

Possibilités d'utilisation de l'aluminium dans la construction de ponts routiers et de viaducs

Scott Walbridge (Université de Waterloo) et Alexandre de la Chevrotière (MAADI Group)

Illustrations : Benoit Vézina (MAADI Group), collaboration à la traduction : Vincent Fischer (ÉPFL)

Sommaire

Préparé pour

association
de l'aluminium
du canada



1010, rue Sherbrooke Ouest
Bureau 1600, Montréal (Québec)
H3A 2R7
Canada



Design et Ingénierie de l'Aluminium

400, Rue Montfort, Bureau 200, Montréal, QC, Canada H3C 4J9

Juin 2012 - R1

1 - Introduction

Les Ministères des Transports à travers l'Amérique du Nord sont actuellement confrontés à des coûts importants de maintenance de première urgence du parc actuel de ponts, comme le démontrent plusieurs rapports apparus récemment [A1, A2, B1-B3]. Les rapports publiés aux États-Unis estiment à 140 milliards de dollars le coût de modernisation du parc de 600 000 ponts des États-Unis. On considère qu'environ 25 % de ces ponts ne sont « pas conforme d'un point de vue structurel » ou qu'ils « ne remplissent plus leurs fonctions » [B1]. En 2007, la valeur totale des ponts et routes au Canada était estimée à 23,9 milliards de dollars et 170,1 milliards de dollars respectivement [B2]. En 2005, le coût de modernisation et de renouvellement des ponts et routes en milieu urbain au Canada a été estimé à 66 milliards de dollars [B3]. De récents effondrements de ponts ont attiré l'attention de la population sur ce problème de coûts de rénovation (par exemple, l'effondrement des ponts de Laval et du Minnesota, en 2006 et 2007 respectivement). Bien qu'ils soient moins apparents que les coûts élevés d'entretien imposés aux propriétaires ou que les répercussions immédiates et importantes qu'ont eues ses effondrements récents, les coûts significatifs que supportent l'ensemble des utilisateurs et le public en général constituent un élément tout aussi important. Ces coûts, comme les frais liés au temps que perdent des usagers ou aux impacts environnementaux, sont attribuables aux infrastructures de ponts qui se détériorent de façon progressive et constante, mais que l'on continue d'utiliser même si leur état ne leur permet plus d'assurer correctement la fonction pour laquelle elles ont été conçues et qui, par conséquent, devraient normalement être rénovées ou remplacées. C'est dans ce contexte que le présent rapport, préparé à la demande de l'Association de l'aluminium du Canada (AAC), se concentre sur les opportunités d'une utilisation plus répandue de l'aluminium pour la construction de ponts routiers et sur le rôle potentiel que l'aluminium peut jouer pour relever les défis d'entretien auxquels cette industrie est actuellement confrontée.

2 - Utilisation de l'aluminium dans la construction de ponts routiers

De nombreux projets de ponts routiers des quatre coins de la planète ont eu recours à l'aluminium depuis la première utilisation de ce matériau lors du remplacement du tablier du pont de la rue Smithfield de Pittsburgh en 1933. Actuellement, le plus long pont en aluminium au monde est le pont Arvida, construit à Saguenay, Québec, en 1950 (figure 1, à gauche).

On a également utilisé abondamment l'aluminium dans des applications de passerelles piétonnières en Europe, au Japon et en Amérique du Nord (figure 1, à droite). Les principales raisons pour lesquelles l'aluminium a été choisi avec ces applications sont le faible poids propre ainsi que les qualités esthétiques et la durabilité du matériau à l'état brut, sans peinture. On a très souvent recours à des passerelles en aluminium dans des environnements hautement corrosifs, comme dans les ports et dans les installations industrielles, où l'on valorise la haute résistance à la corrosion qu'offre ce matériau [A3].

