

Y A-T-IL UN AVENIR POUR L'ALUMINIUM DANS LES OUVRAGES D'ART AU QUÉBEC ET AU CANADA?



par

Denis Beaulieu, Ph.D., Ing., consultant

Jacques Internoscia, B.Sc., MBA, AAC

Martin Hartlieb, AluQuébec

RÉPONSE:

OUI!

Quel que soit le prix du marché
de l'aluminium!

POURQUOI?

- Parce qu'il y a de nombreux avantages à utiliser l'aluminium dans les ponts et passerelles en milieu nordique
- À cause des propriétés de l'aluminium
- À cause des avancées technologiques
- Parce que d'autres groupes et pays sont déjà sur la piste et que, si nous tardons trop, nous risquons de perdre notre avantage compétitif

IL Y A TOUTEFOIS DES PRÉREQUIS

L'utilisation **courante** de l'aluminium dans la construction de ponts neufs ou dans la réhabilitation de ponts existants ne se fera que lorsque nous aurons sérieusement décidé de remplir certaines conditions

CONTENU DE LA PRÉSENTATION

- Propriétés avantageuses de l'aluminium
- L'aluminium en région froide
- Défis de l'aluminium
- L'expérience suédoise
- L'expérience hollandaise
- L'expérience française et italienne
- L'expérience américaine
- L'expérience canadienne
- Les prérequis

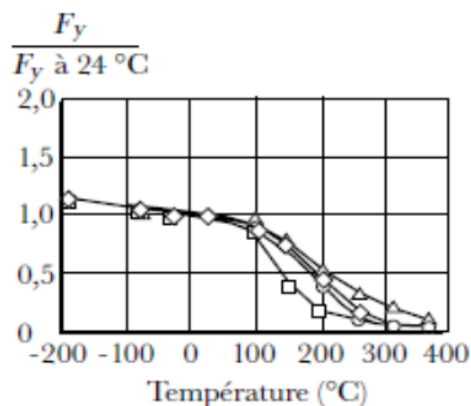
Propriétés avantageuses de l'aluminium pour les ouvrages d'art

- À la fois léger et résistant
- Résistant à la corrosion
- Facile à fabriquer
- Très ductile et très résilient
- Toutes ses propriétés augmentent au froid
- Recyclable à l'infini
- Peut être facilement extrudé
- Facilement soudable par friction-malaxage

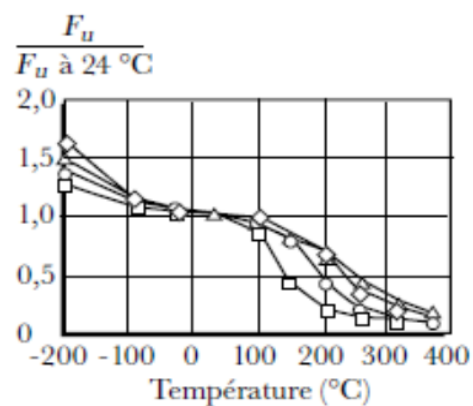
L'aluminium en région froide

- Les composantes peuvent être préfabriquées en atelier et facilement transportées sur le site de montage, en raison de leur légèreté
- Matériau idéal pour une construction accélérée des ponts
- L'aluminium n'est pas fragile à basse ou à très basse température
- Les alliages utilisés dans les ouvrages d'art n'ont pas besoin d'être peints et nécessitent généralement un minimum d'entretien
- Etc.

