

PONT INTERNATIONAL SUR LE NIAGARA, ENTRE LES ETATS-UNIS  
ET LE CANADA

L'historique de ce pont nous conduirait à sortir des limites du cadre que nous nous sommes tracé.

Nous nous bornerons à dire que les difficultés financières furent celles qui firent surtout craindre que le projet ne vît jamais le jour, et il est probable qu'il en eût été ainsi sans le concours des capitaux anglais.

Ces difficultés surmontées, il en restait beaucoup d'autres ; il fallait les autorisations des Chambres Canadiennes et de la Législature de l'état de New-York ; on les obtint, mais alors se présentaient les difficultés toutes matérielles, les obstacles naturels qui arrêtaient longtemps l'attention et l'étude des hommes pratiques.

Sur ce terrain nous pouvons nous étendre quelque peu, car il nous intéresse tout particulièrement, par la raison que les obstacles qui se produisirent, et qu'on eut à vaincre, ne se sont guère rencontrés jusqu'ici.

Le choix de l'emplacement était circonscrit aux environs du fort Erié sur la rive canadienne, et aux Roches-Noires sur la rive américaine, afin de réaliser la jonction des réseaux des lignes de chemins de fer du nord des Etats-Unis à celles du sud et de l'ouest du Canada. A ce point de vue, le voisinage de la ville de Buffalo offrait des avantages évidents, mais la possibilité d'érection du pont en cet endroit était bien problématique. En effet, non seulement le Niagara est un fleuve très-rapide et dont le lit est très-profond, mais en hiver il charrie des monceaux de glace. De l'avis du plus grand

nombre et, spécialement de ceux qui connaissaient le mieux le fleuve, aucune pile n'aurait su résister au choc de ces énormes blocs, tant est considérable la vitesse de leur entraînement.

On devait aussi prévoir les crues subites qui se produisent occasionnellement dans les lacs Erié et Ontario, dont le fleuve est en quelque sorte le lien. Heureusement le lit du fleuve est, dans cette partie, un calcaire compact recouvert d'une faible couche de gravier. Cette circonstance détermina les ingénieurs à adopter définitivement cet emplacement.

Restait à déterminer les proportions du pont projeté, pour l'ouverture de ses travées, pour ses piles et pour sa superstructure, de façon à ce qu'il satisfît aux diverses conditions que devaient remplir ses différentes parties.

On eut donc à prévoir et à tenir compte : de la profondeur du fleuve, dont la valeur moyenne est d'environ 50 pieds (15<sup>m</sup>240), mais qui éprouve des variations brusques, nombreuses et considérables ; du courant qui est rapide et changeant. Sa vitesse varie de 5 1/2 milles (8 kilom. 1/2) à 12 milles (19 kilom.) à l'heure.

De plus on ne pouvait guère compter sur la possibilité d'un ancrage, et il fallait prévoir le danger auquel étaient exposées les pièces qui servent à l'érection des piles, pendant toute la saison favorable à la navigation, qui est précisément celle des travaux, puisque en hiver le charriage des glaces force à les interrompre absolument.

La compagnie adjudicataire des travaux du pont, à la tête de laquelle étaient MM. C.-S. Growski et D.-L. Macpherson de Toronto, accepta de mener à bien l'entreprise, moyennant 1 million de dollars (5 millions de francs), en se conformant aux prescriptions du cahier des charges.

Les principales de ces prescriptions stipulaient que le pont reposerait sur des piles en pierres, que la superstructure serait en fer, et que les ponts tournants à établir sur le bras principal et sur le bras longeant les Roches-Noires, le seraient selon les instructions du comité des ingénieurs militaires du gouvernement des Etats-Unis.

Cette même compagnie passa également un contrat pour les travaux complémentaires exigés pour relier le pont avec la ligne du chemin de fer central de New-York, et aussi pour le rattacher à la voie principale de la ligne de Buffalo et du lac Huron.