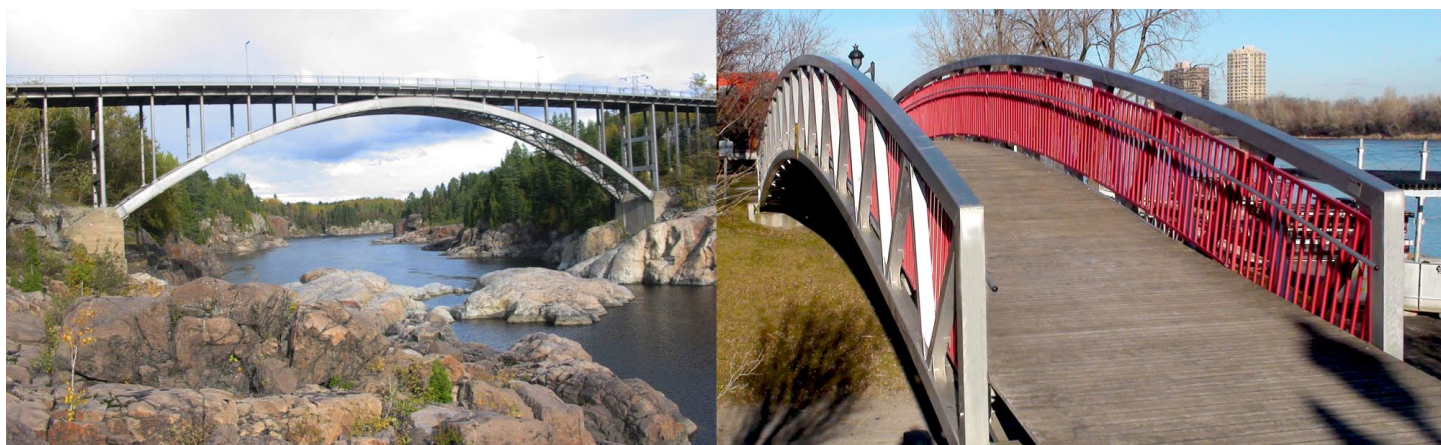


Figure 1 : Pont Arvida, à Saguenay, Québec (gauche) , installation d'une passerelle pour piéton en aluminium (droite).

Récemment, beaucoup d'efforts ont été déployés pour intégrer l'aluminium dans la construction de ponts routiers, en privilégiant son utilisation lors du remplacement de tabliers [A4] (figure 2). Pour soutenir les charges plus élevées que suppose le trafic moderne, l'augmentation de la capacité portante d'anciens ouvrages (en enlevant une masse importante de béton pour la remplacer par une masse beaucoup plus légère tout en veillant à ce que la structure remplisse la même fonction et offre le même rendement), représente la principale raison pour laquelle l'aluminium est utilisé pour remplacer le tablier de ponts. Les importantes détériorations de tabliers de ponts en béton armé causées par l'usage intensif de sel de déglacage sont une autre raison qui favorise le remplacement des tabliers de ponts en béton armé par un tablier en aluminium.

