



## LES PONTS MACQUET AU QUÉBEC : UN HÉRITAGE À CONSERVER

Jean Lefrançois <sup>A</sup>, Avec la collaboration de Marie-Christine Dandois <sup>B</sup>

A Centre de Services de Québec, ministère des Transports du Québec, Canada

B Direction des Structures, ministère des Transports du Québec, Canada

**RÉSUMÉ :** Avant la mise sur pied de la politique des ponts métalliques, les Canadiens français traversaient les cours d'eau uniquement au moyen de bacs ou d'économiques ponts en bois. De 1887 à 1892, le *Département des Travaux publics* faisait construire au-delà d'une trentaine de ponts métalliques répartis sur l'ensemble du territoire de la province de Québec.

L'ingénieur directeur en poste, un Belge talentueux du nom de Gérard Macquet, instaurera de nouvelles pratiques dans la gestion des projets et, surtout, introduira de nouvelles charpentes de type européen à assemblages rivetés: les poutres *paraboliques* et *Schwedler*.

Six ponts de facture Macquet ont traversé les générations et subsistent encore. L'auteur raconte la genèse des ponts d'Hébertville au Lac-Saint-Jean et de Saint-Raymond de Portneuf afin d'illustrer le fonctionnement du programme et les aléas des chantiers à l'époque des voitures à chevaux. Enfin, il décrit le projet de restauration d'un pont Macquet à Saint-Gabriel-de-Valcartier.

### 1. INTRODUCTION

C'est en 1887 que l'administration publique québécoise lance *La politique des ponts métalliques*. Le gouvernement d'Honoré Mercier désire promouvoir le développement agricole des régions, ouvrir de nouveaux territoires à la colonisation à l'aide de grands ouvrages métalliques et consolider le réseau existant par la construction de ponts dits permanents.

Leo McCullen



Figure 1. Construit en 1857, le pont à poutres à poinçon simple de trois travées au-dessus de la rivière Montmorency à Boischatel est ici photographié en 1921.



Figure 2. Vers 1890, un magnifique pont de bois à poutres à poinçons multiples de deux travées franchissait la rivière Sainte-Anne à Beaupré.

Archives nationales du Québec

Les ponts de bois, d'usage répandu à l'époque, (pour la plupart de type à poinçons simples, doubles ou à poinçons multiples), s'avèrent des charges astreignantes pour les municipalités qui en prennent soin. Leur vulnérabilité sous de longues portées est légendaire: plus d'une rivière se sont amusées à déraciner leurs caissons et à saborder leurs tabliers. Pour les autres, la pourriture les endommageait irrémédiablement en moins de 15 ans. Cette politique vise donc à imiter le modèle ferroviaire en introduisant l'acier comme matériau de construction.

## 2. LE DÉPARTEMENT DES TRAVAUX PUBLICS ET LES PONTS MÉTALLIQUES

En septembre 1887, le *Département des Travaux publics* recrute un jeune ingénieur de 27 ans du nom de Gérard Macquet, du *Corps belge des Ponts et Chaussées*, pour dessiner des charpentes métalliques en sol québécois. Monsieur Macquet est nommé sur-le-champ *Directeur de la construction des ponts métalliques*. Ce génie excelle dans la conception de ponts en acier doux assemblés entièrement à l'aide de rivets, une pratique typiquement européenne. Dès son arrivée, cet européen amorce d'importants changements dans l'ingénierie nord-américaine. Macquet construit son premier pont en 1888 en tranchant avec la pratique courante. Il écarte les entrepreneurs de l'étape de conception et prépare lui-même les plans et devis de la structure.

Si l'on se situe deux ou trois décennies avant la fin du 19<sup>e</sup> siècle, les ponts d'Amérique du Nord étaient de conception très économique. Les poutres articulées (*poutres à assemblages à goupilles ou pin-connected*) de fonte au début, de fer et d'acier ensuite, d'un usage exclusif, nécessitaient très peu de métal en raison de leur design. En effet, plusieurs pièces de faible volume, comme les cordes inférieures en barres à œils et les membrures diagonales constituées de tirants, allégeaient énormément les charpentes (voir les figures 3 et 4).

