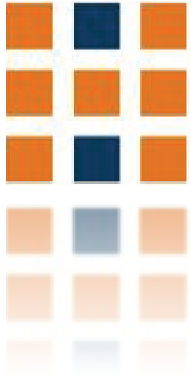




# Mise en contexte

Pont existant acier-bois à remplacer





# Mise en contexte

Contraintes du projet :

Intégration au paysage

Esthétisme

→ Pont à 10 travées arquées préfabriquées

→ Motif architectural dans le béton

Conformité aux normes

→ CSA S6-06

→ CSA A23.4

→ Exigences MTQ

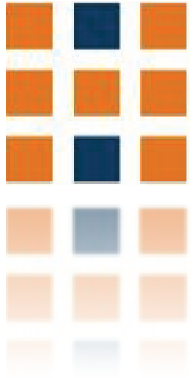
Topographie et agencement du pont

→ Profil longitudinal et devers

Glaces et milieu marin

Voie maritime à préserver





## Particularités - Conception

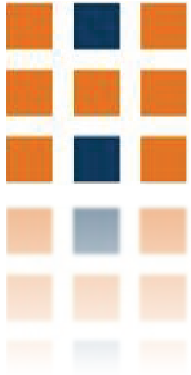
### Tracé et maintien de la circulation

- Construction d'un nouveau pont en maintenant la circulation sur l'ancien
- Portée possible des travaux restreinte par le milieu bâti (commercial, patrimonial).
- Configuration du cours d'eau. Impossible de déplacer le pont en aval. Amont augmentation de la portée du pont.
- Pont avec une portion courbe et une portion rectiligne









# Particularités - Conception

## Topographie

→ Approche ouest: niveau 3.0 m

→ Approche est: niveau 5.5 m

Solution : pont avec pente longitudinale

## Fondation et sol en place

→ Profil du roc plonge du côté est

Solution : Côté ouest : excavation dans le roc pour y asseoir les semelles À l'est, on a fait des excavations de deuxième classe pour bâtir sur le roc

## Environnement

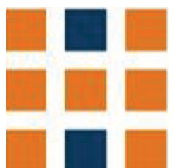
→ Exigences spécifiques pour la LMHM (GM) et la LMHM (MM)

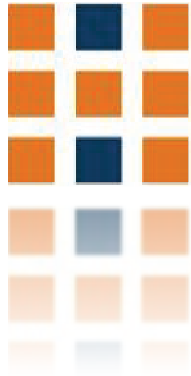
## Glaces et milieu marin

→ Protection contre les glaces qui se déplacent dans les deux sens à cause des marées. Brise-glaces blindés amont-aval.