La longueur du pont, depuis la culée sur la rive canadienne jusqu'à celle de l'île Squaw, qui est située entre le bras principal et la Roche-Noire, est de 1,967  $\frac{1}{2}$  pieds (599<sup>m</sup>686).

La distance au travers de l'île est de 1,167 pieds (355<sup>m</sup>846).

Enfin, de la culée de l'autre côté de cette île jusqu'à celle de la rive américaine, le développement du pont est de 517 pieds (157<sup>m</sup>578).

Ce qui fait une longueur totale de 3,651  $\frac{1}{2}$  pieds (1113<sup>m</sup>110).

Entre la rive canadienne et l'île Squaw il y a 6 piles. La première travée a 193 pieds 5 pouces (58<sup>m</sup>952), les deux suivantes ont 197 pieds (60<sup>m</sup>044) chacune; les trois suivantes 248 pieds (75<sup>m</sup>589) chacune. (Planche XXIX), fig. (1 et 2).

Le pont tournant repose sur un pilier à pivot qui est le 7<sup>e</sup>, son extrémité orientale s'appuyant sur le 8<sup>e</sup> et dernier pilier du fleuve. Entre celui-ci et la culée de l'île Squaw s'étend une autre travée de 194 pieds (59<sup>m</sup>130).

Le pont se continue alors au travers de l'île sur des chevalets de 20 pieds (6<sup>m</sup>096) de hauteur. Le pont tournant, dont il vient d'être question, a 362 pieds (110<sup>m</sup>335) de longueur. Entre l'île et la rive américaine le pont se continue, et le premier pilier du côté de l'île supporte le pont tournant du port de la Roche-Noire; la longueur des deux bras réunis est de 218 pieds (66<sup>m</sup>445). Le bras de l'ouest vient reposer sur la dernière pile soutenant la dernière travée de 219 pieds (66<sup>m</sup>750), qui rejoint la culée de la rive américaine. La construction du pont demanda près de trois ans.

Nous ne nous étendrons pas sur les détails de la construction des piles en pierre, soutenant la superstructure; nous aurons à en reparler incidemment dans la suite.

La poutre choisie pour la superstructure du pont international est la poutre Linville ou Pratt, construite entièrement en fer.

Elle fut préférée à celles des autres systèmes à cause de la précision et de la simplicité des calculs par lesquels on détermine toutes les parties qui la composent et aussi en raison des résultats reconnus par celles qui existent déjà sur beaucoup de points du territoire, et qui établissent d'une façon formelle et indiscutable ses avantages de durée et d'économie.

Ce dernier point est surtout évident quand on considère que la construction de chacune des travées fixes du pont international est la même. Elles ne diffèrent que par leurs dimensions.

Nous ne donnerons ici que la description des grandes travées fixes de 248 pieds (75<sup>m</sup>589) de portée.

Ces travées sont divisées en dix-neuf panneaux d'une hauteur de 26 pieds (7<sup>m</sup>925), sauf dans la grande travée tournante, Planche XXIX, fig. (3), où ils atteignent au milieu une hauteur de 36 pieds (10<sup>m</sup>973).

Les cordes supérieures, ainsi que les montants et les bras inclinés extrêmes, sont des colonnes Phœnix en fer.

Les cordes supérieures sont en 6 secteurs, ainsi que les bras inclinés des extrémités.

Les montants verticaux ne sont composés que de 4 secteurs.

Les bras extrêmes sont inclinés vers le milieu de la travée, et leur projection

horizontale est égale à la largeur d'un panneau. L'angle d'inclinaison est de  $63^{\circ}$ .

La corde supérieure est divisée en autant de portions que de panneaux : soit 17. Les différentes parties de la corde supérieure sont assemblées au moyen de manchons en fonte.

La corde supérieure est d'un poids croissant des extrémités vers le centre de la travée.

Le diamètre intérieur de chaque portion est le même, mais les segments qui la composent sont d'épaisseurs variables.

Les cordes inférieures sont faites en barres à œils.