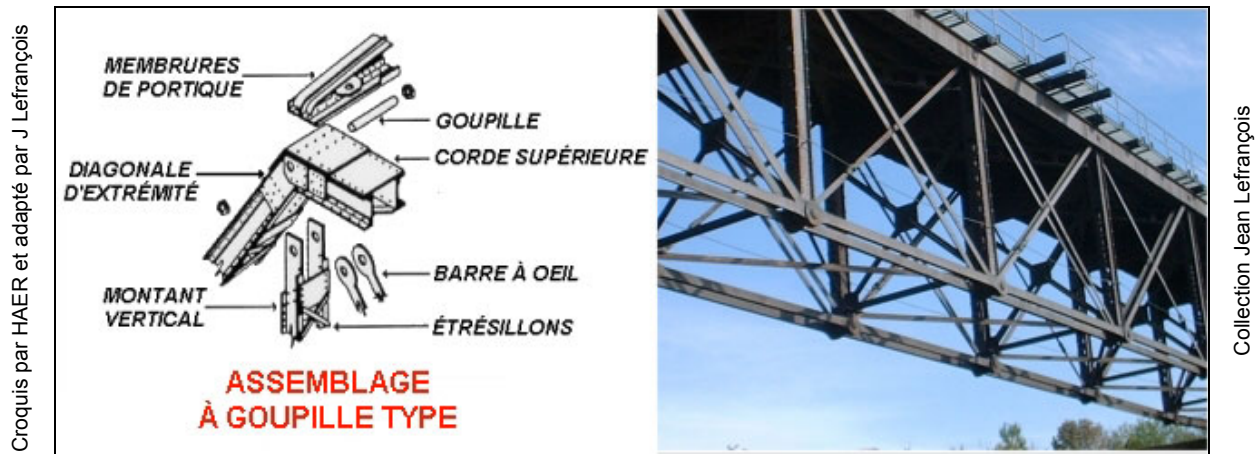


Figure 3. Détails d'un assemblage à goupille type retrouvé sur les ponts métalliques d'Amérique du Nord à la fin du XIX<sup>e</sup> siècle.

Figure 4. Gros plan des poutres articulées du pont sur la rivière Saint-François à Ulverton. Un ouvrage ferroviaire qui est toujours en service.

Dans son *Étude comparative sur les ponts à poutres articulées et les ponts à poutres rivées* signée le 31 décembre 1888, Gérard Macquet signe un véritable plaidoyer contre la technologie articulée. Il n'y croyait pas. Avec une éloquence rare, il explique les avantages des poutres rivées et dénonce les lacunes des poutres articulées, c'est-à-dire: l'impossibilité de réaliser des articulations parfaites, les difficultés de les empêcher de corroder malgré un entretien, que les concepteurs ne tenaient pas compte de la flexion dans les pièces entre les articulations, l'excentricité des multiples composantes à la même articulation, les dangers d'une rupture subite d'une goupille à l'articulation, ... Il termine en rappelant les chutes catastrophiques des ponts «pin-connected trusses» survenus aux États-Unis.

## 2.1 L'introduction de la poutre *Schwedler* et de la poutre parabolique *Macquet*

Le programme de construction ambitieux du *Département des Travaux publics* introduira deux nouveaux types de structures rivetées à poutres triangulées: la poutre *Schwedler* et la poutre *parabolique Macquet* représentées à la figure 14.

Macquet emploie tout son art à raffiner les dessins de ses ponts rivetés, les rendant plus économiques et plus simples à ériger. Les charpentes dessinées sont composées d'au plus sept pièces de géométries différentes dont la masse n'excède pas 210 kg.

