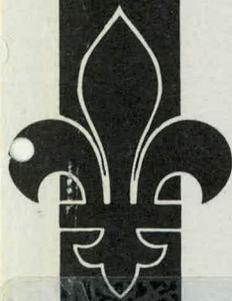


SERVICE DES
OUVRAGES D'ART

L'HISTOIRE DES PONTS DU QUÉBEC



MINISTÈRE DES
TRANSPORTS

DIRECTION DES STRUCTURES

CANQ
TR
GE
113

330463

L'HISTOIRE DES PONTS DU QUÉBEC

par

Robert Desrosiers, ing.

Gouvernement du Québec
Ministère des Transports
Direction des structures

avril 1991



MINISTÈRE DES TRANSPORTS
CENTRE DE DOCUMENTATION
700, BOUL. RENÉ-LÉVESQUE EST,
21^e ÉTAGE
QUÉBEC (QUÉBEC) - CANADA
G1R 5H1

CAWQ
TR
QE
113

L'HISTOIRE DES PONTS DU QUÉBEC

TABLE DES MATIERES

1- Les sources

2- Les ponts en bois

- 2.1- Les poutres en bois
- 2.2- Les ponts couverts

3- Les ponts en acier

- 3.1- Les ponts à poutres triangulées
- 3.2- Les ponts à poutres à âme pleine
- 3.3- Les ponts en arc
- 3.4- Les ponts à câbles

4- Les ponts en béton

5- Les ponts en béton précontraint

6- Évolution

NOTE-

Ce texte utilise le système international d'unités (SI); cependant les mesures des anciens ponts sont données suivant le système d'unités utilisé sur les plans. Le pied (pi) vaut 0.3048 m, le pouce (po) 25.4 mm; ces deux mesures de longueur sont associées avec les symboles ' et ''.

1- LES SOURCES

L'écrivain qui voudra écrire l'histoire des 8500 ponts actuels et des autres ponts construits au Québec depuis 300 ans devra consulter les procès-verbaux des séances du conseil municipal des 1500 municipalités du Québec, les minutes des contrats signés devant les notaires, et les archives de plusieurs organismes gouvernementaux et privés. Jusqu'à une époque récente, les ponts, comme les routes, étaient construits par les administrations publiques locales et quelquefois par des corporations privées. D'ailleurs les ponts, à quelques exceptions près, appartiennent encore tous aux municipalités; les seules exceptions sont les dix ponts à péage sur lesquels les droits ont été abolis le 1^{er} avril 1942, les ponts interprovinciaux, les ponts construits par le gouvernement fédéral au-dessus du fleuve Saint-Laurent, quelques ponts provinciaux importants et les ponts de sociétés privées ou d'autres ministères. Après avoir limité nos recherches à une centaine d'ouvrages d'art et à quelques publications générales, ce chapitre sur l'histoire des ponts traitera de l'évolution dans le temps des ponts construits avec les matériaux courants, c'est-à-dire le bois, l'acier, le béton armé et le béton précontraint.

2- LES PONTS EN BOIS

Les principales zones habitées de l'immense territoire du Québec se situent dans le bassin hydrographique du Saint-Laurent. Ce fleuve baigne les plus importantes villes de la province. Il sert d'axe de colonisation et, avec ses tributaires, de moyen principal et presque unique de transport jusqu'au milieu du XIX^e siècle. Ceci explique pourquoi la construction de routes et de ponts ne constitua pas une priorité pour les pionniers.

Le chercheur peut retrouver des documents d'archives montrant l'existence de ponts en bois au-dessus de petits cours d'eau sur des chemins reliant les centres de peuplement de l'époque coloniale française, soit jusqu'en 1760.

Dans "La vie quotidienne en Nouvelle-France", Raymond Douville et Jacques Casanova ont décrit l'état des routes entre Québec et Montréal à cette époque.

"En 1730, on ne dispose encore que de tronçons de route sans symétrie et sans ponts sur les ruisseaux. Les rivières importantes - il y en a une quinzaine - ne sont pas toutes pourvues de bacs. Il faut traverser en canot et prendre une autre voiture sur la rive opposée. En 1727, l'intendant Dupuy met un mois pour aller (de Québec) à Montréal et en revenir.

En 1729, le poste (de grand voyer) est accordé à l'ingénieur Jean-Eustache Lanouiller de Boisclerc. Il entreprend d'abord la reconstruction des ponts existants selon une nouvelle technique appropriée au climat. La pression de la descente des glaces au printemps prohibe l'usage de piliers au centre des cours d'eau. Il ne peut donc être question de pont sur les rivières plus larges que quarante pieds, longueur maximum des lambournes, fixées à chaque rive sur des assises de pierre. Là où les ponts sont possibles, il faut les couvrir de planches pour les protéger contre les intempéries et contre les amoncellements de neige."

La plus ancienne mention précise, trouvée dans "Les Anciens canadiens" de Philippe-Aubert de Gaspé, situe un pont sur la rivière du Sud, à quelques lieues à l'ouest de Saint-Thomas de Montmagny, vers 1750. La même source mentionne la construction d'un pont sur la rivière des Mères vers 1800 et sur la rivière du Sud en 1813. Les autres cours d'eau étaient franchis à gué, en canot, le cheval suivant à la nage, ou sur un bac avec voiture et cheval.

2.1- Les poutres en bois

Les premiers ponts furent construits en bois, matériau disponible sur place en grande quantité. On posait quelques troncs d'arbre sur les rives rocheuses ou sur des culées-caissons en bois à claire-voie remplis de pierres, et des madriers en bois équarris servaient de surface de roulement aux voitures. Lorsque la portée dépassait une dizaine de mètres, les poutres longitudinales étaient renforcées par un assemblage de membrures disposées en forme de poutres triangulées à un ou deux montants, nommé poutre ou ferme à poinçon (Kingpost). Ce système simple est encore utilisé sur des chemins forestiers et dans les régions de villégiature (figure 1).

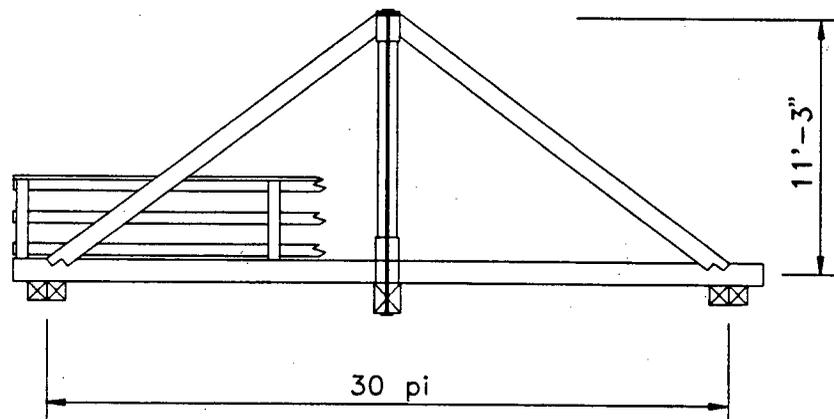


Figure 1 - Poutre à poinçon en bois.

Sur des cours d'eau plus larges, afin de diminuer le nombre de piles en rivière, on allongea la portée jusqu'à 20 m en supportant les points intermédiaires du tablier à l'aide de contrefiches en bois. La poussée sur la pile était équilibrée par la masse de la culée ou par la poussée de la contrefiche de la travée adjacente. Les municipalités rurales érigèrent plusieurs ponts de ce modèle sur les rivières de leur territoire.

Ces ponts primitifs ne duraient pas longtemps. Le bois pourrissait au bout de quelques dizaines d'années ou les piles étaient emportées par la crue des eaux.

On retrouve des représentations de ces ponts sur quelques peintures anciennes, sur des dessins réalisés par les officiers anglais en garnison à Québec à la fin du XVIII^e siècle et, à partir de 1870, sur les photographies des pionniers de l'art visuel .

Une carte de la ville de Québec, dessinée en 1759 par un capitaine de la marine anglaise, montre un pont de bateaux sur la rivière Saint-Charles; des madriers reposant sur une série d'embarcations ancrées parallèlement au courant constituaient le tablier. Mais le premier pont permanent érigé au-dessus de cette rivière le fut en 1789; le pont Dorchester était situé à l'endroit où se trouve aujourd'hui le pont Drouin. La corporation privée à laquelle il appartenait le fit reconstruire au bout de la rue Craig (maintenant rue du Pont) en 1820. Il fut refait en 1870 à la suite d'un incendie.

