



**Ponts
JACQUES CARTIER +
CHAMPLAIN
Bridges
Canada**

**ANALYSE DE VIABILITÉ
HIVERNALE DE LA PISTE
CYCLABLE DU PONT JACQUES-
CARTIER**

Projet n°62065 | Dossier n° M03567A

Préparé par :

Guillaume Bertrand, ing. jr
N° de membre O.I.Q. : 5 057 213

Validé par :

Claudie-Anne Boulich, ing.
N° de membre O.I.Q. : 108535

15 novembre 2016

M03567A



ÉQUIPE DE RÉALISATION CIMA+

[REDACTED] – volet génie routier
[REDACTED] volet revue de littérature
[REDACTED] – volet sécurité routière
Claudie-Anne Boullich, ing. – chargée de projet
[REDACTED] – volet revue de littérature
[REDACTED] – volet STI
[REDACTED] – volet électricité
[REDACTED] volet génie routier
Guillaume Bertrand, ing. jr – analyses et rédaction du rapport
[REDACTED] M. Urb. – volet revue de littérature
[REDACTED] – volet structure
[REDACTED] tech. dess. - graphisme
[REDACTED] tech. dess. - graphisme

REGISTRE DES ÉMISSIONS ET RÉVISIONS

Identification	Date	Description de l'émission et/ou de révision
E01	2015-05-25	Pour commentaires
E02	2015-08-21	Pour commentaires
E03	2015-10-08	Pour commentaires
E04	2016-09-02	Finale
E05	2016-10-24	Finale révisée
E06	2016-11-15	Finale révisée

M03567A

Table des matières

Sommaire exécutif	1
1. Introduction	3
1.1 Portée du mandat	3
1.2 Enjeux et contexte.....	3
1.3 Méthodologie	4
1.4 Intrants	4
1.5 Besoins des cyclistes et obstacles à la pratique du vélo	5
1.5.1 Besoins des cyclistes.....	5
1.5.2 Obstacles à la pratique du vélo	5
2. Caractérisation de la piste cyclable.....	7
2.1 Localisation.....	7
2.2 Caractéristiques géométriques et fonctionnelles	8
2.2.1 Dégagement horizontal et vertical	8
2.2.2 Tracé et profil.....	11
2.2.3 Dispositifs de modération de la circulation	13
2.2.4 Utilités publiques.....	14
2.2.5 Accès	15
2.2.6 Abords de la piste	15
2.2.7 Surface de roulement	15
2.2.8 Signalisation et marquage	16
2.2.9 Drainage	17
2.2.10 Éclairage.....	18
2.2.11 Comparatif normes vs situation actuelle.....	19
2.3 Problématiques connues de PJCCI.....	20
3. Revue de littérature	21
3.1 Sources d'informations	21
3.1.1 Liste des documents consultés.....	21
3.1.2 Liste des personnes contactées	21
3.2 Localisation des cas étudiés.....	21
3.3 Pratiques d'entretien et applicabilité à la piste cyclable du pont Jacques-Cartier	22

MO3567A



3.3.1	Méthodes et équipements d'entretien	22
3.3.2	Méthodes et équipements – contrôle d'adhérence	27
3.3.3	Priorités et norme de service.....	33
3.3.4	Contrôle et évaluation	35
4.	Potentiel d'achalandage du lien cyclable en hiver	37
4.1	Conditions météorologiques à Montréal	37
4.2	Évaluation de la demande potentielle.....	38
4.2.1	Types d'usagers et motifs des déplacements	39
4.3	Variabilité de la demande potentielle.....	39
4.3.1	Intégration au réseau 4 saisons existant.....	39
4.3.2	Projets connus d'expansion du réseau	40
4.3.3	Contraintes limitant l'exploitation optimale	40
4.4	Sécurité – incidents et accidents	41
4.5	Synthèse du potentiel d'achalandage.....	41
5.	Exigences environnementales	42
6.	Améliorations aux aménagements de la piste	43
6.1	Mesures correctives	43
6.2	Fiches techniques d'interventions.....	44
7.	Scénarios d'exploitation	53
7.1	Statu quo – fermeture complète de la piste en hiver.....	53
7.1.1	Description du fonctionnement.....	53
7.1.2	Normes de service	53
7.1.3	Procédures de déneigement	53
7.1.4	Estimation des investissements à effectuer	53
7.1.5	Évaluation du scénario	54
7.2	Période d'ouverture optimisée en fonction des conditions de la piste.....	54
7.2.1	Description du fonctionnement.....	54
7.2.2	Normes de services.....	54
7.2.3	Procédures de déneigement	55
7.2.4	Estimation des investissements à effectuer	55
7.2.5	Évaluation du scénario	56