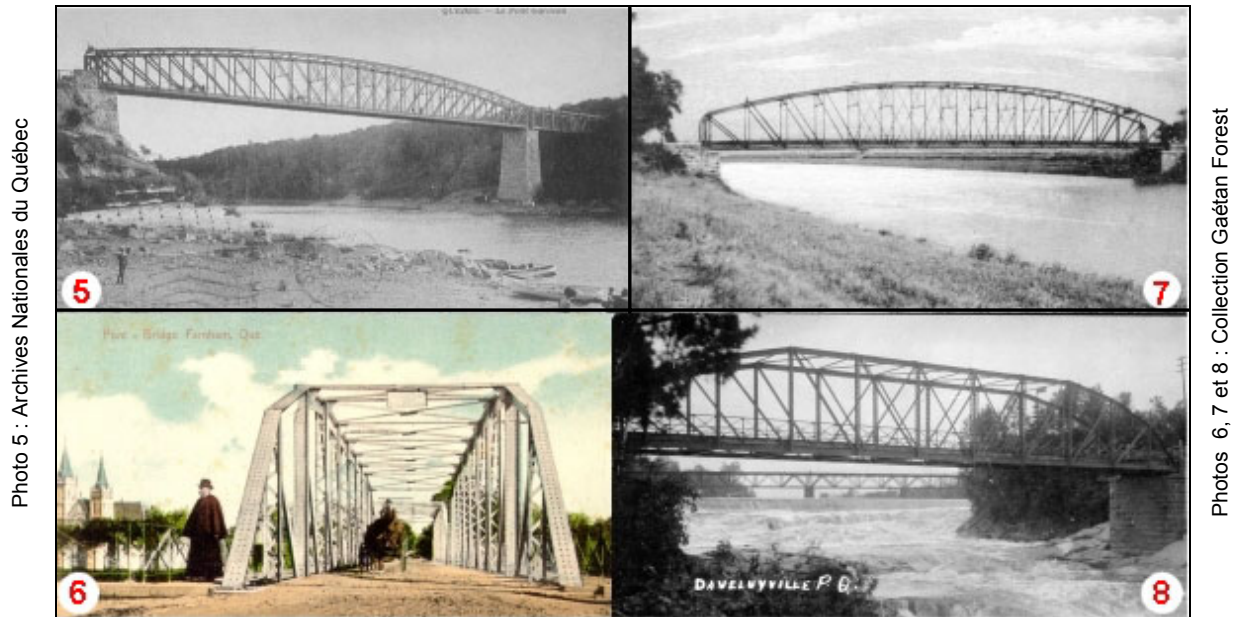


Photo 5 : Archives Nationales du Québec

Photos 6, 7 et 8 : Collection Gaétan Forest

Figures 5 à 8 : Montage photographique de quatre ponts Macquet érigés au Québec de 1887 à 1892 et disparus depuis. 5. Le pont Garneau sur la rivière Chaudière (une travée parabolique et une travée triangulaire), 6. Le pont de Farnham (deux travées Schwedler), 7. Le pont Gagnon de Rivière-Ouelle (une travée parabolique). 8. Le pont de Daveluyville (une travée Schwedler).

## 2.2 La fin du programme de construction des ponts métalliques

Plus de trente spécimens atteignant des portées de 30 à 106,7 mètres seront érigés sur l'ensemble du territoire. Seize ponts seront érigés par la *Société Anonyme Internationale de Construction et d'entreprise* de Braine-le-Comte de Belgique. La *Dominion Bridge* de Lachine en construit une douzaine et deux structures sont montées par *La Métallurgie de Bruxelles* de Belgique.

### TROIS DES SIX DERNIERS PONTS MACQUET



9,11 : coll. J Lefrançois

Photo 10 : coll. G Forest

Figure 9. Le pont Pratt à tablier intermédiaire de l'Islet.

Figure 10. Le pont parabolique de Howick.

Figure 11. Le pont Schwedler de Montmagny.

On investira 580 000 \$ dans le programme avant que l'État, au prise avec une sévère crise financière, y mette fin en 1892 et libère l'ingénieur belge. Aujourd'hui, six ponts, les derniers, comme de véritables monuments, rendent hommage à leur illustre concepteur: ce sont les ponts à poutres *paraboliques Macquet* de Saint-Gabriel-de-Valcartier (1892), de Howick (1889) et d'Hébertville (1892), les ponts à poutres Schwedler de Saint-Raymond (1889) et de Saint-Thomas (1892), et le pont à poutres Pratt de Saint-Eugène (1891).

### **3. MONOGRAPHIE DE DEUX PONTS MACQUET TOUJOURS EN SERVICE**

Découvrons, parmi les plus beaux spécimens des réalisations outre-mer de cet ingénieur belge, la genèse de deux ouvrages qui ont eu la veine d'être préservés; j'ai nommé le pont parabolique d'Hébertville au Lac-Saint-Jean et le pont *Schwedler* de Saint-Raymond de Portneuf.

#### **3.1 Le pont parabolique Macquet d'Hébertville**

Plusieurs démarches vigoureuses de la part de la communauté de Saint-Joseph-d'Alma au Lac-Saint-Jean (*comme des requêtes, pétitions, visites au député Marcotte et au ministre Pierre Garneau*) amènent le Premier ministre du temps, l'honorable Honoré Mercier, à s'intéresser à ce coin de pays tout neuf. Dès lors, le 22 janvier 1891, monsieur le curé Cimon en mission spéciale est reçu en entretien au salon particulier d'où il plaide avec une ardeur toute cléricale les bienfaits d'un ouvrage permanent pour sa communauté. C'est dans la poche, monsieur le curé aura son pont!

L'ingénieur Macquet propose soigneusement les plans d'un pont à poutres paraboliques à simple intersection de 54,5 mètres de longueur dont la parabole atteint 7,0 mètres de hauteur en son centre. La municipalité construira à même ses budgets les culées en maçonnerie et monnaye la structure métallique projetée contre le coût d'un tablier de bois. Pour 2 000 \$ c'est une bonne affaire!

##### **3.1.1 Journal d'un chantier interminable**

Comme ce sont les us et les coutumes à cette époque, les ouvrages de maçonnerie sont confiés à un entrepreneur, la charpente métallique à un autre, les approches aux gens de l'endroit, ... et ainsi de suite.

Le 23 juin 1891, le contrat de construction des unités de fondation est accordé à *François Lemoine* de Coaticook. Dès le 1<sup>er</sup> août, Macquet transmet à Lemoine une lettre enregistrée dans laquelle il menace d'appliquer la pénalité de 10 \$/jour puisque les travaux ne sont toujours pas commencés. Le 13, tel un acte de foi, c'est face à l'église que les ouvriers posent les premières pierres des fondations. Un inspecteur contractuel du nom de Louis Pageot est mandaté sur les lieux. Entre-temps, le 17 septembre, la *Société Anonyme Internationale de Construction et d'entreprise de Bruxelles* rafle le contrat de fabrication et d'érection de la superstructure métallique pour une somme de 11 792 \$. Somme toute, ce projet progresse bien!