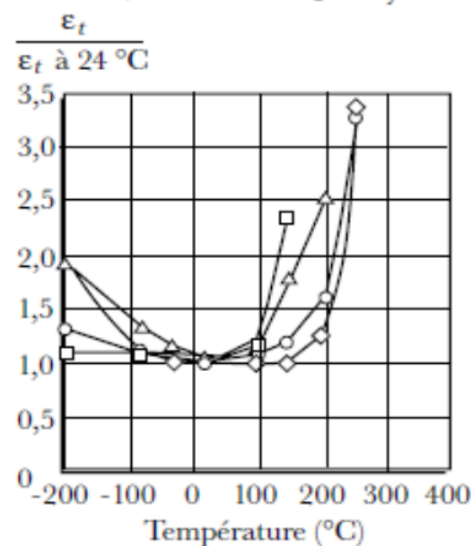
Influence de la température



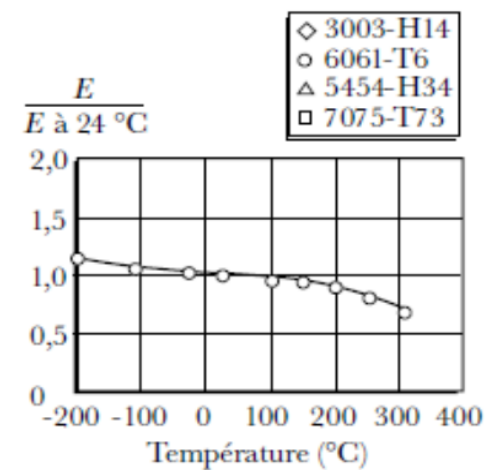
a) Limite élastique, F_y



b) Contrainte de rupture, F_u



c) Déformation, ϵ_t



d) Module d'élasticité, E

Défis de l'aluminium

Prix de base élevé

- On rejette une proposition impliquant l'aluminium parce que le coût de construction est plus élevé que celui impliquant un matériau « concurrent »

La solution

- Tenir compte du coût total de possession de l'ouvrage
- Reconnaître tous les avantages de l'aluminium: l'aluminium québécois est le plus vert qui soit; il est recyclable à l'infinie; il requiert peu d'entretien; etc.

Défis de l'aluminium

Propriétés mécaniques réduites par le soudage

- La résistance mécanique (F_y , F_u) de certains alliages d'aluminium peut être fortement réduite dans les zones affectées thermiquement par le soudage

La solution

- Réduire l'usage de la soudure par fusion en favorisant les attaches mécaniques
- Souder dans les zones où les contraintes sont faibles
- Faire un bon usage des extrusions et, de préférence, utiliser de grosses extrusions (voir sites de Bayards, SAPA, Alcoa, Constellium, etc.)
- Favoriser au maximum le soudage par friction-malaxage (soudure avec peu de défauts et une perte de résistance minimale)

Défis de l'aluminium

L'aluminium est sensible à la fatigue

- « Parce que l'aluminium est plus ductile ou déformable que l'acier, il est plus sensible à la fatigue »

La solution

- C'est essentiellement faux!
- La résistance à la fatigue de l'aluminium se calcule comme celle de l'acier. Il suffit de bien évaluer les charges, de faire attention aux détails et aux concentrations de contraintes, et de fournir des soudures de qualité
- Une fois de plus, faire usage de profilés extrudés bien conçus, favoriser les grosses extrusions et les assemblages mécaniques, et utiliser au maximum le soudage par friction-malaxage

Défis de l'aluminium

L'aluminium est sensible à la corrosion galvanique

- En présence de l'acier et du béton armé, l'aluminium corrode par réaction galvanique

La solution

- Le phénomène est maintenant bien connu et il existe une panoplie de moyens pour éviter la corrosion galvanique de l'aluminium
- Il ne faut pas hésiter à consulter les spécialistes, au besoin

Défis de l'aluminium

L'aluminium est un matériau méconnu

- L'aluminium structural n'est pas souvent utilisé, voire même considéré dans les ouvrages d'art ou autres structures

La solution

- L'industrie de l'aluminium et les gouvernements doivent unir leurs efforts pour convaincre les programmes d'ingénierie universitaires et collégiaux d'inclure au moins un cours sur l'aluminium structural dans leurs programmes de formation
- Un chapitre du code canadien des ponts S6-14 couvre maintenant les structures d'aluminium. Il ne manque plus qu'un logiciel de calcul adapté
- Offrir davantage de cours de formation continue aux ingénieurs et techniciens de la pratique (AAC, CQRDA, AluQuébec, RIQ, SCGC, etc.)