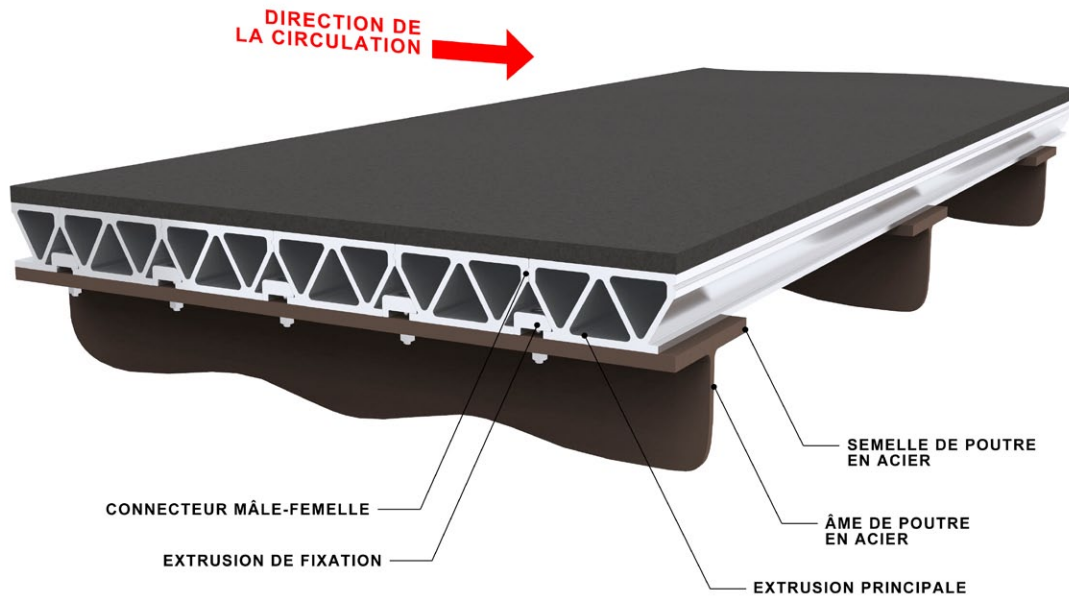


Figure 2 : Système de tablier en aluminium extrudé.

Les éléments porteurs primaires d'un pont routier pouvant être réalisés en aluminium sont le tablier, l'ensemble de la superstructure. L'aluminium peut être utilisé dans la fabrication de tous ces éléments ou de certains d'entre eux, en combinaison avec des matériaux de construction plus conventionnels. Ces éléments sont illustrés sur la figure 3.

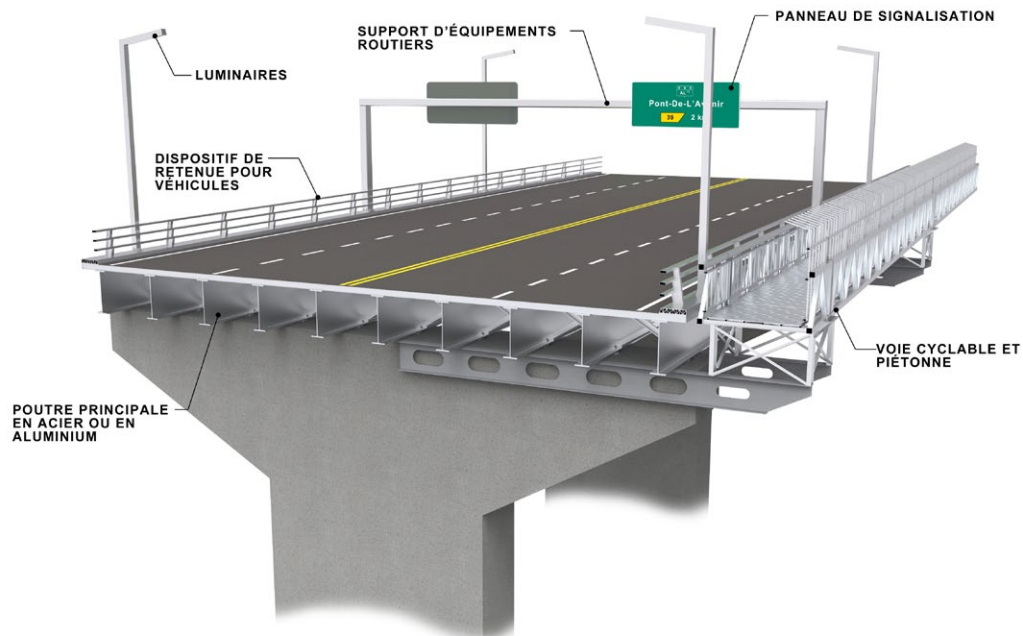


Figure 3 : Utilisation de l'aluminium pour la fabrication d'éléments structuraux secondaires.