Le 8 juillet 1892, les culées sont levées. De passage pour l'inspection, Gérard Macquet constate des malfaçons si importantes aux joints de mortier entre les pierres de taille qu'il juge absolu la reconstruction des massifs. Prestement, une mise en demeure rédigée en bonne et due forme est produite et un dénommé J. Fortier remplace au pied levé L. Pageot, l'inspecteur déchu taxé pour ses bourdes.

De partance de la Belgique, le *Cynthiana* accoste le 28 septembre à Québec avec à son bord plus de 79 tonnes de membrures d'acier. La mise en place de la charpente se déroule si adroitement qu'on ne relève pas le moindre indice d'anicroche dans la correspondance d'époque. Néanmoins, ce n'est qu'en mai 1893 que les premiers attelages empruntent le pont neuf.

### 3.1.2 Journal de bord

Dans les années trente, après plus de quarante ans à saluer les passants, le pont de Saint-Joseph-d'Alma essuie de plus en plus les critiques. Sa voie charretière de 4,47 mètres fait rager. De plus en plus nombreux, les propriétaires de véhicules automoteurs réclament d'un seul cœur un pont adapté à la circulation moderne.

Société d'histoire du Lac-Saint-Jean



Figure 12. Un rescapé des ponts Macquet du haut du lac Kénogamichiche à Hébertville au Lac-Saint-Jean.

En 1937, c'est décidé ! Le vieillot disparaîtra d'un paysage que l'on souhaite plus contemporain. Le *ministère des Travaux publics* fera construire sur la rivière Petite-Décharge un ouvrage en béton armé à la satisfaction de tous.

N'eût été de Charles Maltais, un homme d'affaires du coin, ce trésor public finissait à la casse. Flairant la bonne oseille, il en fait l'acquisition et dénêche un acheteur pour la charpente. C'est la *Grande compagnie de construction du Saguenay* qui réimplante le Macquet en sa nouvelle terre d'accueil au-

On assiste donc à un effort de conservation bien involontaire mais ô combien salutaire ! Depuis ce temps-là, cet ouvrage historique, l'un des trois derniers de sa race, dispense ses charmes en cette terre de pionniers qu'est Hébertville.

## 3.2 Le pont Tessier : un pont Schwedler en terre canadienne française

À l'invitation du maire Joseph Linteau, le 24 mars 1888, Gérard Macquet se rend à Saint-Raymond de Portneuf. Après une exploration de sites potentiels, il décide d'établir un nouvel ouvrage directement à proximité du brinquebalant pont de bois en place. D'après ses estimations, un pont de bois coûterait 1 740 \$, alors que le coût d'un pont métallique serait de l'ordre de 6 400 \$. Selon les règles du programme des ponts métalliques et sur la base des calculs de Macquet, une participation au projet de 1 740 \$ est demandée à la municipalité. Soucieux d'obtenir un ouvrage permanent en métal, le 25 juillet de l'année en cours, au nom de sa commune, Joseph Linteau remet un chèque au *Département des Travaux publics*.

### 3.2.1 Monographie du pont Tessier

Le 27 septembre, l'ingénieur Macquet signe le devis et cahier des charges; un document de 13 pages pour la construction de la superstructure métallique. À cette époque, les constructeurs de ponts avaient l'habitude de concevoir et de construire les ouvrages en toute liberté.

À la clôture des appels d'offres, la *Dominion Bridge Company limited* de Lachine dépose la soumission la plus basse. Le 20 novembre 1888, le *Département des Travaux publics* informe Job Abbott, le président de la compagnie, que son offre de 6 900 \$ est acceptée. À la satisfaction des parties, le contrat est signé le 14 décembre. La *Dominion Bridge* doit fournir tous les calculs, les épures et les plans. La masse de la charpente ne devra pas excéder 63 000 kg pour une longueur de tablier de 50,42 mètres.

Dans ce projet, les délais seront rarement respectés. Dans une lettre adressée le 29 janvier 1889, la *Dominion Bridge* s'engage à livrer le pont neuf pour le début du mois de mars. Cela ne plaît guère à Gérard Macquet qui réplique fermement que, selon les termes du contrat, les travaux doivent être terminés au plus tard le 27 février. Le 23 mars, devant l'absence de la structure promise sur la rivière Sainte-Anne, le conseil municipal de Saint-Raymond y va d'une mise en demeure, affirmant se sentir lésé de payer des intérêts sur l'emprunt. Ni plus, ni moins, on s'enrubanne dans la chicane!