Défis de l'aluminium

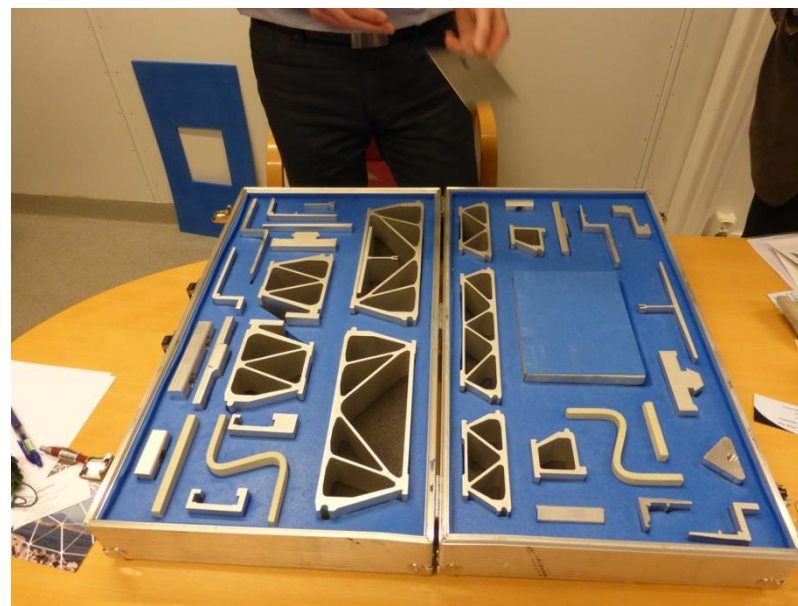
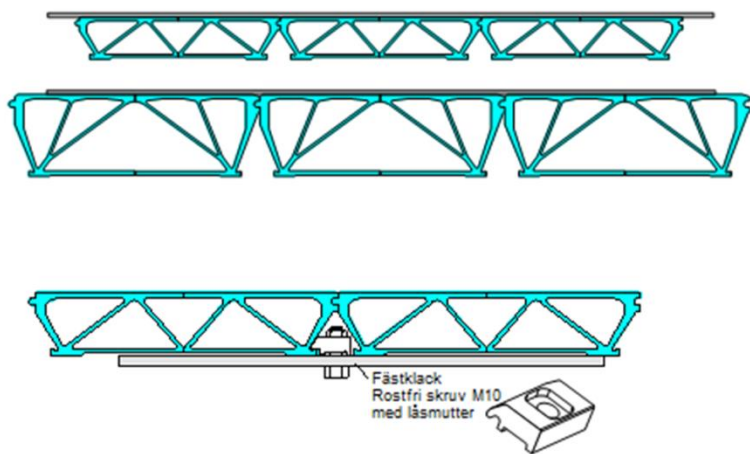
Les produits et alliages ne sont pas toujours disponibles ou facilement accessibles

La solution

- Plus la demande sera forte, plus les produits seront disponibles ou facilement accessibles
- Il faudra à court et à moyen terme se donner les moyens d'avoir facilement accès à des produits extrudés de plus grandes dimensions et à des machines pouvant souder **de façon industrielle** de grands panneaux ou des profilés structuraux par friction-malaxage

L'expérience suédoise

Plus de 70 tabliers de ponts en béton ou en platelage de bois ont été remplacés par le tablier de SAPA depuis 1988.