3 - Sommaire et conclusions

Les conclusions suivantes peuvent être tirées du contenu du présent rapport :

1 - Depuis près de 80 ans, l'aluminium offre un bon rendement dans des applications de ponts routiers. Différents projets ont prouvé qu'il était possible de construire un pont routier fait exclusivement d'aluminium. Les applications les plus fréquentes et celles ayant remporté le plus de succès comprennent le remplacement de tabliers existants et la construction de passerelles piétonnes, de ponts levants (ou à bascule), de ponts flottants et de ponts temporaires.

2 - Des normes et des recommandations ont récemment été publiées ou mises à jour pour faciliter le dimensionnement de ponts routiers en aluminium.

3 - En ce qui concerne les perspectives d'utilisation, les avantages des alliages d'aluminium sont leur faible poids propre, leur haute résistance à la corrosion et leur extrudabilité. Les meilleurs domaines d'application de l'aluminium sont ceux qui peuvent exploiter ces avantages de façon optimale.

4 - Les plus grands défis liés aux propriétés de l'aluminium lors de la construction d'un pont sont son faible module d'élasticité et sa résistance à la fatigue comparativement à l'acier traditionnel, la réduction locale de la limite élastique qui peut être observée dans de nombreux alliages à proximité de soudures et son coût initial élevé. Ces désavantages peuvent être compensés par une bonne conception des détails constructifs, l'utilisation de techniques modernes de soudage par friction-malaxage (SFM), lorsqu'il est possible de le faire, et un choix du matériau selon une analyse des coûts sur l'ensemble de la durée de vie de l'ouvrage.

5 - L'aluminium peut servir à réaliser des travaux sur des ponts existants, notamment pour le remplacement de tabliers existants, l'élargissement de tabliers, l'ajout d'un passage piétons ou d'une piste cyclable et les projets de remplacement rapide de structures.

6 - Les éléments structuraux primaires pouvant être fabriqués en aluminium lors de la construction d'ouvrages neufs sont les tabliers, les poutres maitresses, les entretoises et les systèmes de contreventements. Les avantages liés à l'utilisation de l'aluminium pour ce type d'applications sont plus évidents dans un environnement hautement corrosif, lorsque l'on considère les coûts supportés par l'ensemble des personnes affectées par les opérations d'entretien durant la totalité de la durée de service de l'ouvrage.

7 - L'aluminium sert actuellement aussi à la fabrication d'éléments structuraux secondaires, comme les passerelles pour piétons et cyclistes, les lampadaires, les structures supportant les panneaux de signalisation et les dispositifs de retenue. Dans ces applications, le faible poids, la durabilité et les qualités esthétiques de l'aluminium constituent ses principaux avantages.

Références

Nouvelles et articles de revues scientifiques :

- [A1]** Globe and Mail. (24 juillet 2008). "Ontario, Ottawa to Spend Billions on Infrastructure."
- [A2]** Montreal Gazette. (29 mars 2012). "New Champlain Bridge to be Completed in 2021-2022."
- [A3]** Tindall, P. (2008). "Aluminium in Bridges." ICE Manual of Bridge Engineering, 345-355.
- [A4]** Arrien, P., Bastien, J., & Beaulieu, D. (2001). "Rehabilitation of Bridges Using Aluminum Decks." Canadian Journal of Civil Engineering, 28(6):992-1002.

Rapports techniques en ligne :

- [B1]** American Society of Civil Engineers. (2009). "Report Card for America's Infrastructure." www.infrastructurereportcard.org.
- [B2]** Statistics Canada. (2009). "Age of Public Infrastructure: A Provincial Perspective." www.statcan.gc.ca/pub/11-621-m/11-621-m2008067-eng.htm.
- [B3]** Council of the Federation. (2005). "Looking to the Future: A Plan for Investing in Canada's Transportation System." www.councilofthefederation.ca/pdfs/NTS_Booklet.pdf.