Quelques jours plus tard, les matériaux approvisionnés depuis l'Angleterre parviennent à l'atelier de Lachine au soulagement de tous. En cours de production, Macquet et son ingénieur surveillant, Charles-



Edmond Gauvin, estimèrent que la *Dominion Bridge* ne suivait pas les instructions données et que l'exécution et la qualité des pièces «*laissaient à désirer.*»



Figure 13. Le pont Tessier tel que photographié en mai 1944. Une seule travée de 52 mètres. Deux poutres *Schwedler* simple intersection à assemblage riveté, corde supérieure polygonale en T, montants à doubles cornières, diagonales jumelées en profilés en U, tablier constitué d'entretoises en acier doux et de longerons en bois et un plancher en bois.

Ce n'était certainement pas l'entente la plus cordiale entre les parties à un point tel que le commissaire des *Travaux Publics*, l'honorable Pierre Garneau, avait dû trancher dans cette partie de bras de fer et freiner la hardiesse de son fier ingénieur directeur dans la recherche d'un ouvrage impeccable. Il l'enjoigne doucereusement à user de plus de tolérance dans l'évaluation des matériaux. C'est dans cet esprit d'échauffourée que le 20 mai, l'ingénieur Gauvin constate un ouvrage «parfait» sans toutefois... qu'il n'y ait eu quelques reprises.

Le chantier de la superstructure fut conduit par l'ingénieur Eli Adler et supervisé par l'ingénieur en chef Phelps Johnson. Les ouvriers de la *Dominion Bridge* érigèrent un échafaudage en bois dans le lit de la rivière permettant d'entreprendre dès le 9 juillet 1889 l'érection de la charpente *Schwedler*.

Voici ce qu'en dit Charles-Edmond Gauvin dans son rapport au directeur le 21 septembre 1889 :

- «*Le montage du tablier fut exécuté très rapidement, et conduit avec beaucoup d'habileté. [...] Le 27 juillet, les travaux de la superstructure métallique étaient à peu près terminés : il ne restait plus qu'à poser les appareils d'appuis, qui, à cette date, n'avaient pas encore été approvisionnés; le pont était cependant provisoirement livré à la circulation. [...] Le rivetage des articulations a été fait avec soin; la surveillance très minutieuse que j'ai exercée sur cette partie importante de l'ouvrage, m'a fait reconnaître que si ce travail a souvent laissé à désirer sous le rapport du fini des têtes de rivets, il a presque toujours donné, au point de vue de la solidité, la satisfaction la plus complète.* »

Le 7 août, l'ingénieur Gauvin procède à la mise à l'épreuve du tablier. Il raconte dans une lettre à Macquet:

- «*Le plancher du pont fut graduellement couvert, de la culée nord en allant vers la culée sud, d'une couche de sable de 8 à 9 pouces d'épaisseur, formant une charge de 390 kilos par mètre carré (80 livres par pied carré). Je relevai, au moyen du niveau à lunette, la cambrure de la lisse inférieure de chacune des poutres, au commencement de l'opération; je mesurai ensuite, aussi au moyen du niveau, les flèches élastiques produites dans ces poutres, sous l'influence de la surcharge totale... [...] La charge d'épreuve a séjourné environ trois heures sur le tablier. [...] Il n'y a pas eu de déformation permanente sensible, dans les lisses inférieures des longerons.*»

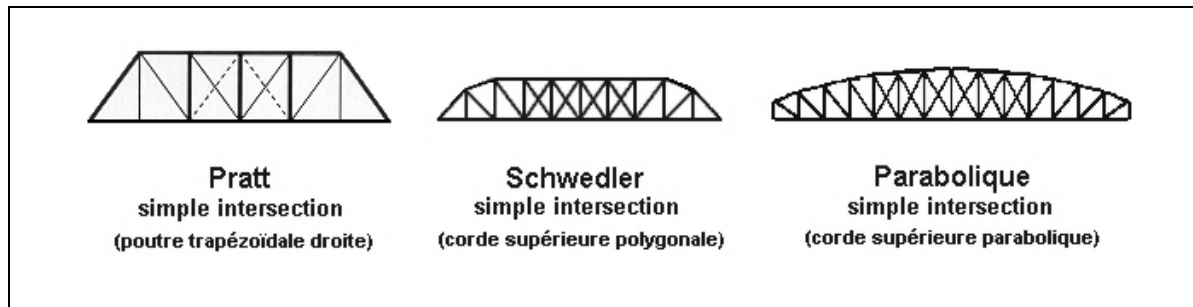
Le 15 octobre 1889, après plus de six mois de retard, le pont métallique gris perle longuement attendu par la communauté raymondoise est béni et inauguré en grande pompe dans l'allégresse des discours d'usage de l'honorable Honoré Mercier, Premier ministre du Québec, de Jules Tessier, député provincial et de monsieur le maire Joseph Linteau. La structure portera le nom de pont Tessier en hommage au député.