→ Portées des arches pour prévenir les embâcles

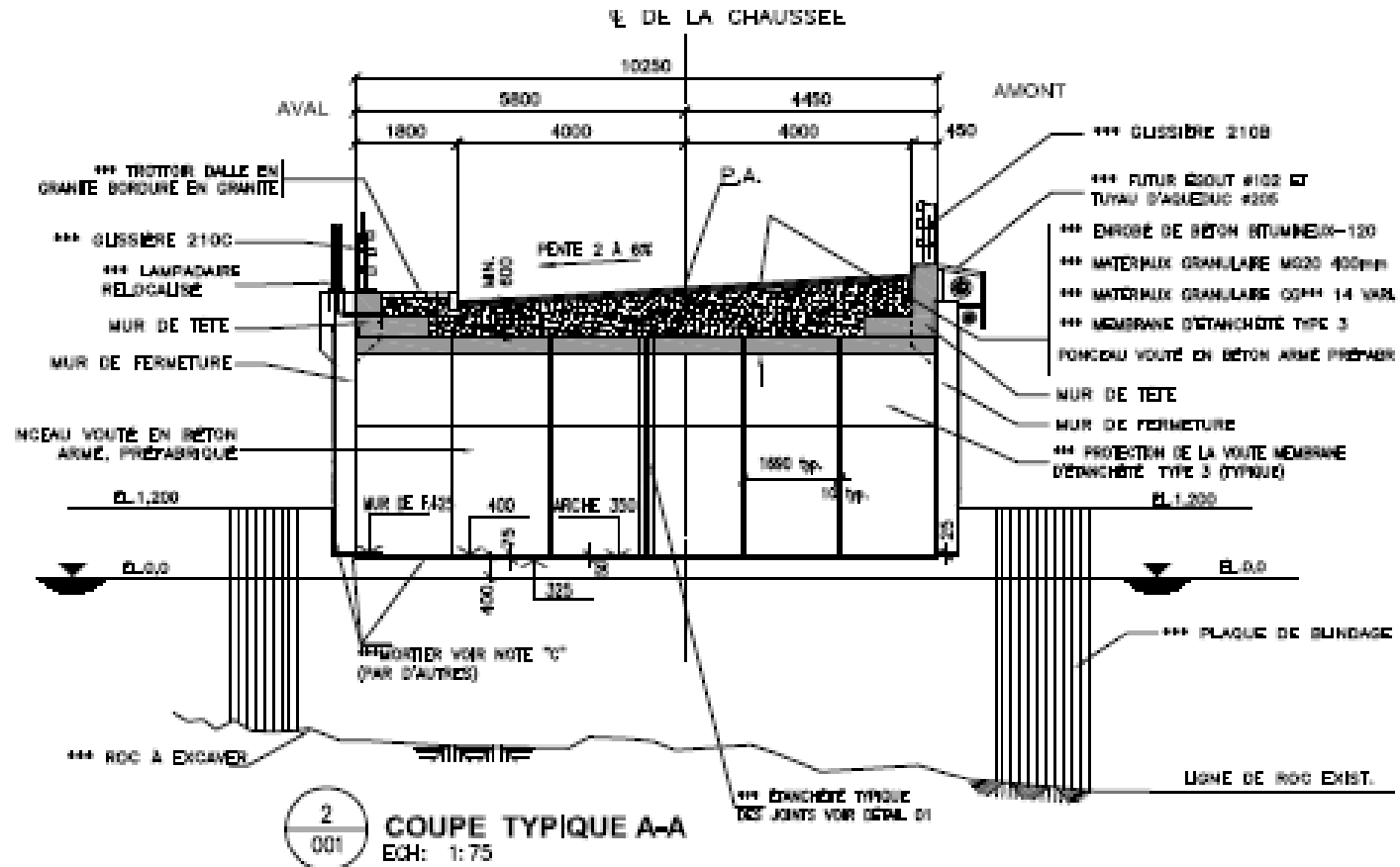
→ Dégagement vertical pour permettre le passage de petites embarcations.





