



Construction et observations du pont à platelage en aluminium de Saint-Ambroise

Victor Desjardins, M.Sc.

REGAL

4 décembre 2019

Construction et observation du pont à platelage en aluminium de Saint-Ambroise

Auteur : Victor Desjardins, M.Sc., Professionnel de recherche, REGAL

1. Mise en contexte

L'aluminium est un matériau répandu dans l'industrie des transports (automobile, rames de métro, bus, trains, fuselages d'avion, etc.) et pour des applications architecturales (murs rideaux), mais son utilisation en tant que matériau structural dans les ponts est marginale. Pourtant, ce matériau possède plusieurs avantages qui le rendent particulièrement intéressant pour cet usage; on retiendra en particulier :

- un rapport résistance/poids très avantageux en comparaison du béton et de l'acier. Cela permet de faciliter la préfabrication et de ce fait, d'accélérer la construction en chantier, ou encore de réhabiliter des structures limitées en tonnage en réduisant le poids du tablier par le remplacement de la dalle de béton par un platelage en aluminium;
- une excellente résistance à la corrosion atmosphérique, même en présence d'agents de déglçage. Cela permet de réduire significativement les travaux d'entretien.

Le matériau aluminium, et par extension les platelages en aluminium, comportent également certaines limites, notamment :

- un coût de fabrication élevé, ce qui rend les platelages en aluminium moins compétitifs par rapport aux solutions plus traditionnelles, si l'on considère le coût de construction comme élément de comparaison plutôt que le coût total de possession;
- une expertise plus limitée dans le domaine de l'utilisation structurale de l'aluminium dans les ponts : normes de calcul très récentes, outils de dimensionnement rares, manque de cours et de formations donnés aux ingénieurs, rareté des projets de construction, etc.

La construction du pont à platelage en aluminium de Saint-Ambroise est un projet pilote, dont les objectifs fixés par le ministère des Transports du Québec (MTQ) étaient les suivants [1] :

- vérifier la facilité de construction d'un tablier de pont à platelage en aluminium au Québec;
- étudier le comportement en conditions hivernales d'un platelage en aluminium sur poutres d'acier;
- évaluer si un platelage en aluminium breveté peut s'adapter facilement aux exigences d'un projet routier spécifique;
- établir un banc d'essai pour une surface de roulement constituée d'un revêtement antidérapant mince;
- évaluer, à long terme, si l'utilisation d'un platelage en aluminium, *a priori* étanche, réduit effectivement le besoin en entretien des poutres sous-jacentes.

2. Présentation de la structure

Le pont de Saint-Ambroise, portant le numéro de structure P-17948, a été construit en 2014-2015, en remplacement d'un pont acier-bois jugé structurellement déficient. Il enjambe le ruisseau Williams, sur le 9^e rang de la municipalité de Saint-Ambroise, à environ 35 km au nord-ouest de la ville de Saguenay (voir Figure 2-1). Le pont est placé sur une route locale à faible débit de circulation (débit journalier moyen de 125, selon les données de l'inventaire des structures du MTQ).



Figure 2-1 : Localisation du pont à platelage en aluminium de Saint-Ambroise (crédit image : Google Maps).

Le pont, dont une photographie est présentée sur la Figure 2-2, est constitué d'un platelage en aluminium déposé sur cinq poutres principales, appuyées sur des culées en béton. Le platelage mesure 10 m de long et 7,5 m de large et est composé de deux panneaux reliés, au centre du pont, par une connexion mécanique boulonnée (voir Figure 2-3). La surface de roulement est une couche d'époxy-granulats, commercialisée sous le nom de *Bimagrip LS*. Le platelage est relié aux poutres par des brides de fixation, en acier galvanisé, connectées au platelage au moyen de boulons aveugles (voir Figure 2-4).



Figure 2-2 : Pont à platelage en aluminium de Saint-Ambroise (crédit photo : Centre de recherche sur l'aluminium – REGAL, juillet 2018).