### 3.2.2 Un nouveau pont

Au cours des années 40, le pont Tessier, unique traversée de la rivière Sainte-Anne, ne satisfait plus aux exigences du milieu. Les pétitions, lettres au député, résolutions d'organismes et marchands locaux dénoncent la fonctionnalité réduite du vieil ouvrage. On réclame sans ambages sa démolition et la construction d'un pont moderne. L'amertume est pensée lorsque le 10 octobre 1955 le pont Chalifour (*nommé ainsi en l'honneur du député*), construit au bout de l'avenue Saint-Jacques, est livré à la circulation. Par grâce, le pont Tessier a été conservé. Aujourd'hui plus personne n'oserait demander sa démolition. D'ailleurs, la *Direction territoriale de Québec* a réalisé une restauration très respectueuse de son cachet d'origine en 1995.

### 3.3 Apologie de la poutre Schwedler

Johann Schwedler, un ingénieur en structure et théoricien à l'emploi du Royal Railway Architect de Berlin, est l'inventeur de la poutre Schwedler. Ses réalisations et ses nombreuses publications lui ont valu une grande renommée en Europe. La première structure *Schwedler*, fut construite en 1864 sur la rivière Weser entre Holzminden et Corvey en Prusse (*la Prusse deviendra l'Allemagne six ans plus tard*).



Croquis par Jean Lefrançois.

Figure 14. Géométrie simplifiée des poutres triangulées métalliques à simple intersection de types Schwedler et parabolique Macquet en relief avec la poutre développée en 1844 par les Américains Thomas et Caleb Pratt.

La poutre ajourée *Schwedler* est un dérivé européen de la poutre Pratt de laquelle elle tire sa triangulation. La variante principale de ce système tient à sa géométrie : le *Schwedler* est une poutre dont la corde supérieure est polygonale alors que dans le système Pratt l'on retrouve une poutre droite trapézoïdale (voir la figure 14). Le dessin de la poutre de Johann *Schwedler* permettait une économie de métal significative par rapport à d'autres types de poutres pour des portées équivalentes. Par exemple, le pont à poutres arquées de type *bowstring* requiert le double de diagonales par panneau qu'un Schwedler. Les ponts à poutres Schwedler étaient utilisés uniquement en tablier inférieur et permettaient de franchir des portées variant de 30 à 90 mètres. Aujourd'hui, il ne resterait plus que deux ouvrages de type *Schwedler* en Allemagne.

Malgré des qualités indéniables de solidité et d'économie, la poutre *Schwedler* ne connut point de succès auprès des ingénieurs nord-américains : son aspect ne plaisait guère. Les concepteurs préféraient les modèles américains traditionnels : les *Pratt*, *Parker*, *Warren*, *Baltimore*, *camelback*, et autres... D'ailleurs, l'*HAER* (*Historic American Engineering Record* - que l'on peut traduire par *Inventaire du Patrimoine Industriel des Etats-Unis* - un organisme public né en 1969 d'une décision du Congrès) ne traite pas de la poutre *Schwedler* dans son excellent guide d'identification des charpentes.

Vraisemblablement, Gérard Macquet fut le seul ingénieur dans toute l'histoire de l'ingénierie des ponts du Canada et des États-Unis à utiliser ce système. On peut donc affirmer que le pont Tessier à Saint-Raymond et celui sur le Bras Saint-Nicholas à Montmagny sont aujourd'hui les seuls spécimens *Schwedler* qui puissent être observés de l'Atlantique au Pacifique.

#### **4. LA RÉHABILITATION DES PONTS DU PASSÉ : UN PONT VERS L'AVENIR**

Témoins des avancées fulgurantes de l'ingénierie civile de la fin du 19<sup>e</sup> siècle, les ponts de Gérard Macquet sont des pièces historiques incontournables sur l'échiquier du patrimoine bâti québécois. Ces ouvrages pionniers sont tous de propriété municipale et le ministère des Transports du Québec n'a de juridiction sur aucun d'eux. Mais, en tant que leader des grands travaux routiers, il est convaincu du bien-fondé de la conservation de cet héritage irremplaçable et, à titre de partenaire des propriétaires de ces ponts, celui-ci met toute l'expertise technique de ses ingénieurs et techniciens à leur restauration respectueuse dans la mesure, toutefois, où la loi de la Voirie le lui autorise.

Voyons les efforts déployés par les services d'ingénierie du ministère des Transports dans un cas bien précis : la restauration du pont parabolique de Saint-Gabriel-de-Valcartier.

##### **4.1 Restauration du pont parabolique Macquet de Saint-Gabriel-de-Valcartier**

À l'été 2001, le *ministère des Transports* investissait 680 000 \$ pour la restauration du pont Macquet de Saint-Gabriel-de-Valcartier. Le pont Clark constitue l'un des trois derniers ponts paraboliques de la province de Québec. Depuis 1891, il franchit de ses 58,7 mètres de charpente l'auguste rivière Jacques-Cartier au cœur d'un paysage campagnard bucolique auquel il se fond très agréablement.