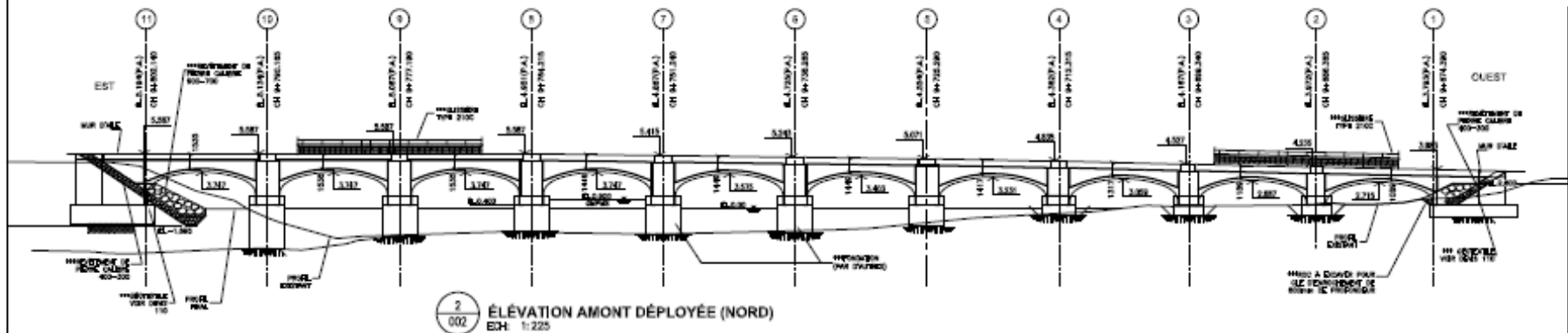
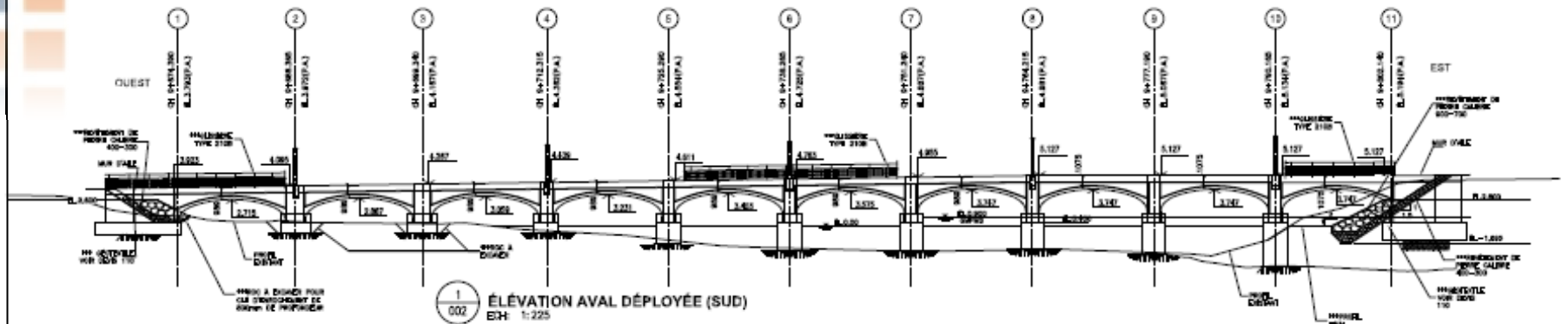
# Particularités - Conception

→ Devers horizontal variable de 2% à 6%



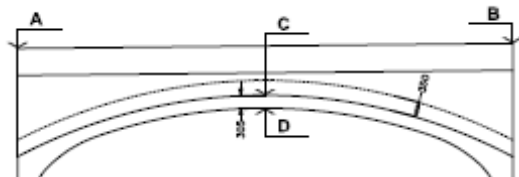
# Particularités - Conception

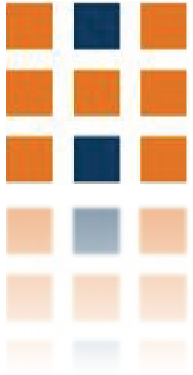
→ Niveau du roc variable et navigation à maintenir



\*\*\* POUR DÉTAILS DE SOUS FONDATION  
VOIR PLANS AVEC ÉCRISSEMENTS EN IMA  
PO-2010-01-11732 EMS POUR SOUS-ÉCRISSE EN LE 20110401.

\*\*\* PAR D'AUTRES





## Particularités - Fabrication

Système d'arches homologuées Con/Span

Évaluation des charges selon CSA S6 et MTQ

Environnement marin

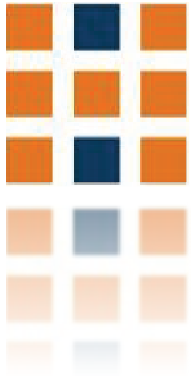
Devers horizontaux et pentes longitudinales variables

Préfabrication selon CSA A23.4 et MTQ

Murs

Aspects architecturaux





# Particularités - Fabrication

## Système d'arches homologuées Con/Span

[https://www.mtq.gouv.qc.ca/portal/page/portal/Librairie/Publications/fr/centre\\_affaire/contrats/documents\\_contractuels/P-002.pdf](https://www.mtq.gouv.qc.ca/portal/page/portal/Librairie/Publications/fr/centre_affaire/contrats/documents_contractuels/P-002.pdf)