L'expérience suédoise



SBS Bridge Decking System Mounting alternative



DEUX TYPES DE REVÊTEMENT

- 10 mm d'épaisseur (environ 22 kg/m²)
 - Surface acrylique 8-9 mm
 - Couche de scellement de 1-2 mm en polyuréthane
 - Couche d'apprêt
 - Surface traitée au jet de sable
- 30 mm d'épaisseur (environ 72 kg/m²)
 - Asphalte coulé (*mastic asphalt*) 25 mm
 - Couche de scellement de 5 mm
 - Couche d'apprêt
 - Surface traitée au jet de sable

L'expérience suédoise

- Le revêtement a tendance à fissurer transversalement le long des joints au fil des ans, mais la membrane reste imperméable, puisque les tabliers et les superstructures que nous avons observés étaient tous en bon état
- On élimine ce défaut, en soudant les éléments du tablier par friction-malaxage pour former des diaphragmes rigides; les américains et les hollandais le font déjà
- On a la conviction que les suédois vont bientôt emboîter le pas puisque SAPA de Finspang, en Suède, possède déjà l'expertise, les meilleurs équipement de soudage qui soient et qu'on y soude des tabliers et panneaux pour plusieurs autres types d'applications

L'expérience suédoise

Exemple : le pont de Töttnas en Suède (1989)

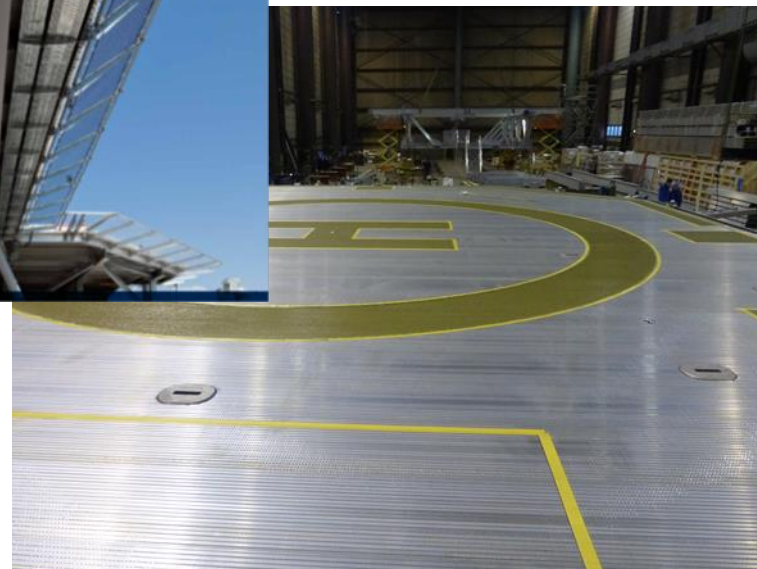


L'expérience suédoise

Tous les ponts à ce jour sont sur des routes secondaires et plusieurs sont des ponts mobiles

