

**Ponts d'étagement
pour piétons et vélos 2017 :
conception préliminaire
du couloir vert Bishop Grandin
vers le chemin Pembina**

Rapport de conception préliminaire
Résumé



Préparé pour
le Service des travaux publics
de la Ville de Winnipeg

Le 4 juillet 2017

RÉSUMÉ

La Ville de Winnipeg (la Ville) a déterminé que le passage à niveau actuel du couloir vert Bishop Grandin comme constitue un point important de restriction et un problème de sécurité. Pour résoudre ce problème, la Ville a engagé Stantec Consulting Ltd. pour effectuer les conceptions fonctionnelle et préliminaire d'un pont d'étagement pour le couloir vert Bishop Grandin. Ce croisement vise à permettre de traverser le chemin Pembina sans interruption.

Examen de l'étude de faisabilité

Stantec a examiné une étude de faisabilité effectuée en 2010 par MMM Group. L'étude a examiné deux possibilités : la première est une géométrie en dents de scie qui passerait sous le pont existant le long du chemin Pembina; et la deuxième serait un pont enjambant le chemin Pembina. La première possibilité répondait mieux aux lignes directrices de prévention du crime par l'aménagement du milieu (PCAM); cependant, l'option n° 2 offrait une géométrie préférable pour le sentier. Toutefois, cette option comprenait l'utilisation d'une pile dans le terre-plein central, là où se trouvent des tuyaux de BellMTS.

Énoncés de projet

Des énoncés de projet ont été élaborés pour chaque discipline avant de passer à la phase de conception fonctionnelle. Les énoncés de projet donnaient un aperçu des codes, des matériaux, des limites de conception et d'autres éléments utilisés pour mener le projet à bien.

Phase de conception fonctionnelle

La conception fonctionnelle comprenait l'élaboration de trois options de tracé. Parmi ces trois options, des variations ont été élaborées pour arriver à un total de sept options. Les sept options ont été conçues fonctionnellement et présentées au public lors d'un atelier. À l'aide des renseignements recueillis pendant l'Atelier, Stantec a travaillé avec le comité directeur de la Ville pour finaliser le dénombrement d'une matrice de décision, ce qui a permis de choisir une option pour passer à la conception préliminaire.

On a pensé à des ponts à treillis pour les travées. Deux types de treillis ont été étudiés : des treillis Pratt et des treillis en corde d'arc. Le treillis en corde d'arc a été retenu pour les options avec de grandes ouvertures, et le treillis Pratt pour les options ayant des travées plus petites.

Tracé n° 1

Le tracé n° 1 compte deux configurations : 1A et 1B. Ces deux configurations croisent le chemin Pembina au sud de l'intersection du chemin Pembina et du croissant University. Le tracé 1A est moins direct et utilise des travées plus courtes. Le tracé 1B est un itinéraire plus direct, mais requiert des travées plus longues. Pour des questions financières, un tracé 1C a été

élaboré dans le but d'évaluer l'utilisation d'une émergence à mi-chemin à la place des travées au lieu d'un chemin sur remblai qui était utilisé pour les tracés 1A et 1B.

L'avis de Classe 4 a déterminé que les coûts probables de construction pour le tracé n 1 pendant la phase de conception iraient de 13,7 à 14,7 millions de dollars.



Diagramme 1 — Tracé n° 1

Tracé n° 2

Le tracé n° 2 a trois configurations. Le tracé n° 2 traverse le chemin Pembina au nord de l'intersection du chemin Pembina et du croissant University. Le tracé 2A comprend une pile dans le terre-plein central du chemin Pembina et un chemin sur remblai pour l'émergence à mi-chemin. Le tracé 2B enlève la pile dans le terre-plein central et offre une ouverture par-dessus le chemin Pembina en utilisant certaines travées de la boucle sud-ouest. Le tracé 2C a été élaboré pour comparer l'utilisation de travées de pont ou de chemin sur matériaux de remblai à travers la zone de la boucle sud-ouest de l'échangeur pour les alignements 2A et 2B, le cas échéant.

L'avis de Classe 4 a déterminé que les coûts probables de construction pour le tracé n 2 pendant la phase de conception iraient de 11,4 à 13 millions de dollars.