Figure 2-4 : Brides de fixation entre une poutre et le platelage Ambroise (crédit photo : Centre de recherche sur l'aluminium – REGAL, juillet 2018).



Figure 2-3 : Connexion mécanique entre les deux sections de platelage (crédit photo : Centre de recherche sur l'aluminium – REGAL, juillet 2015).

Le platelage est composé d'extrusions multicellulaires de 203 mm (8 pouces) de hauteur, soudées entre elles par friction-malaxage (FSW – *friction-stir welding*). Le platelage fut dimensionné par la société américaine AlumaBridge, à partir d'une géométrie d'extrusion conçue par la société Reynolds Metal dans les années 1990, portant le nom d'AlumaDeck, dont le brevet appartient à l'extrudeur Hydro (anciennement SAPA).

3. Conception, fabrication platelage et construction du pont

Le projet a été réalisé dans le cadre d'un appel d'offres public. La conception de la charpente d'acier et des fondations a été réalisée par la Direction des structures du MTQ. Le choix du platelage était de la responsabilité de l'entrepreneur qui remporterait l'appel d'offres. Un devis de performance fut préparé pour le platelage dans le cadre de l'appel d'offres. Celui-ci stipulait notamment les points suivants :

- le platelage qui serait choisi pour le projet doit avoir été utilisé dans au moins deux projets de pont routier en Amérique du Nord;
- la conception du platelage doit être conforme à la norme canadienne sur les ponts routiers, CAN/CSA S6-14;
- le platelage doit être livré sur le chantier en un maximum de deux sections, afin d'accélérer la mise en place sur le site et de minimiser le nombre de joints à réaliser en chantier;
- les extrusions du platelage doivent être assemblées par FSW;
- il ne doit pas y avoir d'action composite entre le platelage et les poutres.

L'absence d'action composite peut sembler surprenante, car dans la plupart des projets de conception de pont, on cherche à développer cette action composite afin de maximiser la rigidité flexionnelle de l'ouvrage. Cependant, dans le cas du projet pilote à Saint-Ambroise, la différence de dilatation thermique entre l'acier et l'aluminium, conjuguée avec les grandes variations de température typiques du climat québécois, firent naître des craintes quant à la résistance de connexions rigides entre le platelage et les poutres : les efforts issus de la dilatation d'origine thermique auraient pu entraîner des déformations de l'aluminium au voisinage des trous de boulons aux extrémités des poutres. Le lecteur peut consulter la référence [2] qui présente les résultats de la modélisation de l'action composite dans un pont entre un platelage en aluminium et des poutres d'acier.

L'adjudication de la construction du pont fut donnée à l'entrepreneur général Paul Pednault inc., situé dans l'arrondissement de Chicoutimi. La société américaine Alumabridge LLC fut choisie par ce dernier pour fournir le platelage. Afin de garantir la conformité avec la norme CAN/CSA S6-06 et de produire des plans signés par un ingénieur membre de l'Ordre des ingénieurs du Québec, Alumabridge s'est tournée vers la firme Groupe MMM (maintenant WSP). La production des extrusions a été réalisée par SAPA (maintenant Hydro aluminium), en Indiana (États-Unis) et le soudage a été réalisé par la société HF Webster, dans le Dakota du Sud (États-Unis) [3]. Les sections de platelage ainsi assemblées ont été livrées directement sur le chantier par camion.

Grâce à son faible poids (environ 122 kg/m^2 , soit 4,6 tonnes pour chacune des deux sections de platelage), les sections de platelage ont pu être installées en chantier au moyen d'une simple pelle mécanique. La Figure 3-1 illustre le chantier. L'installation du platelage a été jugée relativement simple et rapide et sa complexité est comparable à l'installation d'un platelage en madriers de bois.



Figure 3-1 : Chantier de construction du pont P-17948 (crédit photo : Centre de recherche sur l'aluminium – REGAL, juillet 2015).

4. Observations sur le pont

À la suite de la construction du pont, des essais de chargement ont été réalisés par le MTQ. Ces essais permirent de démontrer le comportement adéquat du platelage sous les charges de service.