A l'extrémité de chaque travée on n'emploie que deux de ces barres ; il y en a quatre, du troisième panneau au cinquième ; six, du cinquième au septième et huit de ce septième panneau au panneau correspondant dans la partie opposée de la travée. Ces barres à œils sont égales en longueur à la largeur des panneaux.

Les tiges et les contre-bras ont une longueur transversale de 2 panneaux et sont inclinés à  $45^{\circ}$  ; c'est l'angle le plus favorable, le maximum de résistance est obtenu dans ce cas avec le minimum de matières.

Les tiges principales sont des barres à œils, et les contre-tiges sont des fers ronds munis de tendeurs pour le réglage. Toutes les jonctions des poutres verticales sont opérées avec des chevilles.

Les poutres du plancher sont accouplées ; elles ont 15 pouces ( $0^{\text{m}}381$ ) de hauteur, les plates-bandes inférieures et supérieures ont ensemble 5 pouces ( $0^{\text{m}}125$ ) de large, laissant entre elles un intervalle de 10 pouces ( $0^{\text{m}}254$ ) pour l'attache des tirants longitudinaux.

Ces poutres du plancher sont suspendues aux travées par 4 brides en fer, 2 à chaque extrémité. Les contreventements horizontaux, qui doivent donner au plancher du pont la rigidité désirable, sont placés entre les poutres du plancher et y sont fixés.

A leur partie supérieure, les poutres sont maintenues à une distance invariable par de légères colonnes Phoenix, joignant dans un plan horizontal les pièces d'assemblage des différentes portions des cordes supérieures ; les montants y sont également fixés de façon à compléter la rigidité de l'ensemble supérieur. Ces montants sont joints aux cordes supérieures par l'intermédiaire de brides ou étriers en fer.

Tous les contreventements horizontaux sont assemblés par des parties taraudées avec les manchons d'assemblage en fonte des cordes supérieures, afin d'empêcher le jeu de se produire ; la verticalité des poutres est complétée par l'emploi d'équerres qui sont fixées sur les montants et sur les colonnes Phoenix horizontales de contreventement.

D'après ce qui précède, on voit que chaque travée forme une sorte de caisson rectangulaire, dont les parois verticales supportent le poids mort du pont et la

charge roulante, et les deux poutres horizontales résistent à l'action du vent et aux oscillations latérales.

Les poutres reposent sur des plaques en fonte boulonnées dans la maçonnerie; une des extrémités de la poutre est fixée sur la plaque, l'autre porte des galets, ce qui permet aux effets de dilatation de se produire librement.

Le plancher du pont est composé de quatre poutres longitudinales sur lesquelles reposent d'autres poutres transversales. Les premières, qui constituent la voie permanente, consistent en deux pièces de  $8 \times 18$  pouces ( $203 \times 457$ ), posées côte à côte et séparées seulement par un intervalle de 1 pouce (25 millim.). Les poutres transversales, qui ont une section de  $6 \times 12$  pouces ( $152 \times 305$  millimètres) sont posées à un pied de distance (soit  $0^m305$ ). En dehors de chaque rail et à une distance de 8 pouces ( $0^m203$ ), se trouve une longrine de chêne à section carrée de 6 pouces ( $0^m152$ ) de côté, qui est boulonnée dans le plancher. C'est une précaution pour le cas de déraillement de la machine ou d'un wagon.

Le caractère essentiellement nouveau de la construction de ce pont, au point de vue de sa superstructure, et qui s'écarte de la pratique ordinaire, a été la substitution du fer à la fonte, dans les travées fixes, partout où elle pouvait s'effectuer avec avantage.

Dans la majorité des ponts Pratt ou Linville, bâtis avant 1870, la fonte était employée dans les cordes supérieures et, dans quelques-uns, les bras mêmes étaient en fonte.

Dans le pont international, les colonnes Phoenix en fer ont été employées pour toute pièce en compression, la fonte n'étant utilisée que pour les lits sur la maçonnerie, pour les piédestaux des extrémités et les colonnades qui les surmontent, enfin pour les manchons d'assemblage de la corde supérieure.