Dans la région de Montréal, les premiers ponts importants à poutres en bois remplacèrent des bacs au milieu du XIX^e siècle. Une société construisit les ponts Viau, à Ahuntsic, et Lachapelle, à Cartierville, au-dessus de la rivière des Prairies. James Porteous érigea un pont à Sainte-Rose, au-dessus de la rivière des Mille-Iles, après l'obtention d'une charte en 1830. Après deux faillites, une reconstruction et quelques changements de propriétaires, Daniel-Adolphe Bélair racheta la franchise en 1857 et construisit le troisième pont, mais vis-à-vis l'île Bélair cette fois. Le pont Plessis-Bélair mesurait 1650 pi (500 m) et comptait 46 travées de 6 à 24 m reposant sur 37 piles et 2 culées, quelques piles portant 2 chevalets. Il fut exproprié par le ministère des Travaux publics du Québec en 1940 et remplacé par le pont de la route 117 en 1946. Le règlement de l'expropriation avec les héritiers du constructeur se termina en 1961, après un jugement de la Cour suprême du Canada en faveur du gouvernement et la vente par la Cie du pont Plessis-Bélair à la province de Québec.

A Saint-Eustache, sur la même rivière, la famille de Bellefeuille entreprit la construction du pont qui porta son nom, en 1848; il céda sa place au pont Arthur-Sauvé, sur la route 148, en 1948. Cet ouvrage comprenait 26 travées variant de 12 à 19 m, appuyées sur 2 culées et 25 piles. Chaque pile prenait la forme d'un caisson à claire-voie en bois, rempli de pierres et mesurant de 3 à 7 m dans le sens de l'axe longitudinal du pont. Les poutres en bois étaient renforcées par une sous-poutre aux bouts de laquelle s'appuyaient des contrefiches; d'autres étaient soutenues en plus à l'aide de tirants en acier raidis sous le tablier par des lanternes de serrage (figure 2).

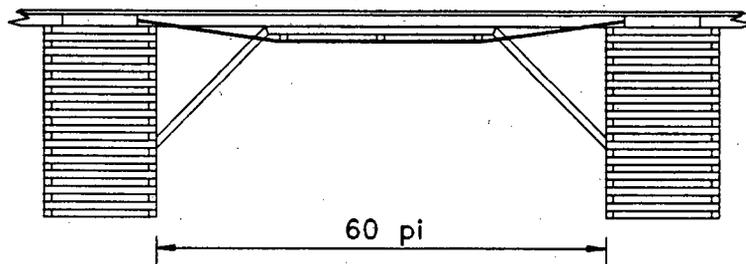


Figure 2 - Pont de Bellefeuille sur la rivière des Mille-Iles.

2.2- Les ponts couverts

Pour obtenir de plus longues portées, on fit appel à la technique des ponts en bois à poutres triangulées. Cet arrangement de pièces en bois fut imaginé par Andrea Palladio, en Italie, vers 1560; on ne reprit son utilisation en Europe que deux siècles plus tard. La technique fut ensuite développée aux Etats-Unis et au Canada pour s'adapter au contexte nord-américain (figure 3).

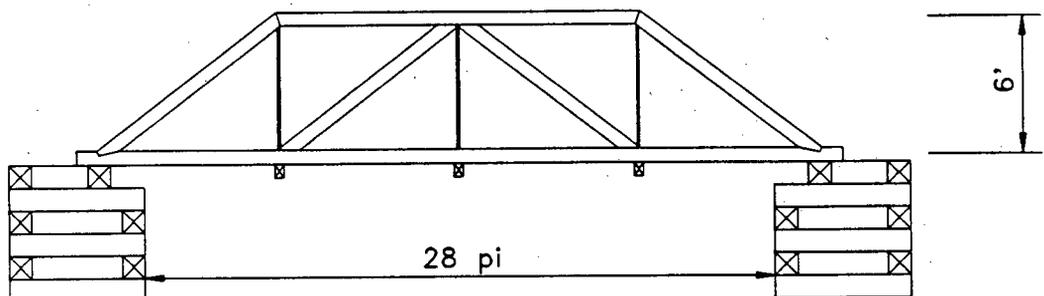
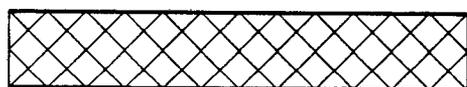


Figure 3 - Pont sur le ruisseau Vincelot à Cap-Saint-Ignace.

En 1806, on retrouve deux ponts construits à la pointe nord de l'île de Montréal par Thomas Porteous, suivant le modèle du pont de Schaffhausen, sur le Rhin, en Suisse. Ces ponts ne durèrent que quelques années.

C'est vers cette époque qu'on commença à recouvrir les ponts en bois d'une toiture et de murs latéraux pour protéger la structure contre les intempéries. Aux Etats-Unis, de nombreux ingénieurs et constructeurs imaginèrent et brevetèrent des tabliers formés de poutres triangulées ou en treillis de différentes formes: Town, Long, Howe, Pratt, etc. (figure 4).



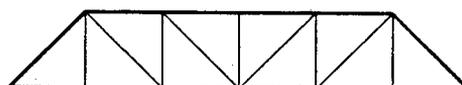
TOWN



LONG



HOWE



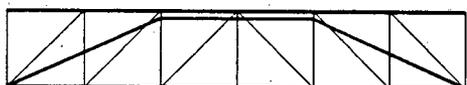
PRATT



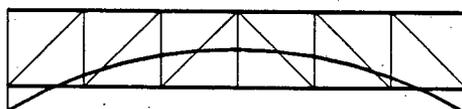
WARREN



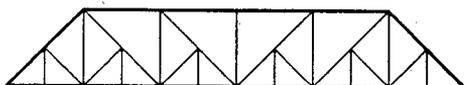
POST



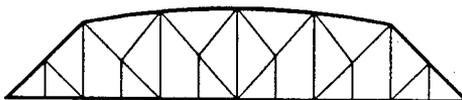
McCALLUM



BURR



BALTIMORE



PETTIT

Figure 4 - Systèmes de poutres triangulées.

Au Québec, le système de poutres latérales le plus courant fut le treillis serré Town, imaginé par Ithiel Town, de Thompson, au Connecticut. Ce treillis était simple à construire et utilisait uniquement des pièces en bois. Les diagonales étaient reliées entre elles, et aux membrures supérieures et inférieures, à l'aide de chevilles en bois ou de fiches métalliques. On ajoutait parfois des montants en bois ou des tiges verticales en acier pour relier les membrures. Seulement quelques ponts furent construits avec d'autres systèmes de poutres, tels les systèmes Howe, Burr et McCallum, surtout au siècle dernier.

Les premiers ponts couverts semblent avoir été construits vers 1830. Ces ponts étaient assez courts, soit une travée de 15 à 30 m, et reposaient sur des caissons en bois remplis de pierres ou sur des culées en pierres. Le développement de chaque région vit sa part de ponts couverts. On en construisit surtout dans les Cantons de l'Est, étant sans doute influencés par les nouvelles techniques développées chez nos voisins du Sud, puis dans le Bas-du-fleuve et en Gaspésie, et enfin dans les territoires de colonisation de l'Abitibi et du Témiscamingue, de 1930 à 1958.

Beaucoup de ces ponts, constitués de plusieurs travées, traversaient de larges rivières; ils remplaçaient un bac ou permettaient d'éviter un long détour de la route. On retrouve des ponts couverts du type Howe à Batiscan, en 1844, et à Châteauguay, en 1845, puis un pont à plusieurs travées, de type Burr, à Melbourne, en 1848.

Voici à titre d'exemples les caractéristiques de quelques ponts couverts construits au Québec.

- Le pont sur le ruisseau Groat, à Saint-Armand, possède la portée la plus courte, 50 pi (15 m), et est un des plus vieux ponts existants.
- Le pont sur la rivière Eaton, à Cookshire, a été construit vers 1860. Sa travée de 130 pi (40 m) est de type Town.
- Le pont sur la rivière Matane, à Saint-Jérôme de Matane, possède la plus longue portée, 158 pi (48 m), et fut construit en 1936.
- Le pont sur la rivière Chaudière, érigé à Notre-Dame des Pins en 1926, est le plus long pont existant. Il comprend 2 travées de 113'-2" (34 m) et 2 travées de 134'-4" (41 m), pour une longueur totale de 495 pi (151 m).

- Le record de longueur d'un pont couvert revient au pont Carbonneau, à Saint-Félicien, sur la rivière Chamouchouane. Ce pont de type Town fut inauguré le 20 octobre 1909 et emporté par les glaces en 1942. Ses 8 travées de 137'-6" (42 m), reposant sur des piles-caissons en bois et en pierres, lui donnaient une longueur totale de 1100 pi (335 m).
- Le pont de Maria, sur la Grande Cascapédia, à New-Richmond, mesurait 910 pi (277 m), soit 7 travées de 130 pi (40 m); il fut construit en 1925 et fut détruit par le feu le 4 août 1953.
- Le pont Percy sur la rivière Châteauguay, à Powerscourt, comprend deux travées de 80 et 85 pi (24 et 26 m). Il fut construit vers 1895 suivant un système mixte de poutres triangulées intégrées à des membrures droites disposées suivant un arc, selon le système conçu par Daniel Craig McCallum.