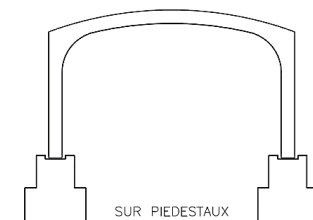
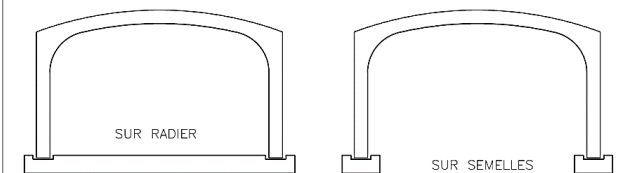
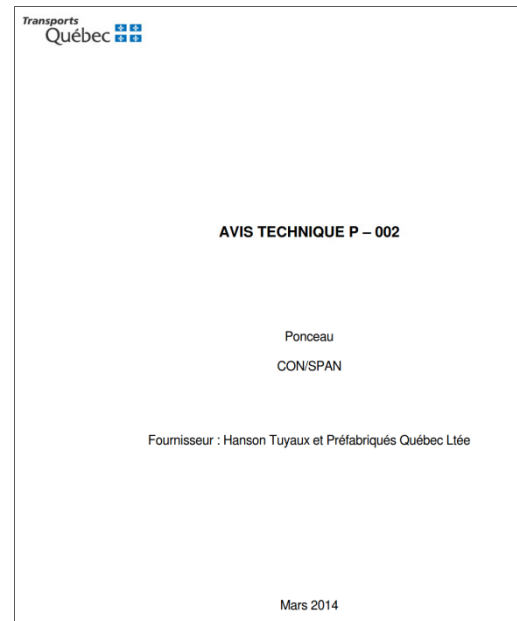
60 arches de type Con/Span de 10975mm de portée.

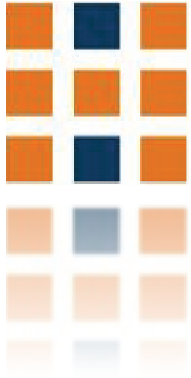
Hauteur de dégagement minimum variant de 2300mm à 3400mm.

20 murs de tête variant de 600mm à 2700mm de haut

18 murs de fermeture

4 murs d'aile de type Con/Span



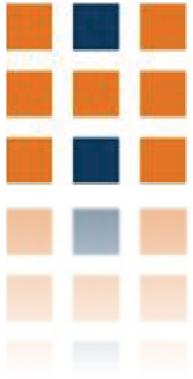


## Particularités - Fabrication

### Évaluation des charges selon CSA S6 et MTQ

- Charge centrifuge pour pont courbe :  $v^2/127r$  appliquée horizontalement au pont et ajout du débalancement de la charge de roues
- Charge mobile sur les arches CL-625
- Charge de remblai
- Poussée horizontale du remblai
- Charge provenant de l'approche d'un camion
- Charge de glace
- Charge d'impact sur les murs de tête
- Charge sismique (zone=0,05)
- Conduite de refoulement et aqueduc en fonte d'un côté du pont.