D'après la description qui précède et l'examen de la travée de 193 pieds 5 pouces ( $58^m952$ ) dont nous donnons l'ensemble et les détails, planche XXX, fig. (1 à 14), on verra clairement que la quantité de fonte a été réduite à un minimum; qu'on ne l'a employée qu'alors qu'il n'y avait pas à craindre qu'elle ne remplît pas le but qu'on se proposait d'atteindre.

Les principales pièces qui travaillent à l'extension, ainsi que la corde inférieure, sont composées de barres à œils plates avec des œils à chaque extrémité pour recevoir les chevilles d'assemblage. Elles sont faites sans soudure; les œils sont faits à la presse hydraulique, après que les extrémités de la barre ont été repliées sur elles-mêmes. De cette façon on obtient l'épaisseur nécessaire pour la tête à œil; l'œil est percé dans la partie compacte du métal. Toutes les pièces taraudées ont eu leur diamètre augmenté de façon à conserver leur section dans le noyau de la partie filetée.

Les joints d'assemblage, dans les cordes supérieures, ont été soigneusement ajustés et alésés.

Dans les travées tournantes les cordes supérieure et inférieure sont composées de fers plats et cornières rivés les uns aux autres.

L'emploi des barres à œils dans les cordes inférieures de ces travées fut, naturellement, déclaré inadmissible.

Les tiges, au lieu d'avoir un œil à chaque extrémité, n'en ont qu'un à leur partie inférieure; les extrémités supérieures passent au travers de la corde supérieure et sont filetées et boulonnées. Cela facilite l'ajustage exact de la travée en serrant ou desserrant les boulons.

Les tables tournantes sont sur le modèle adopté aux usines de Phœnixville et détaillées planche XXX, fig. (15 et 16). Les plaques en fonte du chemin de roulement des galets sont rabotées sur leurs deux faces, et elles le sont avec un soin si minutieux que, bien qu'on puisse distinguer à l'œil les joints des segments qui les composent, il est impossible de les percevoir au toucher. Ces tables tournantes sont ajustables de façon que le poids du pont soit parfaitement équilibré, et que, néanmoins, tout ce poids puisse être appliqué au centre des piliers, ou sur les galets de frottement.

Dans le premier cas, le pont peut tourner très-aisément, mais pas aussi facilement que quand les galets ont à supporter une partie du poids. C'est une locomobile verticale qui donne le mouvement, bien que la manœuvre puisse aussi se faire à bras.

Les deux cylindres de la locomobile ont  $8 \times 12$  pouces ( $0^m203 \times 0^m305$ ), les chaudières sont verticales et tubulaires.

Elles sont placées au niveau du plancher du pont, dans un abri en dehors de l'une des poutres, et immédiatement au-dessus de la table tournante; du côté opposé de la table tournante et également en dehors de l'autre poutre, il y a un abri correspondant où se trouvent le charbon et le réservoir d'eau.

Pour supporter les extrémités des fermes tournantes, quand elles sont fermées, et afin de maintenir la fermeture, on emploie des coins qui sont élevés ou abaissés par les machines qui manœuvrent la table tournante, fig. (17 et 18).

Dans le but de fixer le pont, quand il est fermé, les rails de la voie permanente dépassent de 6 pouces ( $0^m152$ ) les extrémités de la travée tournante, et reposent sur des coussinets solides, en fonte, de  $2 \frac{1}{2}$  pouces d'épaisseur (66 millimètres), boulonnés sur les lourds madriers en croix des travées fixes voisines.

Ces rails d'extrémité ne sont pas tirefonnés, mais disposés de façon à ce que les extrémités qui reposent dans les coussinets puissent être élevées de  $3 \frac{1}{2}$  pouces (88 millimètres), pour dépasser les flancs des coussinets quand il est nécessaire

d'ouvrir le pont. L'élévation des rails est faite simultanément avec celle des coins et par la même machine.

Un indicateur, placé dans l'abri de la machine, montre au mécanicien quand les coins ou les rails sont suffisamment élevés ou abaissés.