Dès la mise en service, un défaut inhérent à la conception du platelage apparut : en l'absence de pente de drainage transversale, le platelage n'évacue pas bien les eaux de pluie, qui ont tendance à y stagner (cf. Figure 4-1). Ce problème est dû au fait que la conception du pont a été basée sur la conception des ponts acier bois qui ne possèdent pas de pente de drainage étant donné que l'eau ruisselle entre les madriers du platelage. Ce défaut a permis une autre constatation : le platelage est étanche à 100 %.



Figure 4-1 : Accumulation d'eau sur le pont (crédit photo : Centre de recherche sur l'aluminium – REGAL, juillet 2019).

Nonobstant ce défaut intrinsèque à la conception, l'état général du pont est très bon. Un rapport d'inspection du MTQ, réalisé le 26 septembre 2018 attribue au pont une cote de comportement (CECS) de 4/4 et relève la présence de quelques traces de rouille blanche sur le platelage et d'éclatement du béton des culées [4]. Des visites réalisées par des membres du Centre de recherche sur l'aluminium – RÉGAL et du Centre d'expertise et d'innovation sur l'aluminium d'AluQuébec en juillet 2018 et 2019 ont permis de noter les points ci-après.

- L'état général du pont incluant le platelage et la structure d'acier est excellent;
- Il y a une présence de corrosion légère du zinc de certains des boulons aveugles (galvanisés) utilisés pour connecter les brides sous le platelage, cf. Figure 4-2;
- La surface de roulement en époxy-granulats montre une usure, qui se traduit par une différence de rugosité observée entre les zones sous les lisses de glissières (non sollicitées par les roues de véhicules) et les zones sur la voie carrossable, cf. Figure 4-3. La rugosité reste cependant supérieure à celle de l'asphalte des approches;
- La surface de roulement présentait, lors de la visite de 2019, quelques traces de décollement, lesquelles n'existaient pas lors de la visite de 2018, cf. Figure 4-4. Il est possible que ce décollement ait été causé par le choc d'une lame de chasse-neige sur le bord du platelage.
- Il existe une accumulation de débris dans l'espace entre la chaussée asphaltée et le platelage. Il est possible que la présence de ces débris entraîne des déformations plastiques de la chaussée asphaltée, imprimées par les dilatations d'origine thermique du

- platelage. De surcroît, cette hypothèse s'étaye par la présence d'un renflement de l'asphalte, sur quelques millimètres de hauteur, à l'une des approches, observées lors de la visite de 2019.
- Il y a infiltration d'eau et de sable aux deux extrémités du pont (Figure 4-5). Probablement que cette eau s'infiltré par les espaces existant entre la fin du platelage et le début de la route asphaltée (Figure 4-6). Cependant, l'eau s'écoulant le long de la culée ne touche pas aux appareils d'appui et aux extrémités des poutres.



Figure 4-2 : Présence de corrosion sur un boulon aveugle situé sous le platelage (crédit photo : Centre de recherche sur l'aluminium – REGAL, juillet 2019).