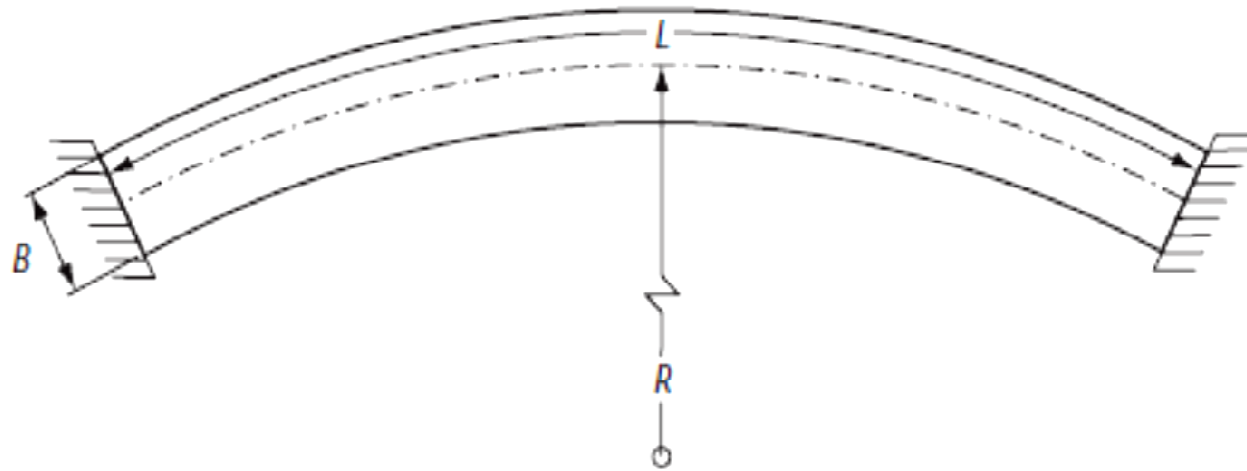




## Particularités - Fabrication

Évaluation des charges selon CSA S6 et MTQ

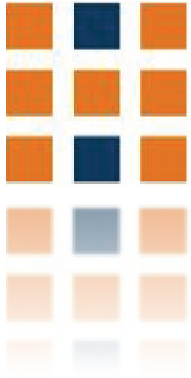
Force centrifuge causée par la courbure du pont



**Figure A5.1.2**  
**Bridges curved in plan**  
(See Clause A5.1.3.2.)







## Particularités - Fabrication

### Évaluation des charges selon CSA S6 et MTQ

Les combinaisons de charges à considérer sont celles du chapitre 7 de la norme CSA S6-06, Structure sous remblai. En tant que fabricant, on doit tenter d'optimiser les pièces à produire afin d'avoir le plus de pièces identiques à fabriquer.

Les autres étapes de conception sont:

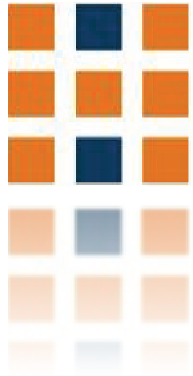
- Conception des arches

- Conception des murs de tête

- Conception des murs de fermeture

- Conception des murs d'aile



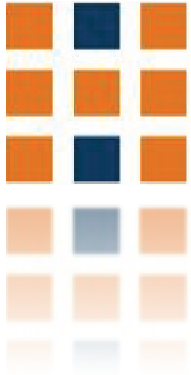


## Particularités - Fabrication

### Positionnement de l'armature dans les moules

L'utilisation de treillis structural, dont la limite élastique est de  $f_y=485\text{MPa}$  permet de réduire les aires d'acier requises par rapport à l'utilisation de barres d'armature standard dont le  $f_y=400\text{MPa}$





## Particularités - Fabrication

Environnement marin

Mélange de béton de type V-P, de la norme 3101 du MTQ

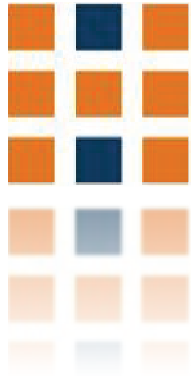
Augmentation du recouvrement de béton sur les armatures à 75mm

Armature galvanisée dans les murs de tête, murs de fermeture et murs d'aile en supplément du recouvrement de 75mm

Cure accélérée suivit d'une cure humide de 7 jours( classe d'exposition C-XL, CSA A23.1)

C-XL : Exposition aux chlorures, aux cycles gel-dégel, aux marées





# Particularités - Fabrication

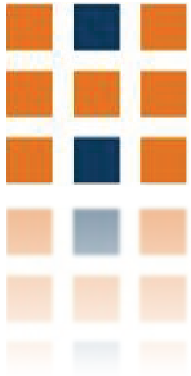
Environnement marin

Exigences CSA A23.1 pour la d'exposition C-XL

---

Class of exposure*	Maximum water-to-cementing materials ratio†	Minimum specified compressive strength (MPa) and age (d) at test†	Air content category as per Table 4	Curing type (see Table 20)			Chloride ion penetrability requirements and age at test‡
				Normal concrete	HVSCM 1	HVSCM 2	
C-XL	0.40	50 within 56 d	1 or 2§	3	3	3	< 1000 coulombs within 56 d
C-1 or A-1	0.40	35 at 28 d	1 or 2§	2	3	2	< 1500 coulombs within 56 d