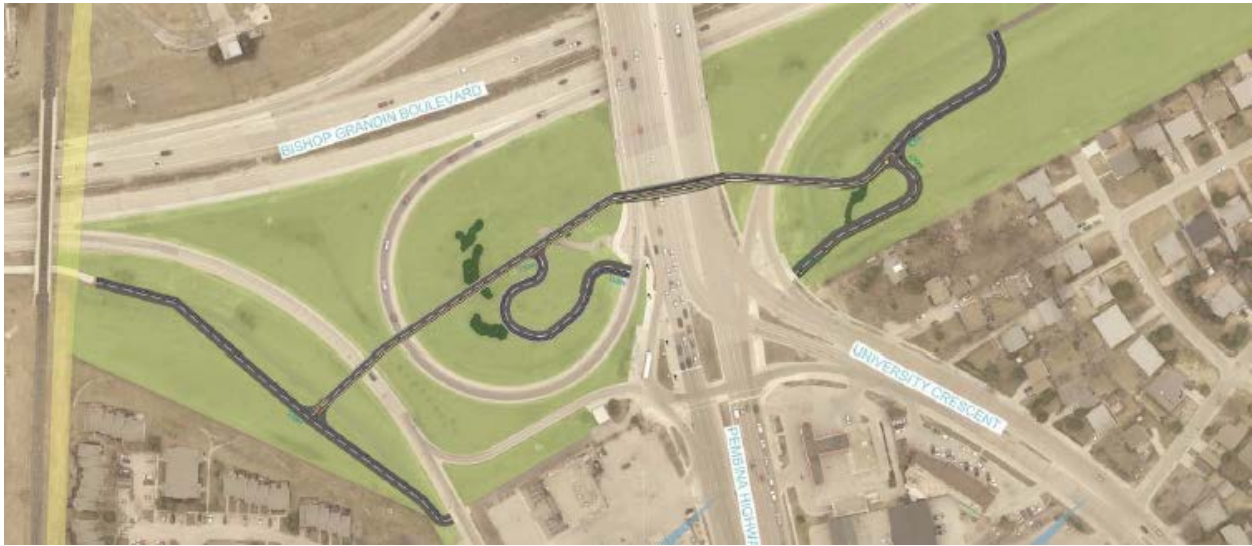


Diagramme 2 — Tracé n° 2

Tracé n° 3

Le tracé n° 3 a été élaboré pour explorer une alternative aux constructions en hauteur, en se servant de l'espace disponible sous le pont du chemin Pembina. Les niveaux du sol correspondent généralement aux exigences de la conception. Le tracé n'offre pas de connexion directe au trottoir direction sud du chemin Pembina, mais il rend plus directe la connexion au croissant University. Si cette option est choisie, une connexion pourrait être construite pour rejoindre le trottoir du chemin Pembina. Cette option constitue quand même un chemin long et indirect vers le croissant University pour les personnes à mobilité réduite. L'utilisation de tunnels sous les rampes complique le respect des lignes directrices PCAM, car les utilisateurs pourraient craindre pour leur sécurité. Pour remédier à cela, on a proposé que les tunnels en dessous des bretelles soient des ponts, pour offrir une expérience ouverte et lumineuse aux utilisateurs.

L'avis de Classe 4 a déterminé que les coûts probables de construction pour le tracé n° 3 pendant la phase de conception seraient de 11,5 millions de dollars.



Diagramme 3 — Tracé n° 3

Rencontres avec les entrepreneurs

Le projet a été exposé à trois entrepreneurs, pour connaître leurs perspectives sur le calendrier des travaux, la constructibilité générale et les coûts de construction. Les points saillants de la rencontre sont indiqués ci-dessous.

- Le treillis en corde d'arc est probablement 10 % plus cher que le treillis Pratt équivalent. Le modelage d'un tuyau de diamètre plus important doit être fait à l'extérieur de la province, et ajoute au coût et au temps nécessaire.
- Ne pas faire de treillis de plus de 6 m (20 pieds) de hauteur, car ils seraient livrés au chantier en camion sur le flanc.
- Les treillis Pratt de 30 m de long peuvent être livrés complètement fabriqués, même avec une largeur estimative de 6 m.
- Un scénario de construction consisterait à fermer le chemin Pembina en direction du sud et dévier la circulation pendant 24 heures, à ériger la grue aussi près que possible de la travée du milieu et déplacer la travée de pont de 60 m de la zone où elle a été posée, pour la placer de façon longitudinale dans les voies direction sud du chemin Pembina. De cette position, la grue pourrait soulever la travée et la placer sur la fondation. Il faudrait complètement fermer le chemin Pembina à la circulation pendant environ 2 heures. On pourrait utiliser des chariots motorisés pour amener les travées à leur place. Les travées seraient construites sur des caissons puis élevées et posées sur le chariot, ou une grue serait nécessaire pour mettre la travée sur le chariot.