Cet indicateur consiste en une longue vis verticale passant dans un écrou avec deux clavettes qui l'empêchent de tourner et qui glissent dans deux guides.

Pendant le travail de la machine, la vis verticale fait avancer l'écrou, qui est alors conduit jusqu'à un repère qui indique que le pont est délivré, que les rails et les coins sont soulevés, et qu'on peut faire pivoter la travée. Lors de la fermeture du pont, l'opération inverse a lieu et l'écrou reprend sa place au fond des glissières.

Le fer employé dans la construction du pont est de première qualité, sa force de résistance maxima est de 55,000 à 60,000 livres par pouce carré (38 à 42 kilog. par millimètre carré); la moyenne de la réduction de section au point de rupture est de 25 pour cent; celle de l'allongement au même point est de 15 pour cent; la flexion qu'on peut lui faire subir sans signe de rupture varie de 90° à 180°.

Pour la principale travée tournante,

le poids mort est de . . . . .	14.430 livres ( 5.545k.345),
la charge roulante est supposée de . . . . .	17.344 » ( 7.867k.958),
	<hr/>
	31.774 » (14.413k.303),

La longueur de cette travée, d'axe en axe des chevilles extrêmes, est de 358 pieds (109<sup>m</sup>116), planche XXIX, fig. (3).

La longueur de chaque panneau est de 13 pieds 10 pouces et demi (4<sup>m</sup>228) excepté pour les deux panneaux du milieu qui n'ont que 12 pieds 6 pouces (3<sup>m</sup>810).

La hauteur de la travée est de 26 pieds (7<sup>m</sup>925) à chaque extrémité, et de 36 pieds (10<sup>m</sup>973) au milieu.

On a pris, comme coefficients de sécurité des résistances pour le travail à l'extension et à la compression, les mêmes chiffres sensiblement que pour les travées fixes.

L'érection de la superstructure ne donna pas lieu à de sérieuses difficultés pour la partie du pont du côté du port de la Roche Noire, ni pour les travées 1 et 7, ni même pour la travée tournante sur le fleuve du Niagara; un échafaudage ordinaire fut bâti sur les piles ou directement sur le roc au fond de la rivière.

Mais on eut à lutter contre les éléments et contre la débâcle des glaces, et on rencontra d'assez grands obstacles pour les travées 2, 3, 4, 5 et 6, qu'on surmonta en érigeant des échafaudages flottants composés de trois parties distinctes, à savoir: les pontons de support; l'échafaudage inférieur allant jusqu'au-dessous des poutres en fer du plancher de la superstructure permanente;

enfin, l'échafaudage supérieur, Planche XXX, fig. (19, 20, 21, 23, 24, 25, 26). Le nombre des pontons employés pour les travées de 197 pieds (60<sup>m</sup>044) était de cinq, et de six pour les travées de 248 pieds (75<sup>m</sup>589); ils avaient 55 pieds (16<sup>m</sup>764) de long et 17 pieds (5<sup>m</sup>181) de large; leur hauteur était de 10 pieds (3<sup>m</sup>048). Ils étaient rectangulaires à l'arrière et en pointe à l'avant, comme les caissons employés ordinairement pour la fondation des piles. Chaque ponton fut divisé en deux parties au moyen d'une cloison transversale, de façon à ce que l'eau ne pût pénétrer que dans une seule des extrémités.

Au bas de la séparation, on pratiqua une ouverture fermée par une soupape à charnière, permettant à l'eau de pénétrer dans la seconde division, si cela devenait nécessaire.

Chaque ponton fut aussi pourvu de deux robinets placés près du fond, un à chaque extrémité et communiquant ainsi avec l'eau du fleuve. Au moyen de ceux-ci, on pouvait laisser pénétrer l'eau à volonté. Les pontons furent placés à égale distance les uns des autres, et les espaces, laissés entre eux et les piles, étaient égaux à la moitié de la largeur entre deux quelconques d'entre eux.