Quoique plus de 1000 ponts couverts aient été bâtis au Québec, on en dénombrait 246 en 1965, 175 en 1968 et 134 en 1976; il n'en reste que 78 en 1990. Ces ponts ont été soit emportés par une crue des eaux, défoncés par des véhicules lourds, incendiés, ou détruits parce qu'ils ne répondaient plus au besoin de la circulation. Ces ouvrages d'une autre époque possèdent un caractère unique au point de vue patrimonial; le problème de leur conservation nécessite la collaboration de plusieurs organisations afin d'en assurer la jouissance aux générations futures.

3- LES PONTS EN ACIER

La construction des ponts-routes métalliques au Québec coïncida avec l'avènement du chemin de fer, vers 1850. Il s'est peut-être construit des ponts en fer ou en fonte à cette époque, les archives nous le diraient. Les ponts les plus vieux, existants ou récemment remplacés, datent des années 1880. La construction des ponts en bois ne cessa pas pour autant, mais les ponts en acier permirent le franchissement de rivières avec des portées variant entre 20 et 100 m. Les ponts en acier se divisent en quatre grandes catégories: les ponts à poutres triangulées, les ponts à poutres à âme pleine, les ponts en arc et les ponts à câbles.

3.1- Les ponts à poutres triangulées

Les ponts à poutres triangulées, à tablier inférieur, se comptaient par centaines vers les années 1940; il n'en reste présentement que 250, soit si peu que l'on songe déjà à leur conservation comme contribution au patrimoine national.

Quelques ponts de l'époque 1880-1900 subsistent encore de nos jours. Les plus anciens furent construits à Shannon en 1879, à Stanbridge en 1885, à Newport en 1886, à Saint-Raymond en 1889 et à Saint-Eugène vers 1890.

Dans la région du Haut-Saint-Laurent, le pont Turcot, sur la rivière Châteauguay, existe depuis 1891. Ce pont, formé de 18 panneaux principaux et de 2 panneaux d'appui, a une longueur de 263'-6" (80 m). Le panneau d'appui est composé de trois montants que des diagonales réunissent à la membrure inférieure. Les deux poutres sont écartées de 17'-6" (5,3 m). Les plans de ce pont ont été préparés en 1888 par le bureau technique de travaux publics de la Société anonyme internationale de construction et d'entreprise, de Bruxelles, en Belgique. Deux rapports mentionnent que l'ossature est venue de Belgique (figure 5).

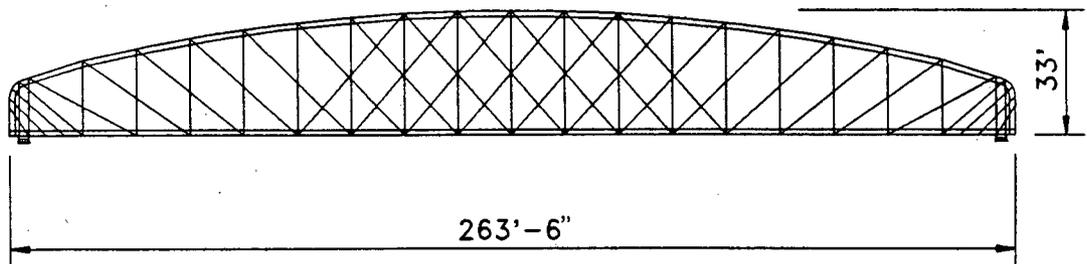


Figure 5 - Pont Turcot sur la rivière Châteauguay.

Un pont semblable, le pont Price ou Clarke, construit en 1892, enjambe la rivière Jacques-Cartier, à Valcartier. Cette travée a une portée de 192'-6" (59 m). Les deux poutres écartées de 17'-5" (5,3 m) d'axe en axe laissent un passage libre de 16 pi (4,9 m) entre les chasse-roues. Le panneau d'appui au-dessus de la culée est composé de deux montants réunis par des croisillons (figure 6).

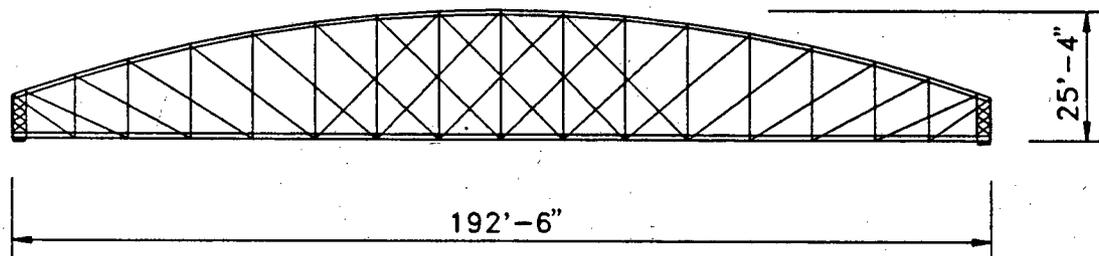


Figure 6 - Pont sur la rivière Jacques-Cartier à Valcartier.

Parmi les types de triangulations couramment adoptés pour des travées plus courtes, surtout entre les années 1910 et 1930, on rencontre souvent le système Warren. La poutre Warren comprend une membrure inférieure et une membrure supérieure reliées par des diagonales, les unes tendues, les autres comprimées. Une de ses variantes, le système Pony-Warren, comprend des poutres de faible hauteur dont les membrures supérieures ne sont pas reliées transversalement entre elles; cette absence de contreventement supérieur permet un dégagement vertical illimité aux véhicules. Ce système fut utilisé pour franchir des portées de 20 à 40 m. Le contreventement transversal est assuré en reliant rigidement aux poutres les pièces de pont sur lesquelles repose le platelage en bois ou la dalle en béton armé. Pour diminuer la portée de la dalle ou éviter l'emploi de longerons, on ajoute parfois d'autres pièces transversales vis-à-vis des montants additionnels dans la poutre triangulée (figure 7).

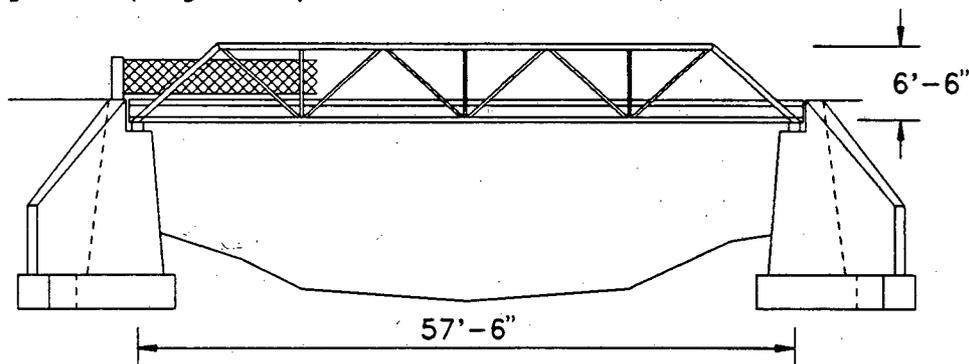


Figure 7 - Pont sur le ruisseau Saint-Louis à Sainte-Marie de Monnoir.

Une seconde variante de la poutre Warren, fabriquée vers 1910, possède un double système de triangulations, c'est-à-dire que ses diagonales se croisent à mi-hauteur (figure 8).

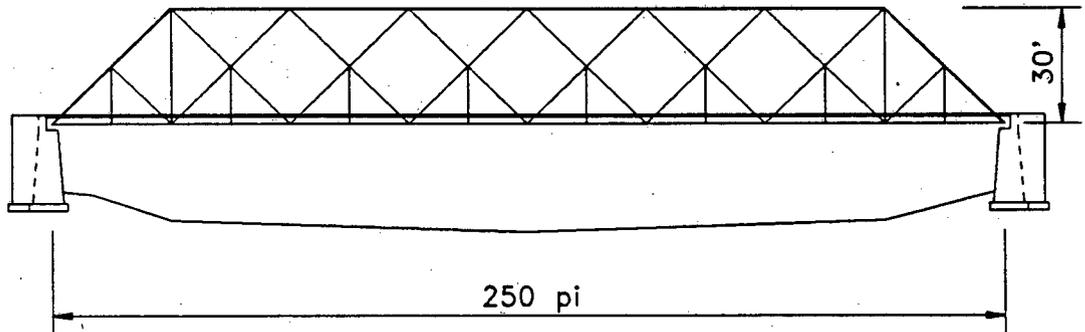


Figure 8 - Pont sur la rivière Bécancour à Sainte-Julie.

Un autre type de triangulations très employé fut le système Pratt dans lequel les diagonales sont tendues et les montants comprimés. Lorsque la portée dépasse 60 m, les panneaux principaux sont subdivisés par un demi-montant inférieur afin de réduire la portée des longerons; on obtient alors le système Baltimore ou le système Pettit (figure 4). La description de tous les systèmes de triangulations possibles et de leurs subdivisions nécessiterait une étude particulière.