- Il serait éventuellement possible de lancer la travée à poutres à treillis en la construisant en alignement — ou presque — avec sa position finale et de pousser le treillis en place.
- Il serait possible de tirer le pont à travers le chemin Pembina puis d'utiliser deux grues pour effectuer un lever double pour le placement du treillis, plutôt que de ne le soulever qu'avec une seule grue plus grande.
- Les travées passant par-dessus les différentes bretelles nécessiteraient une fermeture de deux heures pour mettre la grue en place, acheminer les travées de pont près de la grue et placer le pont sur la fondation. S'il faut préparer la grue à l'emplacement du pont, une fermeture de 12 heures sera nécessaire.
- Les fermetures des bretelles pourraient se faire de nuit. Le travail de nuit fera que la main-d'œuvre et l'opération des grues coûteront plus cher; mais cela minimisera les perturbations pour le public.
- L'utilisation de piles circulaires de taille standard est recommandée pour leur efficacité, car elle permettra d'utiliser des coffrages d'acier préfabriqués.
- Les blocs en polystyrène expansé coûtent environ un tiers du prix du béton cellulaire. Toutefois, s'il fallait procéder sur place à d'importantes modifications des blocs de polystyrène expansé, l'efficacité en serait amoindrie et les coûts augmenteraient.

Atelier public

Un atelier public a été tenu le 11 mai 2017. Les points saillants des rétroactions recueillies sont indiqués ci-dessous :

- Les participants et les participantes ont préféré le tracé n° 2, car il est plus droit, il offre de meilleures lignes de visibilité et il est plus court.
- Le tracé n° 3 était le moins apprécié, car les coûts estimatifs associés au projet étaient les plus élevés, il serait plus susceptible d'être inondé au printemps, il serait plus apte à créer des interruptions de la circulation, l'expérience des usagers et des usagères serait moins agréable, et les participants et participantes avaient des préoccupations relatives à la sécurité

Option de conception fonctionnelle recommandée

Une matrice de décision a été élaborée et finalisée avec le comité directeur du projet pour déterminer la recommandation à émettre. Le tracé 2C a été choisi; il offre des traversées de ponts par-dessus la bretelle de sortie allant du chemin Pembina (direction nord) vers Bishop Grandin (direction est), le chemin Pembina, la boucle sud-ouest de l'échangeur, et la bretelle de sortie qui va de Bishop Grandin (direction est) vers le chemin Pembina. On propose d'élever le niveau de la boucle sud-ouest à l'aide de remblai léger pour établir une correspondance

avec les différents niveaux des sentiers des différentes travées de pont. Une émergence à mi-chemin est incluse dans la boucle sud-ouest. Cette option utilise le treillis en corde d'arc pour faire une ouverture sur le chemin Pembina et éviter le terre-plein central, là où les tuyaux de BellMTS compliqueraient vraisemblablement le placement d'une fondation de pont. De plus, le public préfère ce type de pont. Les petites travées passant par-dessus les différentes bretelles sont des treillis Pratt. Le treillis en corde d'arc mesure environ 60 m et les treillis Pratt environ 30 m.

Les niveaux verticaux et horizontaux ont été conçus pour répondre aux exigences en matière d'accessibilité avec des pentes minimum et maximum proposées de 0 % et 4,5 % respectivement. Les pentes le long du tracé du sentier principal sont d'environ 3,5 % et moins. Les pentes de 4,5 % ont été utilisées pour l'émergence à mi-chemin, car ce sentier est restreint géométriquement par le sentier proposé et la géométrie de la boucle sud-ouest. Les zones d'arrivée le long de l'alignement du sentier principal ont été placées en fonction des pentes et des longueurs des segments, déterminés par des spécialistes et basés sur les exigences en matière d'accessibilité de la conception. Les zones d'arrivée le long de la bretelle de l'émergence à mi-chemin ont été placées tous les 30 m.

Conception préliminaire

Le tracé 2C est passé au niveau de conception préliminaire.