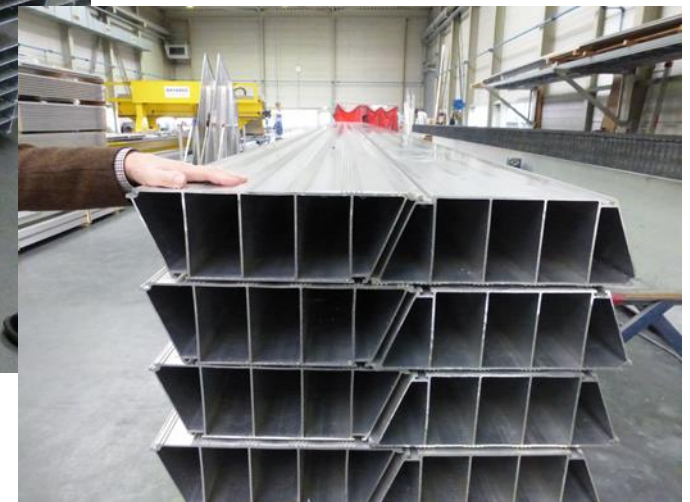


L'expérience hollandaise: Bayards



L'expérience hollandaise

Soudage par friction-malaxage de grands panneaux



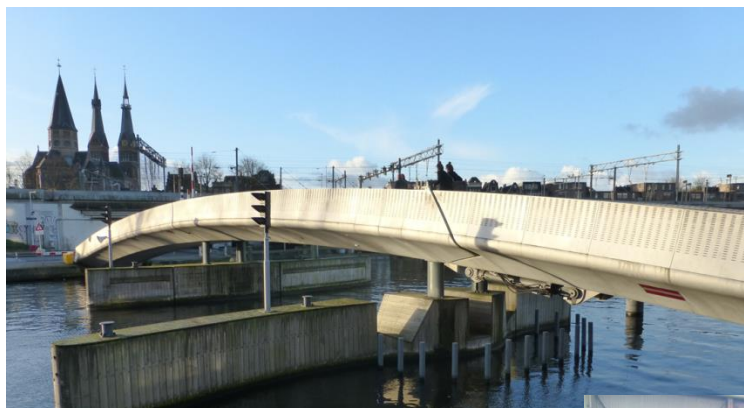
L'expérience hollandaise

Soudage de profilés extrudés par friction-malaxage et soudage par fusion de haute qualité



L'expérience hollandaise

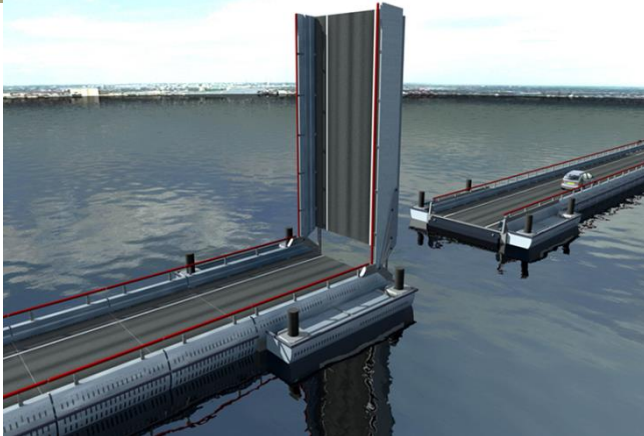
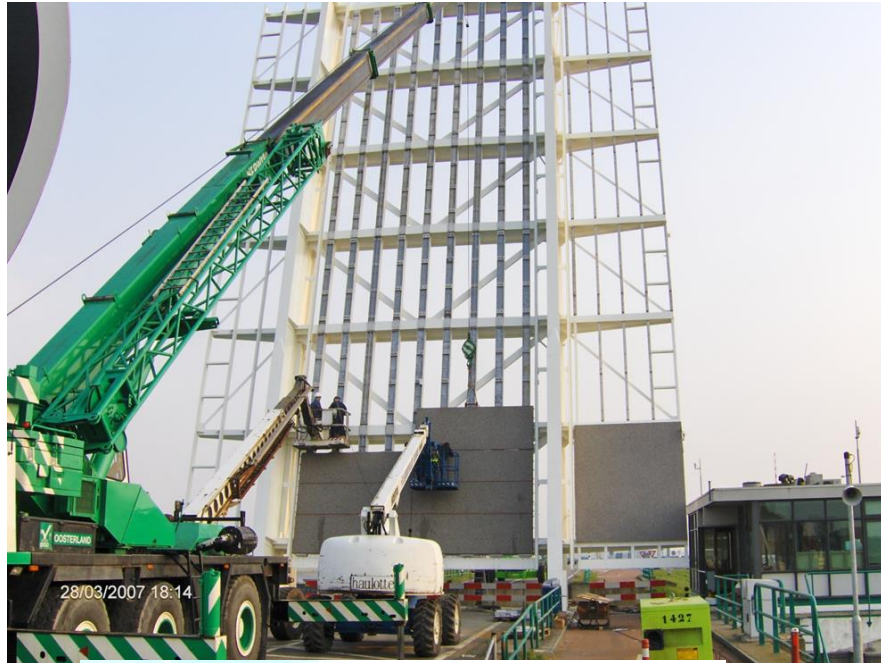
Des architectes sont impliqués dans la conception des ponts et passerelles fabriqués et construits par Bayards