Après le rachat, en 1910, de la concession du pont Dorchester, sur la rivière Saint-Charles, la ville de Québec fit construire quatre ponts basculants sur ce cours d'eau navigable. Les ponts Drouin, Dorchester et Laviguer furent érigés entre 1911 et 1916, le pont Samson en 1930. Des contrepoids en béton, fixés aux deux poutres triangulées, équilibraient le poids de la travée principale lors du levage de celle-ci. Plus en amont, le pont Victoria était un pont tournant, il fut construit en 1897 et démoli en 1958. D'autres ponts tournants à poutres triangulées traversaient des cours d'eau navigables, dont plusieurs sur l'ancien canal Soulanges.

Le tablier de la plupart des ponts mentionnés précédemment se trouve au niveau des membrures inférieures des poutres. Cependant lorsque le profil longitudinal de la route surplombe la rivière à un niveau élevé, il est avantageux de construire un pont à tablier supérieur, c'est-à-dire un pont où les véhicules circulent au-dessus de la membrure supérieure des poutres. Cet arrangement diminue la hauteur des piles, assure un dégagement vertical illimité à la chaussée et obstrue moins l'horizon d'un observateur. Là aussi les systèmes Pratt et Warren sont utilisés (figure 9).

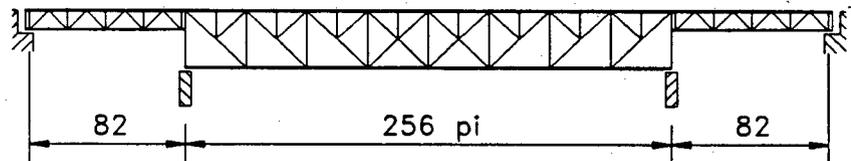


Figure 9 - Ancien pont sur la rivière Bécancour à Saint-Sylvère.

Si la hauteur libre est limitée et qu'on désire conserver une structure assez basse, on construit un pont à tablier intermédiaire, sans contreventement supérieur. On en trouve un bel exemple dans le pont de la rivière Manicouagan, conçu par l'ingénieur Émile Laurence et érigé en 1969 près de Baie-Comeau. La portée centrale de ce pont continu de 900 pi (274 m) de longueur mesure 500 pi (152 m); sa charpente est fabriquée entièrement de pièces d'acier galvanisées.

Plusieurs des ponts les plus importants du Québec sont aussi des structures à poutres triangulées. Parmi ceux-ci, on distingue les ponts cantilevers: leur travée centrale s'appuie sur un porte-à-faux qui prolonge la travée de rive. Voici une liste de ces ponts qui traversent le fleuve Saint-Laurent, avec leurs caractéristiques: longueur totale, portée principale, travée suspendue et année d'ouverture.

- Le pont de Québec, 3239 pi (987 m), portée centrale de 1800 pi (549 m), soit la plus longue travée cantilever au monde, travée suspendue de 640 pi (195 m), ouvert en 1917 (figure 10).

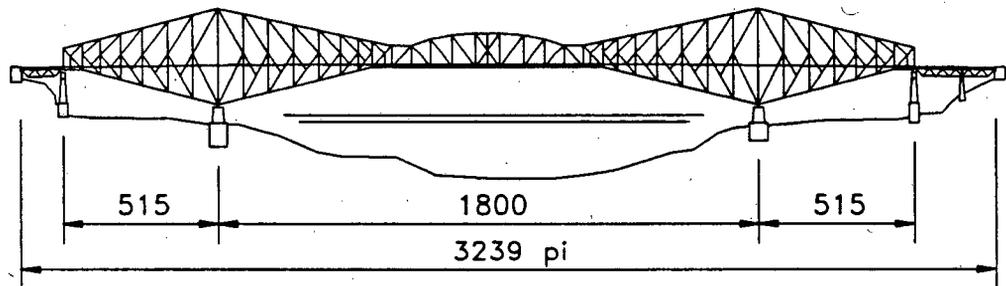


Figure 10 - Pont cantilever de Québec.

- Le pont Jacques-Cartier, environ 11 000 pi (3350 m), portée de 1097 pi (334 m), travée suspendue d'environ 370 pi (113 m), en 1932.
- Le pont Champlain, 11 340 pi (3456 m), portée de 706'-9" (215 m), travée suspendue de 385'-6" (118 m), en 1962.
- Le pont Lavolette, près de Trois-Rivières, 8866 pi (2702 m), portée centrale de 1100 pi (335 m), arc à tirant suspendu de 884 pi (269 m), en 1967.

3.2- Les ponts à poutres à âme pleine

Avant 1940, on construisait peu de ponts à poutres en acier parce que le laminage de grosses pièces ou leur fabrication par soudure ne se pratiquait pas encore. Les poutres étaient alors constituées de cornières rivées à une plaque d'âme. Ces poutres formaient l'ossature de ponts à courtes travées. Ainsi le pont Guin, construit en 1915 sur la rivière Richelieu, comprend 18 travées de 80 pi (24 m) et une travée basculante.

Dans cette catégorie, le type le plus courant demeure le pont à poutres profilées en acier et à plancher en bois. Il est construit en milieu rural, le plus souvent sur des culées en bois. Leur nombre s'élève actuellement à 2500. Ce pont, appelé souvent pont semi-permanent ou pont acier-bois, est économique parce qu'il peut être érigé sur un sol de faible capacité, qu'il s'ajuste facilement aux affaissements du terrain et qu'il nécessite peu d'entretien sous un faible débit de circulation. Des centaines de structures semblables, mais surmontées d'une dalle en béton armé et reposant sur des culées en béton, traversent aussi les cours d'eau de la province.

Il faut attendre la période de 1935 à 1960 pour voir évoluer la construction des ponts en acier. De nouvelles techniques permirent l'amélioration de la qualité des aciers, le laminage de pièces à forte inertie et l'assemblage par soudures ou par boulons à haute résistance. Les premières poutres soudées furent fabriquées en 1939, semble-t-il, tandis que l'assemblage des profilés à l'aide de rivets cessa en 1960, au chantier, et en 1964, à l'usine. Les joints boulonnés firent leur apparition vers 1958. Ces progrès amenèrent la construction de ponts à poutres en acier plus longues, continues, courbes, à hauteur variable, en forme de caisson, en acier résistant à la corrosion atmosphérique, etc. Le nombre et les modèles des ponts construits depuis cette période couvre une gamme de réalisations dont voici quelques exemples.

- Pont de la route 132 sur la rivière Bécancour, 5 poutres continues, soudées, à hauteur variable, 3 travées de 106 pi (32 m) et 2 de 85 pi (26 m), construit en 1939.
- Pont de la Concorde, sur le Saint-Laurent, à Montréal, poutre-caisson continue et dalle orthotrope, 3 travées de 525 pi (160 m) et 2 de 340 pi (104 m), en 1965.
- Pont de l'autoroute 13 sur la rivière des Prairies, 4 poutres-caissons continues à parois inclinées, 5 travées de 255 pi (78 m) et 2 de 240 pi (73 m), en 1975

- Pont sur la rivière York, à Gaspé,
3 poutres-caissons continues à parois inclinées,
3 travées de 241, 320 et 241 pi (73, 98, 73 m),
en 1979 (figure 11).

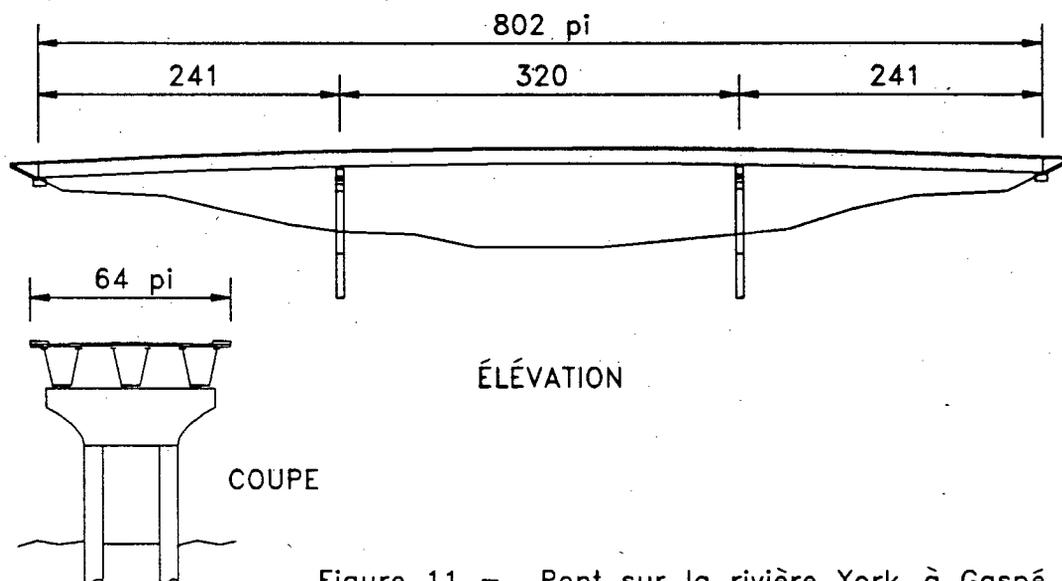


Figure 11 - Pont sur la rivière York à Gaspé.