Géométrie du tracé

Les pentes verticales des sentiers et des traversées de ponts vont de 0 % à un maximum de 4,8 % (sur une distance réduite). En général, les pentes maximums pour les sentiers sont d'environ 4,3 %.

Un rayon minimum de 25 m a été utilisé pour le sentier, mais un rayon de 20 m pourrait être utilisé en cas de restriction. Un rayon de 7 m a été utilisé à l'intersection des sentiers, conformément au *Guide technique d'aménagement des voies cyclables* de Vélo Québec (2^e édition).

La distance de visibilité d'arrêt a été examinée et il a été confirmé qu'elle était de 33 m, ce qui répond aux exigences établies pour ce projet.

Géotechnique

La stabilité de la pente a été examinée et il a été établi qu'elle ne suscitait aucune inquiétude pour ce chantier, pour la géométrie proposée et pour les matériaux de remblai.

En raison des hauteurs des remblais, les tassements et la consolidation sont des inquiétudes. Le remblai granulaire conventionnel pourrait se tasser jusqu'à 1 300 mm. Par conséquent, le matériau de remblai proposé est un mélange de béton cellulaire et de blocs de mousse de polystyrène expansé pour limiter les tassements à une fourchette que l'on estime entre 150 et 400 mm.

Murs de soutènement

Pour ce projet, on a proposé de faire des murs de soutènement en terre stabilisée mécaniquement, car il a été établi qu'ils répondraient aux exigences fonctionnelles et constitueraient un système économique.

Pont

La conception préliminaire des ponts s'est principalement faire conformément à CHBDC CAN/CSA S6-14. Une combinaison de travées à poutres à treillis Pratt et en corde d'arc a été utilisée pour mener à bien la conception préliminaire.

Charges

La conception préliminaire des ponts s'est faite principalement en se basant sur 4 kPa, sans réduction, avec charge mobile piétonne, accumulation de neige ventée, charge permanente et un véhicule d'entretien.

Treillis Pratt et treillis en corde d'arc

Les travées à poutres à treillis Pratt ont été conçues avec des travées de 30 m de long et une hauteur d'ensemble de 1,54 m du centre de la membrure supérieure au centre de la membrure inférieure. On propose que les sections de tous les éléments des travées soient en acier de construction creux rectangulaire.

La travée à poutres à treillis en corde d'arc a été conçue pour une travée de 60 m de long, dans le but d'effectuer une ouverture au-dessus du chemin Pembina. La membrure supérieure atteint une géométrie en courbe parabolique verticale. La hauteur maximale du treillis proposée est de 4,5 m entre les centres des membrures supérieure et inférieure à mi-chemin. On propose que les sections de tous les éléments de la structure soient en acier de construction creux circulaire, sauf pour les pièces de pont, que l'on aimerait voir faites de poutres en acier en « W ».

Les fléchissements dus à la charge permanente ont été limités à $1/400^e$ de la longueur des travées.

La flèche maximum due à la surcharge a été limitée à un maximum de $1/350^e$ de la longueur des travées.

La charge permanente du treillis est telle que les fréquences fondamentales verticales et latérales du chapitre 6, intitulé « Vibration », de l'ouvrage *LRFD Guide Specifications for the Design of Pedestrian Bridges* étaient respectées.

Culées

Les culées sont en béton coulé sur place posé sur des caissons en béton percés (piles), de 760 mm de diamètre pour les trois travées Pratt et de 1067 mm de diamètre pour les trois travées en corde d'arc.

Piles

Les piles proposées sont en béton coulé sur place. La zone d'installation de l'appareil d'appui est géométriquement conçue pour s'adapter à l'alignement horizontal des ponts. Le puits de la pile proposé est une colonne unique. La colonne fait 1 067 mm ou 1 219 mm de diamètre, selon son emplacement. Les piles dont la colonne fait 1 067 mm de diamètre sont posées sur un avant-pieu en béton coulé sur place supporté par quatre pieux en béton percés de 760 mm de diamètre. Les piles dont la colonne fait 1 219 mm de diamètre sont posées sur un avant-pieu en béton coulé sur place supporté par quatre pieux en béton percés de 1 067 mm de diamètre.

Clôture et rails de protection

Les glissières de sécurité proposées sont composées de rails en aluminium standard de la Ville, de piquets et de poteaux là où cela est nécessaire. La glissière comprend un rail pour vélo circulaire d'un diamètre de 89 mm à une hauteur de 1 370 mm en haut du rail.