Chaque ponton fut maintenu par un câble et tous les câbles furent rassemblés et assujettis, à environ 500 pieds (152<sup>m</sup>397) du pont, au ponton spécial, immobilisé par trois lourdes ancrs, posées à 500 autres pieds (152<sup>m</sup>397) au delà dans le fleuve.

Les échafaudages furent très-simples, mais très-solides; ils consistaient en deux systèmes de charpente absolument séparés et distincts l'un de l'autre; le premier reposait simplement sur le second, mais sans y être attaché.

Au sommet de la charpente supérieure, on établit une voie de chemin de fer destinée à supporter un treuil roulant très-puissant employé à hisser les différents éléments en fer de la superstructure.

En construisant l'échafaudage pour la travée n° 2, les pontons furent mis à flot entre les piles 2 et 3, et les travaux supérieurs furent alors érigés.

Pendant la mise en place de la superstructure, l'échafaudage était maintenu à environ 8 ou 10 pieds (3<sup>m</sup>048) en amont du courant, de façon à se prémunir contre la rupture des ancrages, en cas d'ouragan.

Le sommet de l'échafaudage inférieur était maintenu à environ 1 pied (0<sup>m</sup>305) au-dessus des sommets des piles, pour empêcher la superstructure de reposer sur la maçonnerie avant son complet achèvement, dans le cas d'une baisse de la rivière.

La détermination de la hauteur convenable pour l'échafaudage pouvait se faire d'ailleurs presque sûrement, en se basant sur les observations faites de longue date sur les crues et les baisses de la rivière.



Pendant la construction du travail en fer, il était nécessaire de supporter les piédestaux des colonnes en biais des extrémités. Cela fut fait en enfonçant à chaque extrémité de l'échafaudage supérieur et entre le dessous de la première paire de barres à œils inférieures et les poutres en bois transversales ou longrines, un support courbé. Entre les piédestaux, on introduisit à chaque extrémité une poutre d'une longueur suffisante pour les maintenir exactement séparés de 20 pieds (6<sup>m</sup>096), d'axe en axe, et ces piédestaux furent en outre attachés solidement, de manière à ce que leur écartement restât invariable.

Quand la superstructure en fer fut prête à être posée sur la maçonnerie, les pontons furent descendus dans le sens du courant; les piédestaux et les palans furent alors attachés inversement à chacune des extrémités supérieures de l'échafaudage inférieur; ces palans étaient employés pour assujettir les extrémités de l'échafaudage et amener les piédestaux exactement sur les plaques formant leur lit. Avant d'abaisser les pontons, en y laissant entrer l'eau, l'échafaudage supérieur fut fixé au travail en fer, de manière à rester suspendu jusqu'à ce que ces pontons fussent suffisamment abaissés pour permettre à l'échafaudage inférieur de passer sous la superstructure pour l'en éloigner.

Aussitôt que la travée n° 2 fut en position, les pontons portant l'échafaudage inférieur furent descendus en aval de la rivière d'environ 100 pieds (30<sup>m</sup>480), au moyen de quatre grands remorqueurs unis au ponton stationnaire qui avait reçu, ainsi que nous l'avons dit, tous les câbles des différents pontons.

Lorsque l'ensemble eut été ainsi descendu plus bas que la travée terminée, il fut remonté de l'autre côté de la pile n° 3, et encore ramené entre les piles 2 et 3 pour recevoir l'échafaudage supérieur de la travée n° 2, qui était démonté.

Comme le travail de superstructure sur les travées 4, 5 et 6 ne pouvait être commencé avant que celui de la travée n° 3 fût achevé, les échafaudages furent démontés complètement et mis de côté.

La première travée pour laquelle ils devinrent nécessaires fut la travée n° 6.

Dans sa construction, on suivit le même mode que dans les travées 2 et 3. Quand le fer fut en place, les pontons avec l'échafaudage inférieur furent remorqués autour de la pile n° 5 en remontant le courant au-dessus de la travée n° 3, jusqu'à ce que la pile n° 4 fût complète.