- Pont sur la rivière Sainte-Marguerite, à Sept-Iles,
5 poutres en forme de I, sur deux béquilles,
3 travées de 41.8, 54, 41.8 m, en 1989 (figure 12).

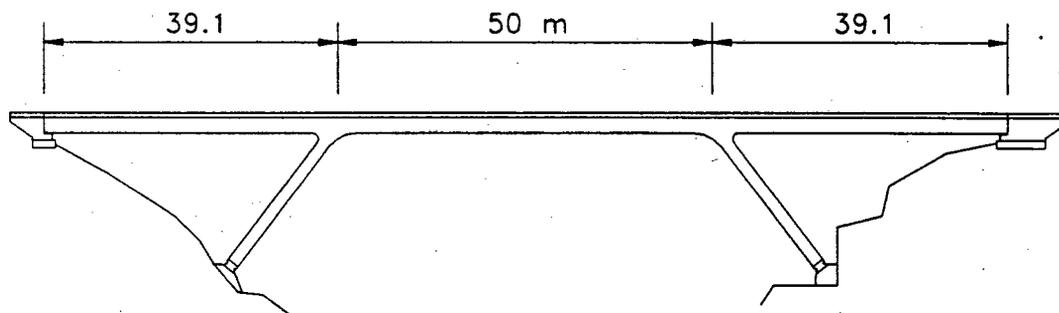


Figure 12 - Pont sur la rivière Sainte-Marguerite à Sept-Iles.

3.3- Les ponts en arc

La plupart des vieux ponts en arc sont à tablier supérieur. Les charges du tablier sont transmises à l'arc par des montants. Dans un modèle plus fréquent, le tympan comprend également des diagonales qui soutiennent des montants secondaires ajoutés en vue de diminuer la portée des longerons du tablier. Cet arc triangulé est souvent prolongé jusqu'aux culées par des travées de rive appuyées sur un demi-arc; ce système permet de diminuer la poussée de l'arc principal sur les appuis.

Le pont Lizotte, érigé sur la petite rivière du Chêne, à Deschaillons, en 1964, se compose d'une travée centrale en forme d'arc à trois articulations, de 200 pi (61 m) de portée, et de deux travées de rive constituées chacune par un encorbellement solidaire des demi-arcs de la travée centrale; ces encorbellements se raccordent avec les arrière-culées au moyen de travées à poutres droites. Ce pont est cependant plus connu parce qu'il fut le premier pont important dont toutes les pièces furent galvanisées à chaud (figure 13).

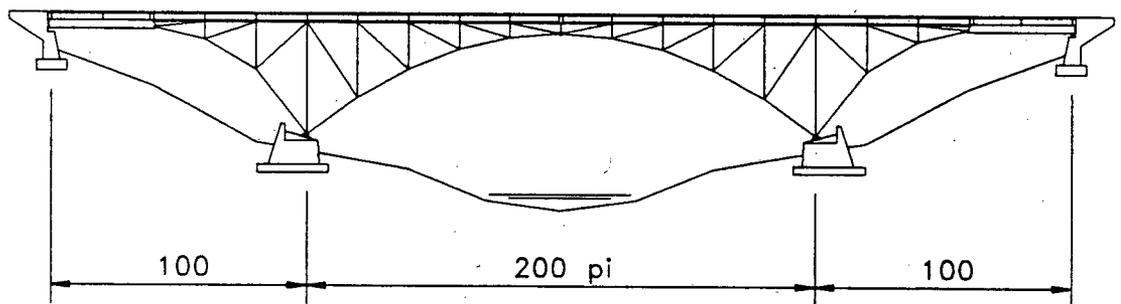


Figure 13 - Pont Lizotte à Deschaillons.

Dans les ponts en arc à tablier inférieur, si la poussée de l'arc n'est pas reportée aux fondations, elle est reprise par la poutre du tablier qui agit alors comme tirant. Quelques ponts en arc à tirant, ou bow-string, ont été construits avec des portées d'environ 45 m vers 1935 (figure 14).

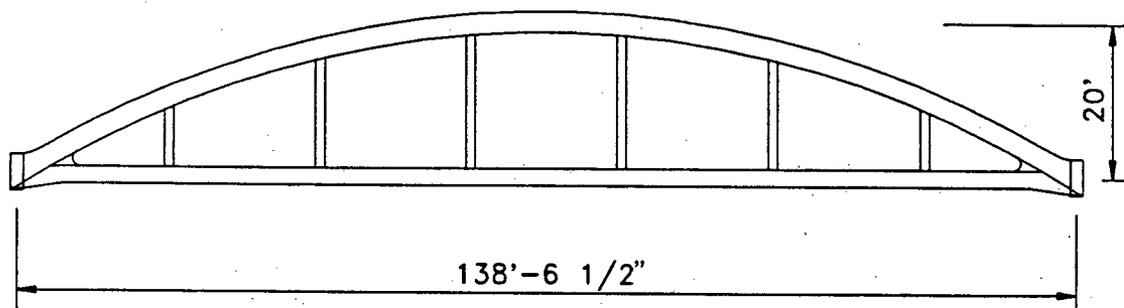


Figure 14 - Pont sur la rivière Châteauguay à Ormstown.

Un type de pont en arc assez particulier a été construit à quelques reprises depuis 1960. Il s'agit d'un ouvrage dont le tablier est constitué d'une poutre très rigide renforcée par un arc de faible inertie auquel elle est reliée par des montants. Le calcul de ce pont s'effectue avec la méthode de Josef Langer, un ingénieur autrichien qui l'étudia vers 1860. Le pont à poutre Langer est parfois économique pour des portées de l'ordre de 100 m; il permet d'obtenir une structure d'aspect léger et esthétique.

Quatre autres ponts assez identiques furent construits de 1970 à 1978 avec des travées de 300 pi (91 m) à Northfield, à Grand Remous, à Sheldrake et à Milnikek. Le pont Lachapelle, érigé en 1976 sur la rivière des Prairies, comprend deux portées de 220 pi (67 m) et aussi la plus longue travée de ce type avec une portée de 409 pi (125 m).

Le pont sur la rivière Ouelle, construit en 1959, offre une portée de 280 pi (85 m). Il possède même la particularité d'avoir un contreventement supérieur formé d'une poutre Vierendeel: cette poutre transversale ne comprend que des traverses encastées à l'arc sans aucune diagonale. Elle fut imaginée par le professeur belge A. Vierendeel (1852-1940) (figure 15).

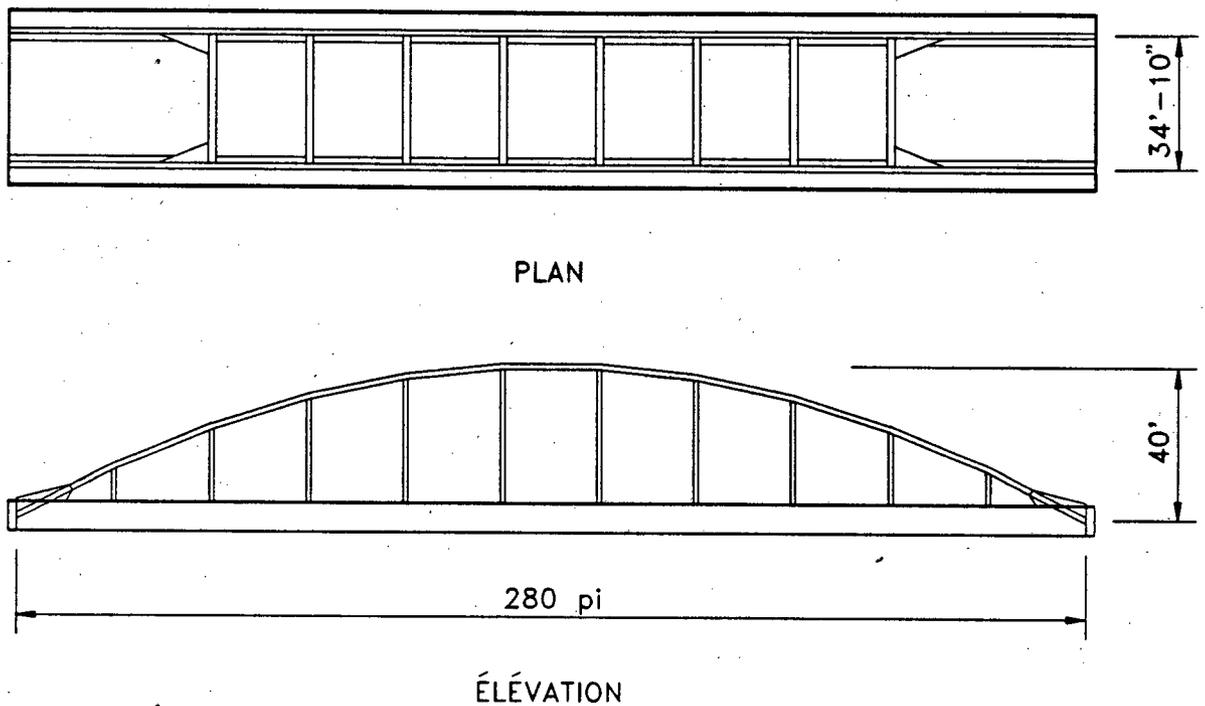


Figure 15 - Pont en arc sur la rivière Ouelle.