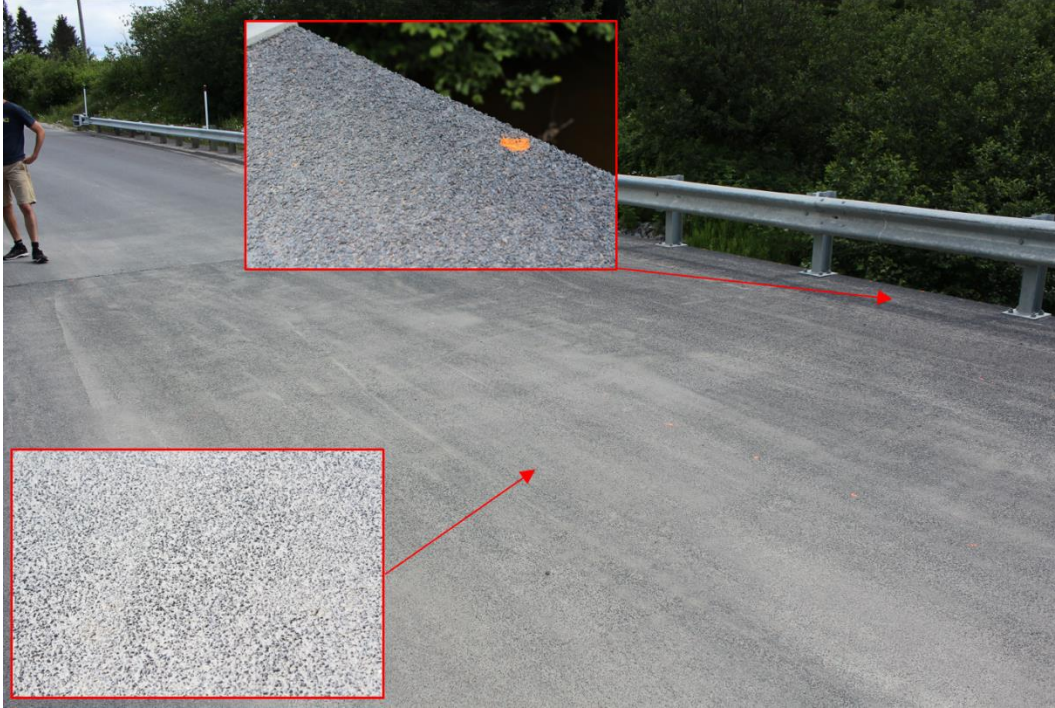


Figure 4-3 : Usure de la surface de roulement (crédit photo : Centre de recherche sur l'aluminium – REGAL, juillet 2018).



Figure 4-4 : Décollement de la surface de roulement (crédit photo : Centre de recherche sur l'aluminium – REGAL, juillet 2019).



Figure 4-5 : Infiltration d'eau entre le paltelage et la chaussée.



Figure 4-6 : Espace entre le platelage et la chaussée.

5. Conclusion

Quatre ans après la mise en service du pont, il est possible de dresser les conclusions suivantes :

- Le comportement du pont en service est satisfaisant ;
- Les matériaux, poutres en acier et platelage en aluminium, demeurent en très bon état, ce qui laisse présager une bonne durabilité de l'ouvrage. Un suivi sur une durée plus longue serait cependant souhaitable pour le confirmer;
- L'usure de la surface de roulement est visible, et ce en dépit du faible volume de circulation (DJMA de 125); un suivi sur une plus longue période serait souhaitable afin de pouvoir comparer la longévité de ce revêtement en comparaison d'un enrobé bitumineux classique.
- La présence de rouille blanche sur les boulons, bien que pour l'instant peu préoccupante, est à surveiller.
- Des défauts imputables à la conception doivent être pris en compte advenant de nouveaux projets similaires : l'absence de pente de drainage (entraînant une stagnation des eaux de pluie) et l'absence de joint de dilatation (entraînant une accumulation de débris à l'interface platelage – chaussée asphaltée et l'infiltration d'eau).

6. Références

- [1] D. Fortin, «Construction d'un pont à platelage en aluminium à St-Ambroise, Québec» *Revue de l'ingénieur civil canadien*, pp. 10-15, 2018.
- [2] J. Leclerc, «Étude des effets de variation thermique sur le comportement structural d'un tablier à platelage d'aluminium sur poutres d'acier, à action composite» Québec, QC, Canada, 2018.
- [3] D. Fortin, «Construction d'un pont à platelage en aluminium,» chez *23e colloque sur la progression de la recherche sur les ouvrages d'art*, Québec, Canada, 2016.
- [4] Ministère des Transports du Québec, «Rapport d'inspection - structure 17948,» 2018.
- [5] D. Beaulieu et J. Internoscia, «Chantier Infrastructures et Ouvrages d'art : Mission technique sur les ponts en aluminium,» 2015.
- [6] Ministère de l'économie, de l'innovation et des exportations, *Stratégie québécoise de développement de l'aluminium 2015-2025*, Québec, Canada, 2015.