Au-dessus des routes, la clôture de protection proposée est composée d'une maille en acier inoxydable, ce qui est plus esthétique que du grillage, et est supportée par des poteaux en aluminium communs de la Ville partant de la glissière.

Tablier

Un tablier en béton composite avec tôle d'acier ondulée et d'une profondeur totale de 190 mm au-dessus de la pièce de pont est proposé et sera renforcé par de l'acier de renforcement inoxydable.

Appareils d'appui

Des appareils d'appui en élastomère fretté sont proposés pour toutes les travées de pont.

Aménagement du paysage

On n'utilisera pas de conifères, conformément aux exigences de la Ville. Des arbres à feuilles caduques et du gazon court ont été proposés pour ce projet. La Ville préfère l'utilisation de gazon court pour ce projet. La Ville de Winnipeg a noté pendant une réunion de chantier que pour des raisons d'accès et d'entretien, les pentes ne devraient pas être plus abruptes que 4:1. Il y a un emplacement où les pentes proposées dans la conception préliminaire sont plus abruptes que 4:1. La géométrie du sentier devra être légèrement modifiée pendant l'étape de conception détaillée pour répondre à ces exigences en matière de pente.

Des panneaux indicateurs et de balisage sont proposés à cinq points de prise de décision le long du sentier proposé.

Éclairage

L'éclairage sur le sentier proposé est censé être de l'éclairage au niveau des piétons standard de 4 m 60 de haut de Manitoba Hydro, avec un espacement d'environ 30 m.

Des éclairages à DEL sont proposés pour les ponts. L'éclairage du sentier sur les ponts sera fourni par des luminaires linéaires et intégrés aux poteaux de soutien de la glissière de sécurité. Dans les zones où le pont est supporté par des arcs à tablier supérieur, des luminaires linéaires à DEL seront installés sur le tablier du pont et dirigés vers les arcs. La lumière se reflétant sur les arcs contribuera à l'éclairage du sentier et soulignera le caractère unique et l'élégance de la structure portante. Les luminaires auront la capacité de changer de couleur, ce qui permettra d'éclairer les arcs dans des couleurs thématiques pour des événements spéciaux et de programmer une séquence de changement de couleur le reste du temps. Ce concept d'éclairage des arcs depuis le tablier permettra d'utiliser des luminaires plus économiques tout en permettant un accès facile aux luminaires pour les questions d'entretien.

Une simulation d'éclairage sera nécessaire pendant la phase de conception détaillée pour bien régler le projet d'éclairage proposé.

PCAM

Le PCAM a été respecté :

- en créant des plafonds et des marqueurs de terrain clairs pour la structure (p. ex. panneaux indicateurs de la Ville, poteaux de barrière);
- en concevant la structure pour qu'elle soit durable et facile à entretenir. Le choix des matériaux et les détails de conception permettent l'enlèvement des graffitis; fournissent des dégagements adéquats pour le déneigement; et évitent les détails et les finitions vulnérables à la rouille, aux dégâts accidentels et au vandalisme. Des matériaux communs ont été choisis, comme l'acier galvanisé ou métallisé et le béton.
- lors du choix de l'éclairage;
- en tenant compte des lignes de visibilité;
- en tenant compte des questions d'accessibilité et de sécurité.

Calendrier de projet préliminaire

Un calendrier de projet pour les prochaines phases est proposé ci-dessous, en partant du principe que la conception détaillée commencera en novembre 2017. Toutefois, si le projet commence en retard, le calendrier devra être ajusté en conséquence.

Étape	Échéance	
	Début	Fin
Conception détaillée		
<i>Acier</i>	Novembre 2017	Janvier 2018
<i>Construction générale</i>	Décembre 2018	Février 2018
Soumissions pour la fabrication de l'acier	Janvier 2018	Février 2018
Fabrication de l'acier	Février 2018	Août 2018
<i>Corde d'arc</i>	Février 2018	Mai 2018
<i>Treillis Pratt</i>	Février 2018	Août 2018
Soumissions pour la construction générale	Février 2018	Février 2018
Construction générale	Mars 2018	Novembre 2018

Opinion sur les coûts probables du projet

Le coût total du projet est d'environ 15 millions de dollars. Ce devis de Classe 3 (exact entre -20 % et +30 % du coût final de construction) a été élaboré pendant la phase préliminaire. Les coûts estimatifs seront peaufinés en plus de détails dans le cadre du processus de conception détaillée.