Comme curiosité intéressante, citons également un pont en arc en aluminium, construit près des usines de la société Alcan, à Jonquière, en 1950. Ce pont à tablier supérieur mesure 504 pi (154 m) de longueur, incluant l'arc à deux articulations de 290 pi (88 m) (figure 16).

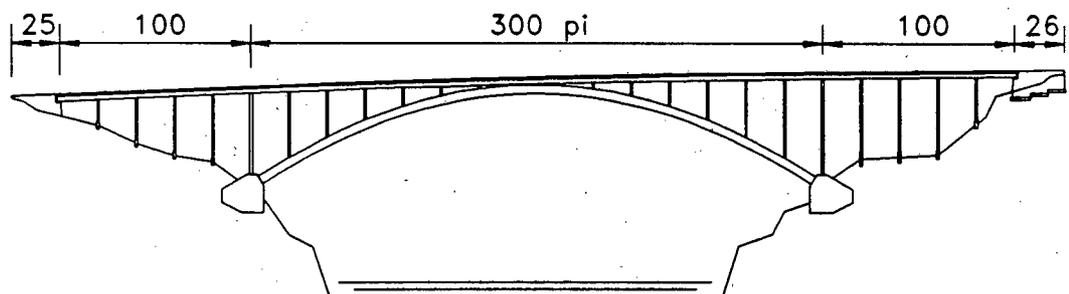


Figure 16 - Pont en aluminium sur la rivière Saguenay.

3.4- Les ponts à câbles

Lorsqu'il s'agit de très grandes portées, les concepteurs se tournent maintenant vers les ponts à câbles, abandonnant les poutres triangulées en cantilever, lesquelles sont réservées à des cas spéciaux. Pour des portées de l'ordre de 100 à 400 m, on rencontre depuis 1960 quelques ponts à haubans, tandis que le pont suspendu, plus ancien, est réservé aux très grandes portées. Voici une liste de quelques ponts à câbles, avec leurs caractéristiques.

- Le pont suspendu de Grand-Mère, sur la rivière Saint-Maurice, portée de 948 pi (289 m), construit en 1928.
- Le pont suspendu de l'Ile d'Orléans, longueur totale de 5700 pi (1737 m), portée de 1059 pi (323 m), en 1935.
- Le pont Pierre-Laporte, pont suspendu, 3414 pi (1041 m), portée de 2190 pi (668 m), en 1970 (figure 17).

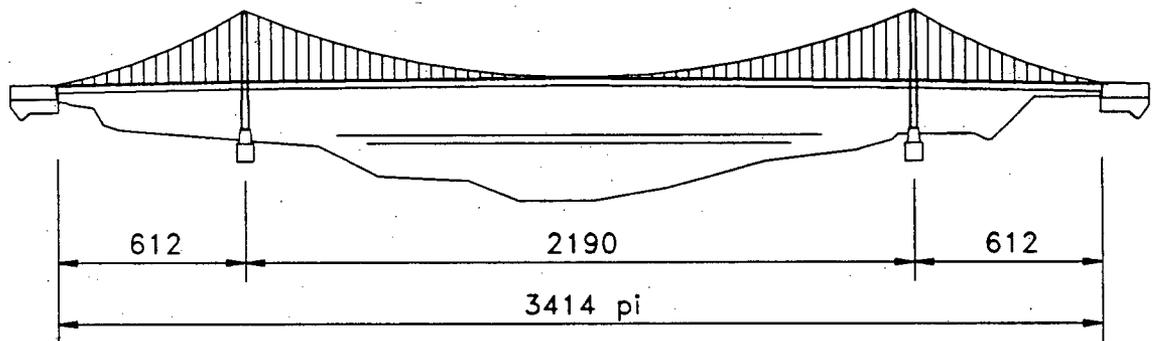


Figure 17 - Pont Pierre-Laporte sur le fleuve Saint-Laurent.

- Le pont Galipeault de l'autoroute 20 Sud, à l'île Perrot, pont à haubans, 1612 pi (491 m), 2 portées de 308 et 154 pi (94 et 47 m), en 1964.
- Le pont des Iles, à l'île Sainte-Hélène, pont à haubans, 688 pi (210 m), 2 portées de 344 pi (105 m), en 1965.
- Le pont de Kénogami, sur la rivière Saguenay, pont à haubans, 600 pi (183 m), portée de 450 pi (137 m), en 1972.
- Le pont Papineau-Leblanc, sur la rivière des Prairies, pont à haubans, 1394 pi (425 m), portée de 790 pi (271 m), en 1969 (figure 18).

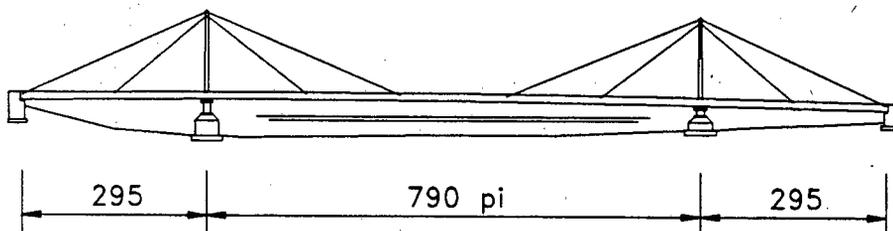


Figure 18 - Pont Papineau sur la rivière des Prairies.

4- LES PONTS EN BÉTON

L'utilisation du béton commença au début du siècle. Ce matériau, un mélange de ciment, de sable, de gravier et d'eau, remplaça les moellons et la pierre de taille dans les culées et les piles de ponts. Les premiers plans normalisés de ponceaux de 5 m, et de ponts à dalle épaisse ou à poutres de 8 m, datent de 1920. Ces ponts étaient armés avec des barres lisses: carrées, torsadées ou rondes; l'armature en barres crénelées fut disponible vers 1950. Quelques ponts datant de 1920 à 1930 ont des poutres présentant l'aspect du béton, mais elles sont constituées d'une poutre en acier en forme de I, d'une dizaine de mètres, enrobée de béton; le béton sert de recouvrement pour protéger l'acier et agit de façon composite avec le profilé.

Tous les types d'ouvrages furent construits en béton: ponceau, portique, dalle épaisse, poutre simple ou continue, tablier avec porte-à-faux longitudinal, arc sous remblai ou sous montants, etc.

La plupart des ponceaux, c'est-à-dire les petits ponts de moins de 4,5 m d'ouverture et les autres ponceaux normalisés jusqu'à 10 m environ, sont construits en béton armé. Ils ont la forme d'un portique sur semelles ou sur radier, ou d'un cadre fermé.

Les portiques simples de 3 à 8 m, au début, puis jusqu'à 25 m, et des ponts à poutres de 8 à 40 m ont été coulés en place à plus de 1000 exemplaires. Si populaires de 1930 à 1965, les ponts à poutres en béton armé sont rarement utilisés depuis 1970, tandis que les portiques à dalle épaisse, d'une portée de 6 à 20 m, sont employés sur des petits cours d'eau (figure 19).

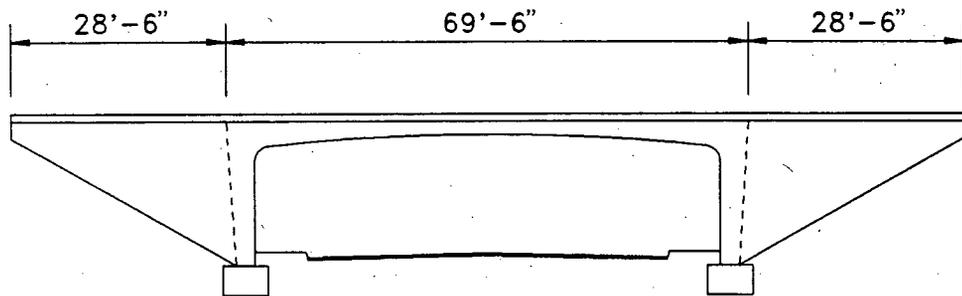


Figure 19 - Étagement de l'autoroute 20 à Laurier.