###### **4.1.1 Aspect patrimonial du projet**

Avec une note de 75, cette structure est un ouvrage avec un indice patrimonial élevé. Le projet cherchait donc à le conserver dans son cachet d'origine tout en s'assurant qu'il répond convenablement aux besoins routiers bien actuels de la municipalité. Le mot d'ordre était de préserver la forme, le matériau et les détails qui font l'essence même d'un ouvrage patrimonial.

###### **4.1.2 Les désordres de l'ouvrage**

À la suite de la dernière inspection générale rédigée selon les règles du système d'inspection numérique des structures en vigueur au *ministère des Transports du Québec*, le pont ancestral présentait plusieurs désordres dénonçant son âge. Ces désordres se localisaient principalement sous le niveau de la chaussée c'est-à-dire aux éléments mal aérés dont la configuration favorise l'accumulation des dépôts des abrasifs et sels déglaçant qui créent, rappelons-le, de véritables foyers de corrosion. Des amincissements importants étaient relevés aux entretoises, longerons et contreventements du tablier au point d'imposer des limites de charges affichées de 18 t 26 t 34 t. Sur les cordes inférieures des poutres triangulées, on retrouvait de la corrosion importante avec de la perforation très localisée. La partie supérieure des poutres ne présentait aucun désordre particulier.

###### **4.1.3 Capacité structurale de la charpente**

Habituellement, les structures de ponts-routes de cette époque étaient calculées pour supporter un chariot de 5 à 10 tonnes impériales et la limite élastique des aciers se situait aux environs de 200 Mpa. L'évaluation de capacité portante a mis en évidence les éléments structuraux les plus faibles de la charpente. Ces derniers sont d'abord, la partie métallique du tablier (longerons et entretoises) et certaines membrures diagonales de la poutre triangulée parabolique.



En remplaçant les profilés d'origine du tablier par des pièces de nuance 350 Mpa et en solidarisant les profilés en C composant les éléments faibles de la poutre triangulée, la capacité portante a pu être augmentée. En effet, selon la position d'un véhicule donnée sur le pont, ces diagonales, prévues pour travailler principalement en tension, peuvent être soumises occasionnellement à des efforts de compression. Ces efforts peuvent engendrer le flambement de la membrure via un élancement trop grand (flambement dit local de l'axe faible entre deux points d'attache des composantes). Afin de remédier à ce problème, nous avons solidariser ces composantes entre elles afin de forcer un flambement global de la membrure avec des éléments de liaison. La corde supérieure n'a pas été renforcée, compte tenu qu'un affichage de limites des charges de 32 t 42 t 50 t répondait aux besoins en circulation de ce segment du réseau routier local.

En résumé, l'évaluation a démontré que l'effet de redondance de ce genre de treillis, attribué à la multiplication des intersections, alloue à la poutre une plus value en capacité et que la poutre parabolique Macquet est encore aujourd'hui de bonne capacité. L'avenir donna raison à Gérard Macquet, qui, dès 1888, avait annoncé au ministre sa crainte devant la progression des charges et l'importance de concevoir des charpentes avec de bonnes réserves de capacité.

#### 4.1.4 Brève description des travaux de réhabilitation

La géométrie de la charpente a été respectée scrupuleusement sans aucun ajout quelconque de matériaux rapportés. Les travaux de charpente métallique ont nécessité le remplacement de 24 tonnes d'acier et consistaient :

- au remplacement complet du tablier soient les longerons, les entretoises et les contreventements;
- à la remise à neuf des poutres triangulées. Cette opération a contraint au remplacement complet ou partiel de 21 montants, le renforcement de 8 diagonales et à la réfection des 2 cordes inférieures. La nuance d'acier est de 300 W pour les pièces de substitut à la poutre telles que cornières, plaques et profilés en C.



Figure 15. Image sur le vif des opérations de remplacement des entretoises et longerons du tablier par les ouvriers de Stellaire Construction en juillet 2001.

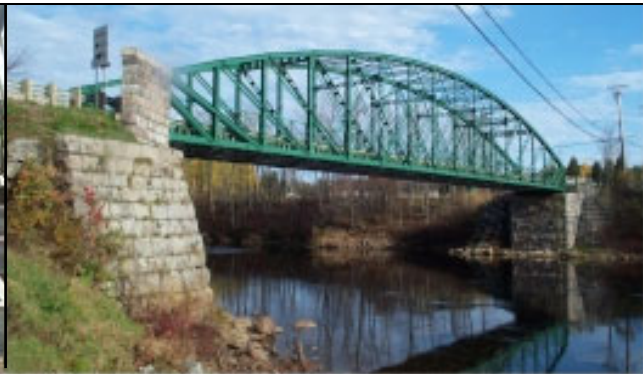


Figure 16. Le pont parabolique de Gérard Macquet une fois remis à neuf fait honneur à son concepteur du haut de la Jacques-Cartier à Saint-Gabriel-de-Valcartier.