ALU dek Haringvliet

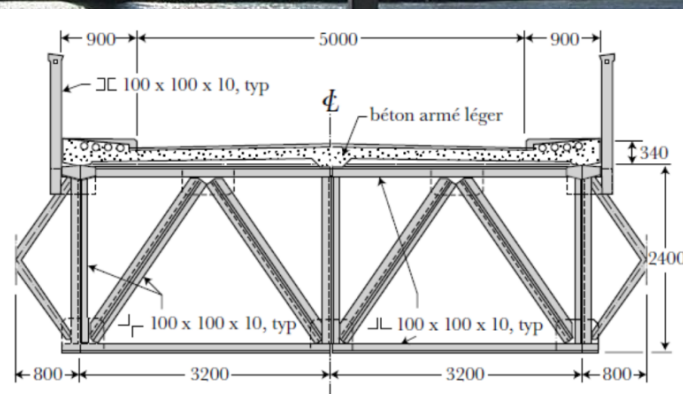


L'expérience hollandaise



L'expérience française et italienne

Réhabilitation de ponts suspendus par Federico Mazzolani – Pont de Groslée, France



Notes : • Boulons d'alliage 7075-T73

• Connecteurs pliés

L'expérience française et italienne

Pont de Trévoux, France



L'expérience française et italienne

Pont de Montmerle, France



L'expérience américaine

- Plusieurs tabliers de ponts ont été remplacés par des tabliers en aluminium aux États-Unis dans les années 60, lorsque le prix de l'aluminium concurrençait celui de l'acier
- AlumaBridge et SAPA viennent de développer des tabliers d'aluminium standards de 130 mm (5 po) et de 200 mm (8 po) soudés par friction-malaxage pour la réhabilitation de ponts existants ou pour la construction de ponts neufs

L'expérience américaine

Soudage par friction-malaxage du tablier standard de 130 mm aux États -Unis



L'expérience américaine

Tablier de 200 mm du pont de St-Ambroise fabriqué aux USA et livré sur le site au Saguenay; le revêtement sera installé au chantier



L'expérience américaine

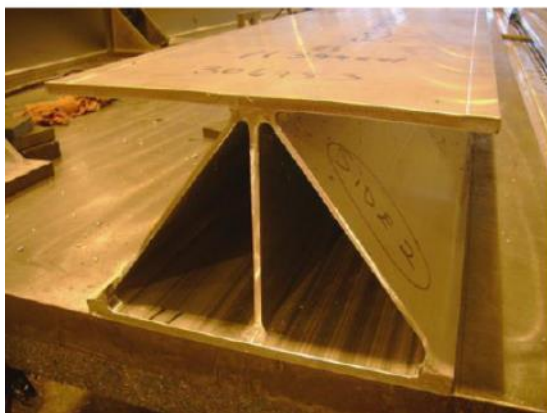
Les tabliers de grillage métallique de très nombreux ponts mobiles en Floride et ailleurs aux États Unis seront remplacés par le tablier de 130 mm dans les années qui viennent