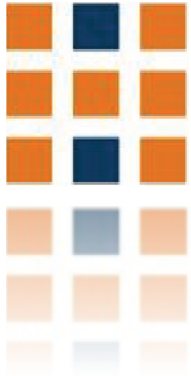
## Particularités - Fabrication

Devers horizontaux et pentes longitudinales variables  
Utilisation de la technique «match-cast»

Moulage des murs de tête coulés à même l'arche déjà fabriquée pour plus de précision lors de l'assemblage des éléments en chantier.

Chaque section de mur de tête a son arche.





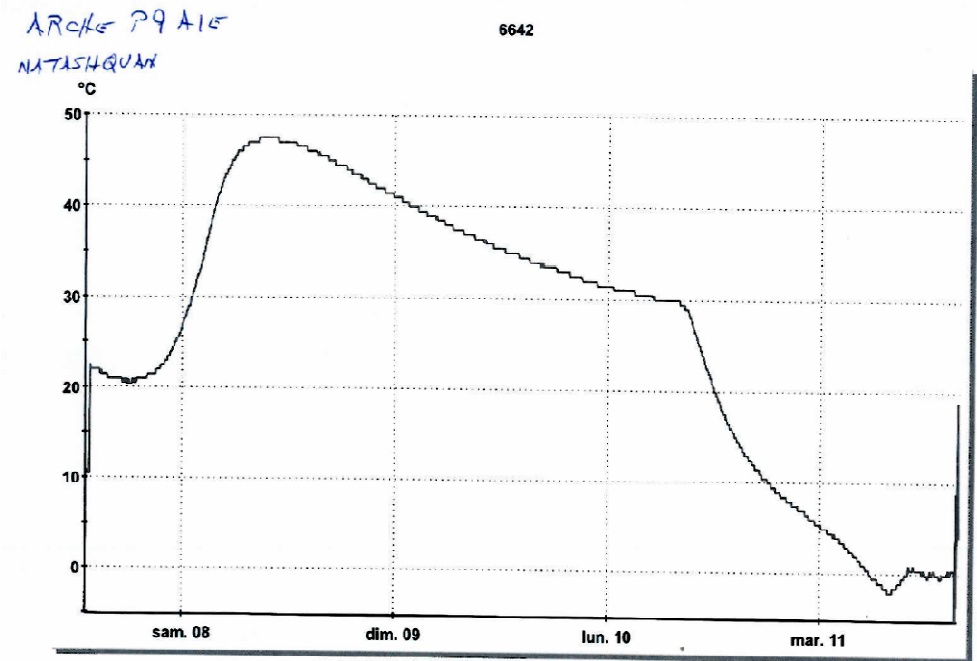
# Particularités - Fabrication

## Préfabrication selon CSA A23.4 et MTQ

Cycle de cure accélérée selon la CSA A23.4 avec instrumentation de maturométrie pour suivi en continu de la température à l'intérieur de chaque élément.

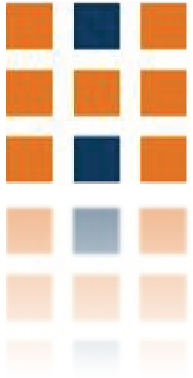
De plus, la cure est effectuée jusqu'à ce que la résistance en compression du béton à 28 jours soit atteinte, soit 35 MPa, selon les exigences du ministère + cure humide 7 jours des éléments.