Pour diminuer le poids de la poutre de hauteur uniforme, on a réduit l'épaisseur de l'âme et concentré l'armature dans la semelle inférieure pour fabriquer des poutres à talon. Quand la portée était plus longue, on réduisait la hauteur en dessinant un intrados circulaire, sinusoïdal ou parabolique, ou des goussets rectilignes.

L'avènement des autoroutes sans intersection à niveau vit la prolifération du tablier à dalle épaisse. Ce type de pont d'étagement permettait de réduire au minimum l'épaisseur du tablier et donc de réduire la hauteur des remblais d'approche aux structures érigées dans la plaine du Saint-Laurent. On a construit beaucoup d'ouvrages à dalle épaisse sous forme de portiques simples, doubles, à béquilles verticales ou inclinées, avec parfois une console aux extrémités.

Lorsqu'une rivière coulait entre deux parois rocheuses, on construisait un pont en arc. Au début la voûte était encastrée sur des culées et surmontée de deux murs tympans servant à supporter un remblai de gravier (figure 20).

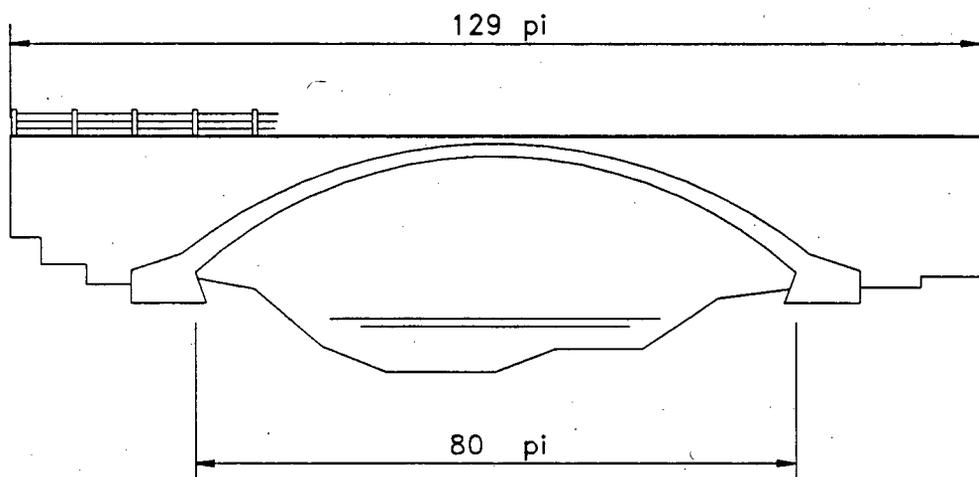


Figure 20 - Pont sur la rivière des Pins à Saint-Philémon.

A d'autres endroits, on rencontre un arc dont le tympan est constitué de murs transversaux supportant la dalle, comme au pont Viau, construit en 1930 sur la rivière des Prairies. Les ponts jumelés de l'autoroute 20 sur la rivière Chaudière sont formés d'un arc à deux articulations supportant les poutres du tablier aux tiers de l'arc seulement.

5- LES PONTS EN BÉTON PRÉCONTRAIT

La technique du béton précontraint fut mise au point en France par Eugène Freyssinet. En 1936, après 30 ans d'étude et de recherches, il put l'appliquer aux ponts, mais ce n'est qu'après 1945 qu'elle se développa sur une grande échelle. Le pionnier de ce nouveau matériau au Canada fut l'ingénieur René Martineau. Après avoir réalisé la première structure précontrainte au Canada, le stade de baseball de la ville de Sherbrooke, en 1952, et la charpente de quelques édifices communautaires, il prépara les plans de cinq ponts d'étagement dans l'échangeur sud du pont Jacques-Cartier. Ce projet comprenait 98 poutres mesurant de 41 à 65 pieds de longueur; elles furent préfabriquées puis précontraintes par câbles ancrés. A la même époque, monsieur Martineau conçut également les poutres de quelques ponts d'étagement de l'autoroute des Laurentides, au nord de Montréal.

De 1959 à 1961, on érigea les 46 travées de deux tronçons du pont Champlain, à Montréal. Chaque travée de 176'-4" (54 m) comprenait 7 poutres préfabriquées sur le chantier et précontraintes par post-tension. La dalle mince de 79 pi (24 m) de largeur fut également précontrainte. Cet ouvrage colossal fut réalisé avec l'aide d'entreprises françaises.

"Précontraindre une structure, selon Freyssinet, consiste à créer dans cette structure, soit avant, soit pendant l'application des charges, des contraintes permanentes telles que lorsqu'elles sont combinées aux contraintes produites par les charges, la contrainte totale demeure dans les limites de contrainte que le matériel peut supporter indéfiniment, quelque soit le cas considéré."

L'idée de la précontrainte dans le béton est d'introduire des contraintes de compression préalables au moyen de câbles en acier dur à haute résistance, constituant une réserve de compression que viennent seulement diminuer les contraintes causées par des actions extérieures.

Il existe deux procédés courants de précontraindre une membrure en béton. Le premier est la précontrainte par adhérence ou par fils adhérents, appelée précontrainte par prétension. Elle consiste à tendre des fils à haute résistance entre deux blocs d'ancrage et à couler le béton dans les coffrages des poutres autour de ces armatures tendues. Après la prise du béton, les fils sont coupés aux extrémités de la poutre et leur tension se transmet par adhérence pour comprimer le béton de la poutre.

L'autre procédé est la précontrainte par ancrage, appelée précontrainte par post-tension. Pour fabriquer ces membrures, on place d'abord des gaines dans les coffrages avant la coulée du béton. Une fois la prise du béton faite, on tend les câbles enfilés dans ces gaines à l'aide de vérins. Le bout des câbles est ensuite retenu aux extrémités de la poutre par des cônes ou par des plaques d'ancrage. Finalement on injecte du coulis de béton dans l'espace entre la gaine et le câble pour empêcher que la rouille n'atteigne les câbles et afin d'assurer l'homogénéité de la poutre. Parfois on enduit l'intérieur de la gaine de graisse pour protéger le câble et pour permettre de l'étirer à nouveau si on constate ultérieurement un relâchement de la tension.

La période de construction de centaines de kilomètres d'autoroutes urbaines et rurales, durant la période 1960-1980, vit la construction de dizaines de ponts de différents types. Beaucoup de ces ouvrages sur rivières furent construits avec des poutres normalisées AASHTO de type III, IV ou V fabriquées en usine. La longueur de ces poutres variait de 20 à 40 m, leur longueur maximale étant limitée par l'encombrement des pièces durant le transport. Quelques grands ponts furent érigés avec des poutres plus longues, coulées sur le chantier, précontraintes par post-tension, puis mises en place avec l'aide de chariots ou de grues.

Plusieurs automobilistes remarquent la grande diversité que présentent les ponts d'étagement situés sur les autoroutes. Cette différence s'explique par le souci du gouvernement de confier les mandats de préparation des plans et devis de ces ouvrages à un grand nombre d'ingénieurs-conseils. C'est ainsi que de Montréal à Rivière-du-Loup, sur l'autoroute 20, la conception des ponts d'étagement fut confiée à différentes firmes privées; chaque bureau avait la tâche de concevoir deux ponts, lesquels se ressemblent beaucoup.

Comme pour beaucoup d'autres ponts d'étagement préparés par les ingénieurs de la Direction des structures, plusieurs de ces ouvrages d'art en béton précontraint par post-tension ont un tablier d'épaisseur uniforme, mais présentant plusieurs types de section. On retrouve la dalle épaisse, la dalle évidée, la poutre-caisson et les poutres continues. Quelques projets mériteraient d'être signalés, entre autres les nombreuses structures érigées dans les échangeurs d'autoroutes de 1965 à 1975 (figure 21).