Sept forts remorqueurs furent alors nécessaires en raison de la plus grande largeur de la travée et de la force additionnelle du courant dans le milieu de la rivière, où sa vitesse est plus grande.

Quand la maçonnerie fut finie, l'échafaudage fut mis en place entre les piles 3 et 4. L'opération du transport d'une travée de 240 pieds (73<sup>m</sup>151) de long et de 46 pieds (14<sup>m</sup>020) de hauteur demandait les plus grands soins.

On ancrâ directement et solidement au-dessus du milieu de la travée n° 4 à 1,200 pieds (367<sup>m</sup>750) en amont du courant. Le câble attaché à cette ancre fut alors amené et joint au ponton spécial (Camel).

Les câbles des deux autres ancres qui le maintenaient furent alors graduellement détendus, de façon à ce que l'effort restât sur le premier câble placé au-dessus du milieu de la travée n° 4.

De cette façon, l'échafaudage fut amené directement au delà de la place qui lui était destinée, et tout ce qu'il fut alors nécessaire de faire consista à détendre les câbles unissant les pontons supportant l'échafaudage au « camel ». Quand la travée n°4 fut achevée, le mode pour conduire les pontons à la travée n° 5 fut changé. Au lieu de les descendre et de les remorquer en contournant, ils furent remontés directement contre le courant d'environ 300 pieds (91<sup>m</sup>438) au-dessus du pont, et furent alors mis en place, comme on l'avait fait pour les transférer de la travée n° 3 à la travée n° 4. Mais cette opération fut très-longue et très-laborieuse, particulièrement au début, quand les pontons furent chargés d'eau qu'on ne pouvait pomper au dehors, tant que l'échafaudage inférieur n'était pas dégagé de la superstructure.

Quand les six pontons employés dans les travées de 240 pieds (219<sup>m</sup>452) eurent été complètement chargés de toutes les charpentes et de la superstructure en fer, leur immersion était de 4 pieds (1<sup>m</sup>219), tandis que celle du « camel » était de 5 pieds (1<sup>m</sup>524) environ.

L'idée d'employer un échafaudage flottant, pour construire un travail en fer de cette nature, n'inspira pas tout d'abord une grande confiance, la mise en place exigeant une grande exactitude. C'était une nouveauté. Mais, comme aucune autre combinaison ne semblait offrir autant de chances de succès, on résolut de tenter l'expérience, et, comme on le voit, elle répondit admirablement au but que l'on s'était proposé et aux espérances que l'on avait conçues.

A certains points de vue même, cette méthode eut de plus grands avantages qu'un échafaudage ordinaire, bâti sur le fond du fleuve. Toute irrégularité de forme, dans l'échafaudage sur les pontons, pouvait être plus facilement rectifiée, en ajoutant ou en retirant de l'eau aux pontons, qu'elle n'aurait pu l'être sur un échafaudage permanent.

L'opération d'enfoncement des pontons pour faire reposer le travail en fer sur la maçonnerie était excessivement simple et facile à contrôler. L'envahissement de l'eau à l'intérieur des pontons pouvait être réglé avec non moins de précision, et la superstructure abaissée avec la vitesse désirée.

La première pièce de fer de la superstructure fut posée le 17 juin 1871, et la dernière travée faite, celle n° 5, fut abaissée et mise en place le 29 octobre 1873.

Le pont fut livré au passage des trains de chemin de fer le 3 novembre 1873.

Nous avons parlé des grandes quantités de glaces charriées à certaines époques par le fleuve, et dit les craintes qu'elles avaient données, quant à la possibilité de la construction des piles (planche XXXI). Ces piles furent élevées néanmoins et toutes les difficultés furent surmontées. Elles sont fondées sur caissons, pour la plupart, et munies de brise-glaces, commençant très profondément et recouverts, jusqu'à 4 pieds (1<sup>m</sup>219) au-dessus du niveau des basses eaux, de plaques en fer d'un demi-pouce (0<sup>m</sup>012) d'épaisseur, fixées solidement par des boulons, et protégées à l'angle saillant par une armure de cornières en fer de  $4 \times 4 \times \frac{1}{2}$  pouces (0<sup>m</sup>102  $\times$  0<sup>m</sup>102  $\times$  0<sup>m</sup>012).