Cylindres témoins qui suivent la pièce montrent  $f'_c > 50 \text{ Mpa}$  28 jours



From:- 07 December 2012 13:11:38 To:- 11 December 2012 15:26:38





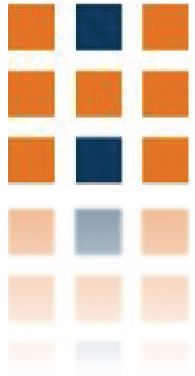
# Particularités - Fabrication

Murs

Pente longitudinale

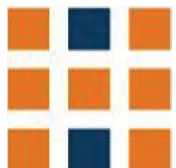
Devers horizontal variable



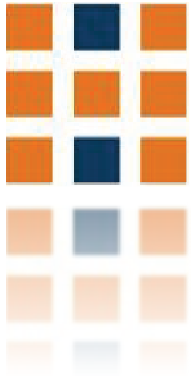


# Particularités - Fabrication

Murs – espacement pour murs de fermeture



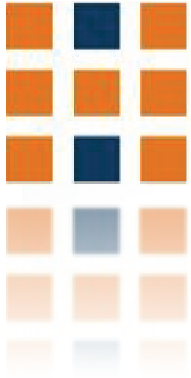




# Particularités - Fabrication

Murs de fermeture installés

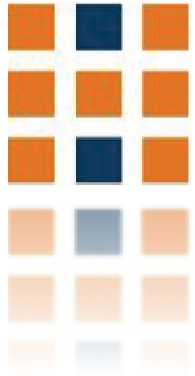




## Particularités - Fabrication

Aspects architecturaux – Motif de pierres naturelles appliqué lors du moulage



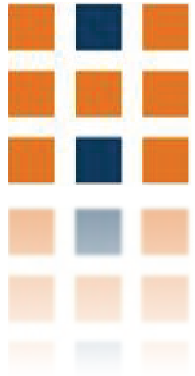


# Réalisation en chantier

Travaux échelonnés sur deux saisons

Batardeau et  
empierrement  
pour le bétonnage  
de la pile 5



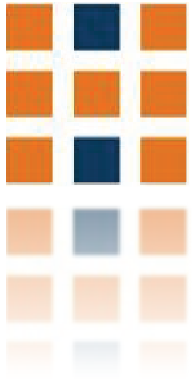


# Réalisation en chantier

Travaux échelonnés sur deux saisons

Mise en place  
d'une arche





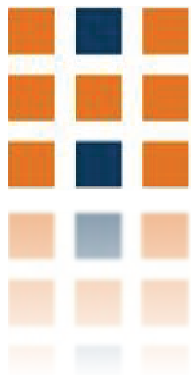
# Réalisation en chantier

Travaux échelonnés sur deux saisons

Vue de la  
courbure du pont

Étanchéisation  
des joints

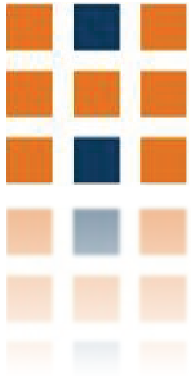




# Réalisation en chantier

Pont complété

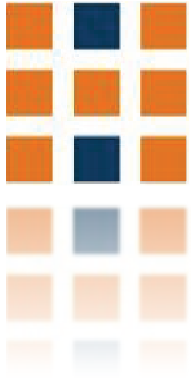




# Réalisation en chantier

Pont complété





## Conclusion

### Du point de vue de la conception

- Milieu marin, présence de glaces et de marées
- Tracé et maintien de la circulation tout au long des travaux
- Fondation et sol en place
- Environnement
- Circulation maritime sous une partie du pont

### Du point de vue fabrication

Premier pont multitravées de cette envergure au Québec

Durabilité de l'ouvrage en milieu marin

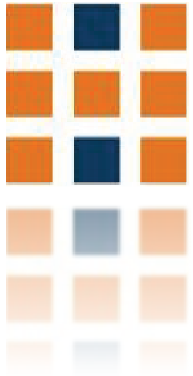
Offrir une solution préfabriquée complète

Configuration du pont

Esthétisme de l'ouvrage d'art







# Conclusion

## Remerciements

- La Direction de la Côte-Nord du MTQ
- Elias Chehine de Axor Experts-Conseils

Merci!