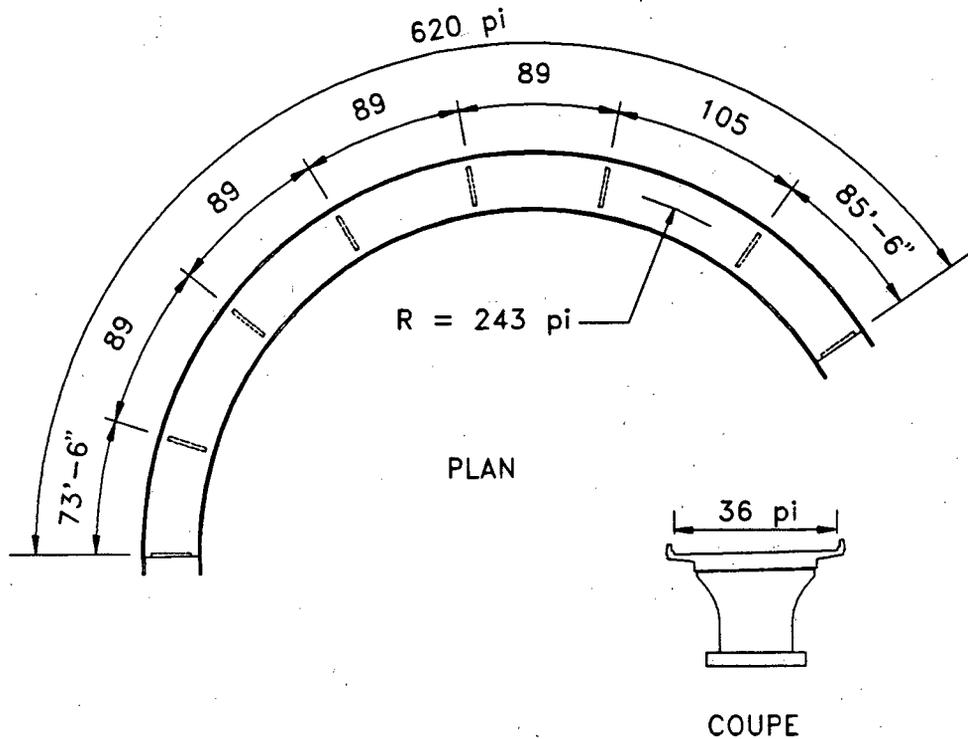


Figure 21 - Pont d'étagement à Sainte-Foy.

La mise en place d'un étaieement pour soutenir les coffrages d'un tablier en béton pose souvent des problèmes lorsque le site est accidenté. Les ingénieurs utilisent alors la technique de la construction par encorbellement. Cette façon de placer des sections de tablier, couramment adoptée pour les charpentes en acier, a permis la construction de ponts en béton précontraint de plus de 100 m de portée. Le tablier est construit par courtes sections, appelées voussoirs, de part et d'autres d'une pile. Ces voussoirs sont soit préfabriqués, soit coulés en place sur équipages mobiles. Ils sont retenus par des câbles de précontrainte reliant leurs extrémités et passant au-dessus de la pile de soutien. Quoique le calcul de ces ponts soit assez complexe, parce qu'il est difficile de prévoir les déformations différées du matériau dues au fluage, quelques imposantes réalisations ont vu le jour au Québec depuis plus de vingt ans; citons les plus remarquables, avec leur portée maximale.

- Pont sur la rivière du Lièvre, à Notre-Dame-du-Laus, portée maximale de 260 pi, (79 m), construit en 1967.
- Ponts jumelés sur la rivière aux Mulets, à Sainte-Adèle, portée maximale de 265 pi (81 m), en 1964.
- Pont sur la rivière Saint-Maurice, à Grand-Mère, portée maximale de 595 pi (181 m), en 1978.
- Pont sur la rivière Matapédia, à Milnikek, portée maximale de 400 pi (122 m), en 1978.
- Pont sur la rivière Rimouski, à Rimouski, portée maximale de 400 pi (122 m), en 1983.
- Pont sur la rivière Kinojévis, près de Rouyn, portée maximale de 130 m, en 1983 (figure 22).

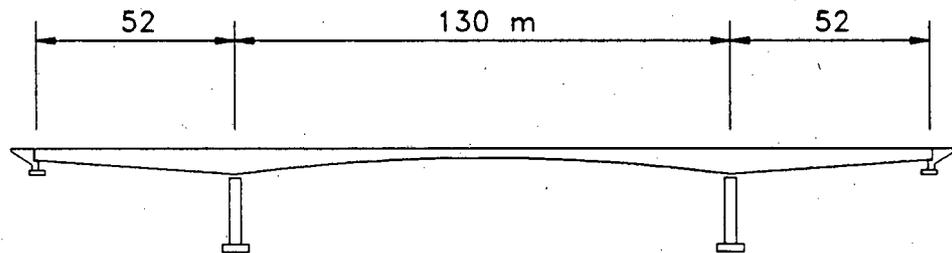


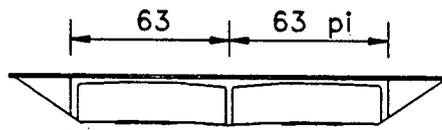
Figure 22 - Pont sur la rivière Kinojévis, en Abitibi.

6- ÉVOLUTION

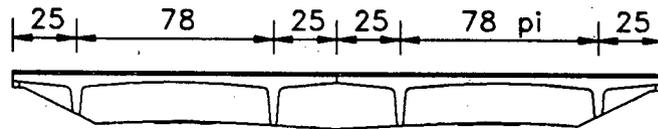
En consultant les dossiers des ponts, on constate que chaque période d'environ vingt ans imprègne une caractéristique particulière aux ponts du Québec. Cette évolution se manifeste dans le choix du matériau, le type de structure, le procédé de fabrication ou dans certains détails de construction. On peut par exemple identifier la période de construction d'un pont par le type de triangulation de ses membrures, la section transversale du tablier en béton et même par le modèle du garde-fou (figure 23).

A un même site, il est fréquent de constater que les différents types de ponts ont été successivement construits: après la chaloupe et le bac, on a érigé d'abord un pont en bois sur culées, et sur piles si la largeur du cours d'eau était trop grande. Puis la circulation des véhicules automobiles, coïncidant avec la vétusté du pont en bois, a amené la construction d'une charpente en acier procurant une chaussée d'environ 5 m de largeur. Cette structure a souvent été remplacée quelques 40 ou 50 ans plus tard, à cause de la rouille qui avait trop endommagé les membrures en acier et à cause de l'étroitesse de la voie carrossable. Avant les années 1960 à 1970, on érigeait des travées à poutres en béton armé sur piles et culées en béton. Depuis cette date des poutres en béton précontraint préfabriquées remplacent la plupart du temps les ponts en acier.

On remarque également que la construction de plusieurs grands ponts, dont ceux sur le Saint-Laurent, s'est déroulée durant deux brèves périodes, soit celles de 1929-1936 et de 1957-1969. Ces périodes semblent correspondre à un besoin de liaisons routières additionnelles nécessitées par une augmentation du nombre de véhicules. L'évolution des moyens de transport, et l'augmentation de la circulation routière en particulier, vont certainement nous permettre d'assister encore à de multiples changements dans ce domaine précis du génie civil.



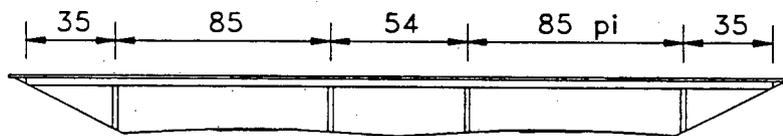
Drummondville, en 1958.



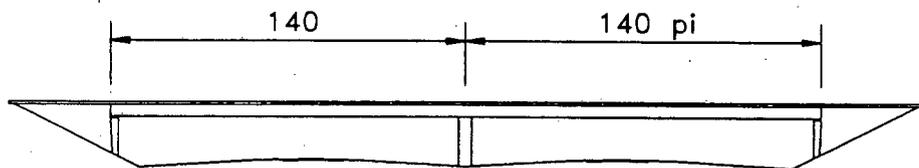
Saint-Louis de Blandford, en 1963.



L'Islet, en 1968.



Saint-Pascal de Kamouraska, en 1971.



Saint-Augustin de Desmaures, en 1978.

Figure 23 - Évolution des ponts d'étagement d'autoroutes.

Bibliographie

Philippe-Aubert de Gaspé. Les Anciens canadiens.
Fides. D'après la 2e édition de 1864. Montréal

Raymond Douville et J. Casanova. La vie quotidienne en
Nouvelle-France. Hachette, Montréal. 1964.

Michel Lessard. Les Livernois photographes.
Musée du Québec. Québec. 1987.

E. Aragon. Ponts en bois et en métal.
Dunod et Pinat. Paris. 1911.

Ministère des Transports. Les ponts couverts du Québec.
Québec. 1976.

Harrington, Lyn et Richard. Covered Bridges.
McGraw-Hill Ryerson Ltd. Montréal. 1976.

Gérald Arbour. Les ponts rouges du Québec.
Société québécoise des ponts couverts. Ste-Eustache. 1986.

Marcel Trudel. Atlas historique du Canada français.
Les Presses de l'Université Laval. Québec. 1961.

Linton E. Grinter. Theory of Modern Steel Structures.
2 vol. The MacMillan Co. New-York. 1949.

Dominion Bridge. Cavalcade of Steel, 1882-1972.
Montréal. Mars 1972.

Yves Guyon. Constructions en béton précontraint.
Eyrolles. Paris. 1966.

René Martineau. Ponts en béton précontraint.
La revue de l'Institut canadien des ingénieurs. Montréal.
Juillet 1963.

MINISTÈRE DES TRANSPORTS



QTR A 052 231