Collection Jean LeFrançois.

Les caractéristiques de l'époque ont été maintenues: le design unique des culées en pierre de maçonnerie, les appareils d'appuis de l'époque, le platelage en bois, les glissières à grillage, les pilastres en maçonnerie donnant l'effet de portail, le vert des charpentes, bien que n'étant pas d'origine, puisque les «*treillis métalliques*», comme nos prédécesseurs du *Département des Travaux publics* les nommaient, étaient peints de couleur gris perle.

Pour les assemblages, les concepteurs ont rejeté la soudure et choisi l'usage exclusif de boulons à têtes rondes (*TCB – tension control bolt*) qui donnent l'illusion de rivets lorsque la tête est disposée dans l'axe de vision le plus machinal d'un usager du pont.

#### 4.1.5 Constat du projet

Les concepteurs, les ingénieurs Jean Vandal et Nicolas Patry de la Direction Territoriale de Québec, ont préparé un projet qui se rapproche de très près des pratiques en restauration des ponts patrimoniaux qu'entend se doter à très court terme le *ministère des Transports* dans le cadre de ses orientations ministérielles.

### 5. CONCLUSION

Les ponts construits au Québec durant les cinq années de la politique des ponts métalliques constituent des pièces majeures du génie des techniques du 19<sup>e</sup> siècle. Dans cette industrie dominée par la technologie américaine héritée des grands travaux du rail, la touche typiquement européenne de l'ingénieur Gérard Macquet dans la construction des premiers ponts-route métalliques confère une unicité sans prix aux six derniers ponts Macquet.

D'après les recherches de Robert W. Passfield, historien des techniques à Parc Canada et premier découvreur de l'héritage Macquet, ces structures sont des ouvrages rarissimes, voire uniques au Canada. Ces hardis ponts pionniers de signature Macquet sont parmi les quelques ponts rivetés à charpente datant du XIX<sup>e</sup> siècle encore existants en terre canadienne. Bien entretenues et sans abus d'usage, ces structures très agréables à l'œil sont, en quelque sorte, indestructibles. Il est impératif de veiller à leur conservation respectueuse, à leur promotion et à leur appropriation puisqu'ils sont notre histoire.

### 6. REMERCIEMENTS

Nous désirons remercier Monsieur Robert W. Pasfield pour ses recherches sur les ponts Macquet, Monsieur Gaétan Forest pour son aide dans la recherche et le prêt d'archives et Monsieur Guy Richard, ingénieur directeur à la Direction des structures du ministère des Transports du Québec pour son implication dans le dossier des ponts patrimoniaux.

### 7. RÉFÉRENCES

- Auteurs inconnus, *St-Raymond. Une ville, une histoire*, 1984, p.27.
- Chamberlin William P., New York State Department of Transportation, *Historic bridges-Criteria for decision making, figure 4 Explanation of bridges truss types, Truss ia study by the Historic American Engineering Record*, octobre 1983.
- Dominion Bridge to AMCA International, *Vision in steel – 1882-1982/One Hundred Years of Growth*.
- Larue et Marcotte, *Premier centenaire de St-Raymond, 1842-1942*, 1942.
- Lefrançois Jean, *L'histoire des ponts du Lac-Saint-Jean, de la colonisation à aujourd'hui*, *Saguenayensia*, oct.-déc. 1999.
- Macquet Gérard, Direction de la construction des ponts métalliques, Département des Travaux Publics, *Devis et Cahiers des charges 1888. No. 10. Relatifs à l'entreprise des travaux de constructions de la superstructure métallique du pont fixe, à établir à St-Raymond, comté de Portneuf, sur la rivière Ste-Anne*, 27 septembre 1888.
- Macquet, G., Gauvin C-É, Ponts métalliques : *Registre de correspondances*.
- Marier Jean-Jacques, *Les ponts d'Alma*, 1980.
- Mende Michael, *Biographical Note, Johann Wilhem Schwedler (1823-94)*, The journal of the Society for Industrial Archeology, volume 23, numéro 2, 1997, p. 47-48.
- Passfield Robert W., *La politique des ponts métalliques*, *Bulletin Aqpi*, vol. 5, numéro 3, printemps 1993.
- Passfield Robert W., *The Turcot Riveted arch-Truss Bridge: «As rigid and unyielding as a stone arch»*, *Industrial Archeology*, vol. 23, numéro 2, 1997.
- Rapports généraux du commissaire de l'Agriculture et des Travaux publics de la province de Québec 1887 et 1888*.
- Tremblay Victor, *Alma au Lac Saint-Jean, son histoire*.
- Waddell J. A. L., *Bridge engineering, Volume 1*, 1925.