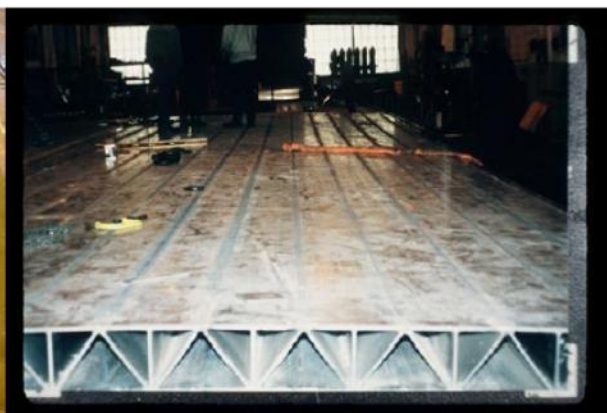
L'expérience américaine

Nouvelle façon de faire

Extrusion



Soudage



Livraison



L'expérience américaine

Possibilité de construction mixte - *Little Buffalo Creek Bridge, Virginie*



L'expérience américaine

Little Buffalo Creek Bridge



L'expérience canadienne

Documents de référence sur les ponts et passerelles en aluminium

- Une mine d'information sur le potentiel d'utilisation de l'aluminium dans les ponts routiers peut être trouvée dans les documents suivants, disponibles sur le site de l'Association de l'Aluminium du Canada
- <http://ledialoguesurlaluminium.com/publications-de-laac/m%C3%A9moires-%C3%A9tudes>):
 - **Étude de marché sur les possibilités de l'aluminium dans les ponts routiers**, par Viami International Inc. et The Technology Strategies Group
 - **Possibilités d'utilisation de l'aluminium dans la construction de ponts routiers et de viaducs**, par Scott Walbridge (Université de Waterloo) et Alexandre de la Chevrotière (MAADI Group)

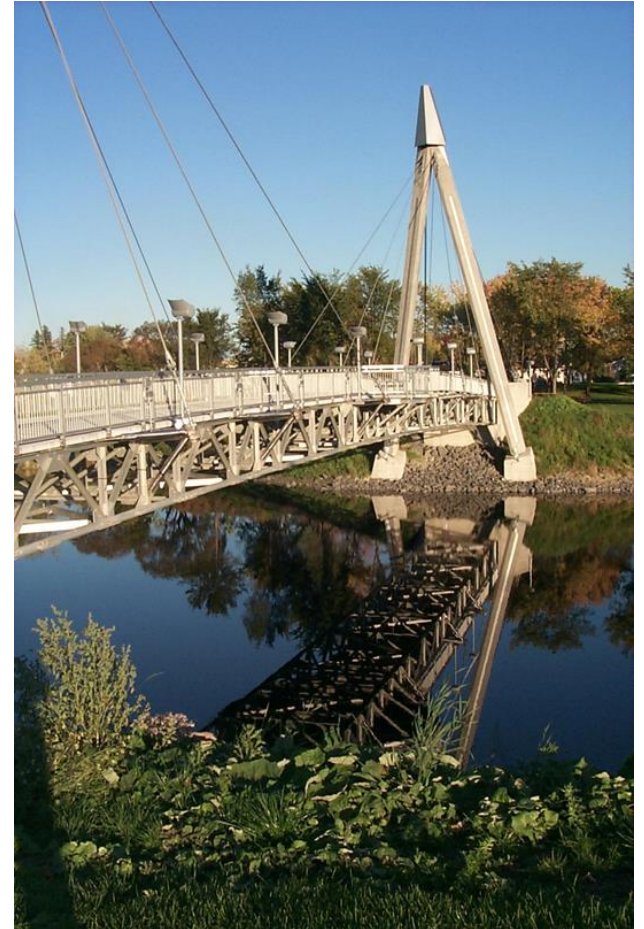
L'expérience canadienne

Le Pont d'Arvida construit en 1950



L'expérience canadienne

Passerelle de la Rivière-aux-Sables, Saguenay (BPR)



L'expérience canadienne

Passerelle de Remac à Chandler, Gaspésie — la plus longue au monde; 142 m; travée de 63 m



L'expérience canadienne

Passerelles piétonnières de Maadi Group



Les prérequis

- Il faut une volonté gouvernementale (aux niveaux fédéral, provincial et municipal) à utiliser l'aluminium dans les ouvrages d'art
- Considérer le coût total de possession des ouvrages d'art
- Se concentrer sur le remplacement de tabliers par des tabliers d'aluminium dans un premier temps
- Choisir l'aluminium pour la construction de passerelles piétonnières et cyclables
- Se doter d'une presse à extrusion de grand gabarit
- Se doter d'une machine à souder par friction-malaxage **de type industriel** avec un plateau permettant la fabrication de panneaux de grandes dimensions et de profilés de construction

MERCI!



Partenaires financiers