Les auteurs du projet avaient confiance dans la stabilité de la maçonnerie des piles; mais il restait à voir et à déterminer par une série d'expériences la valeur du choc des masses mouvantes de glaces et à déduire de ces constatations, par le calcul, les efforts auxquels cette maçonnerie devrait résister. Il résulta de nombreuses expériences faites dans le mois de février 1871, aux moulins de Toronto, que la force écrasante de la glace était de 20,833 livres par pouce carré (1,464 kil. par centimètre carré). Quoique les opinions puissent différer sur l'action de la glace contre un corps inerte, il est un fait reconnu par tous, c'est que la force exercée ne peut pas être plus grande que celle qu'il faut pour écraser ou briser la glace qui vient en contact avec ce corps.

Partant de cette hypothèse, nous avons les données suivantes qui nous permettent de calculer les effets auxquels les piles seront exposées par la glace.

- 1° L'épaisseur de la glace;
- 2° La force nécessaire par pied carré pour l'écraser;
- 3° La superficie de la maçonnerie exposée à son action;
- 4° La vitesse du courant.

Comme la pile n° 1 est l'une des plus petites et, par conséquent, l'une des moins capables de résister à une force de cette nature, nous ne donnerons ici que les calculs faits pour elle.

- Epaisseur de la glace, 3 pieds (0<sup>m</sup>914);
- Superficie exposée, 36,32 pieds carrés (234<sup>m</sup>313);
- Vitesse du courant, 4 milles à l'heure (6<sup>k</sup>400);
- (En réalité, elle n'est que de  $2 \frac{1}{2}$  milles) (4<sup>k</sup>500).

Pression horizontale nécessaire pour entraîner la pile, selon le courant, 1,222,500 livres (554,513 kilog.);

- Idem sur les côtés, vers le milieu du courant, 937,600 livres (425,288 kilog.);
- Idem vers la rive, 1,474,700 livres (666,993 kilog.).

Si la pression est appliquée verticalement en un point situé à 20 pieds (6<sup>m</sup>096) du sommet, sa valeur nécessaire pour renverser la pile est :

Vers le milieu du courant, 1,166,218 livres (528,989 kilog.);

Vers le rivage, 1,338,315 livres (607,051 kilog.);

La pression due à la force d'écrasement de la  
glace est..... 688,080 livres (312,108 kilog.)  
Résistance quasi fluide..... 272 livres (123 kilog.)

Total du maximum de pression de la glace. 688,352 livres (312,231 kilog.)

Les données pour les autres piles sont naturellement les mêmes, en tenant compte néanmoins des profondeurs différentes de l'eau à l'endroit où elles sont posées, de la différence de leur largeur et aussi de la vitesse du courant.

La raison qui a fait calculer la pression nécessaire pour renverser les piles, exercée verticalement à 20 pieds (6<sup>m</sup>096) du sommet, est qu'on a supposé qu'il était possible que la glace s'amoncelât entre deux piles et qu'elle eût une tendance à les renverser sur le côté. La hauteur des piles au-dessus de l'eau a été supposée de 20 pieds (6<sup>m</sup>096), bien qu'elle soit en réalité de 21 (6<sup>m</sup>401); la différence est en faveur de la stabilité.

Tous les calculs faits pour déterminer les forces nécessaires pour déplacer ou renverser les piles ont été établis, en supposant que les piles se soutenaient seules et sans être maintenues par la superstructure, qui leur donne une plus grande stabilité, non seulement par son poids, mais encore par la liaison qu'elle réalise.

Le prix de ce pont s'est définitivement élevé, y compris les raccordements avec les différentes lignes de chemin de fer du Canada et des États-Unis, à près de 1,500,000 dollars (7 millions 500 mille francs).