7.3	Ouverture complète en fonction des conditions de la piste	56
7.3.1	Description	56
7.3.2	Normes de service	56
7.3.3	Procédures de déneigement	57
7.3.4	Estimation des investissements à effectuer	58
7.3.5	Évaluation du scénario	59
7.4	Ouverture complète de la piste	59
7.4.1	Description	59
7.4.2	Normes de service	59
7.4.3	Procédures de déneigement	59
7.4.4	Estimation des investissements à effectuer	59
7.4.5	Évaluation du scénario	59
7.5	Communication et concertation	60
7.6	Normes de service	60
8.	Analyse comparative des scénarios d'exploitation	63
8.1	Scénario 1 - Statu quo – fermeture complète de la piste en hiver	64
8.2	Scénario 2 – Période d'ouverture optimisée en fonction des conditions de la piste	64
8.3	Scénario 3 - Ouverture complète en fonction des conditions de la piste	64
8.4	Scénario 4 - Ouverture complète de la piste	64
8.5	Autres coûts à considérer	64
8.6	Alternative – implantation d'un système de chauffage	65
8.7	Analyse comparative des risques	67
9.	Recommandations	69
10.	Conclusion	71

Liste des tableaux

Tableau 2.1 :	Normes de conception des courbes de la piste cyclable	12
Tableau 2.2 :	Vitesse de conception en fonction des caractéristiques de la pente	13
Tableau 2.3 :	Largeur supplémentaire en fonction des caractéristiques de la pente	13
Tableau 2.4 :	Comparaison entre les normes et la situation actuelle	19
Tableau 2.5 :	Description des problématiques	20
Tableau 3.1 :	Avantages et inconvénients - Pelle à lame lisse	23

Tableau 3.2 : Avantages et inconvénients - Pelle à lame dentée/ perforée.....	24
Tableau 3.3 : Avantages et inconvénients – Balai rotatif	26
Tableau 3.4 : Avantages et inconvénients – Souffleuse	26
Tableau 3.5 : Avantages et inconvénients – Sel et autres fondants secs.....	28
Tableau 3.6 : Avantages et inconvénients – Saumure	29
Tableau 3.7 : Avantages et inconvénients – Abrasif.....	29
Tableau 3.8 : Avantages et inconvénients – Sable mouillé chaud.....	30
Tableau 3.9 : Avantages et inconvénients – texturation	30
Tableau 3.10 : Avantages et inconvénients – Chauffage	32
Tableau 3.11 : Avantages et inconvénients – Système FAST	32
Tableau 3.12 : Priorités, normes de service pour entretien de pistes cyclables et méthodes utilisées	34
Tableau 4.1 : Potentiel d’achalandage des liens cyclables en hiver à Montréal.....	38
Tableau 4.2 : Évolution de la demande cyclable	39
Tableau 4.3 : Résumé des incidents sur la piste cyclable du pont Jacques-Cartier.....	41
Tableau 6.1 : Correctifs à apporter à la piste.....	43
Tableau 7.1 : Investissements à effectuer - Scénario 1.....	54
Tableau 7.2 : Évaluation du scénario 1.....	54
Tableau 8.1 : Analyse comparative des scénarios d'exploitation	63
Tableau 8.2 : Coûts additionnels à considérer.....	65

Liste des figures

Figure 2.1 : Secteur d’étude.....	7
Figure 2.2 : Réseau cyclable 4 saisons de Montréal	8
Figure 2.3 : Espace requis pour la rencontre de deux cyclistes dans un espace fermé.....	10
Figure 2.4 : Caractéristiques géométriques et fonctionnelles de la piste.....	14
Figure 3.1 : Localisation des exemples.....	22
Figure 3.2 : Types d’équipements de déneigement.....	23
Figure 3.3 : Méthodes de contrôle de l'adhérence.....	27

Liste des photos

Photo 2.1 : Aménagement de la zone de travaux	9
Photo 2.2 : Aménagement des abords de la piste	11
Photo 2.3 : Barrières de l'accès de la rue Saint-Charles	15
Photo 2.4 : Barrières de l'accès du boulevard Lafayette	15



Photo 2.5 : Joints de dilatation sur la piste cyclable	16
Photo 2.6 : Signalisation en direction nord	17
Photo 2.7 : Signalisation en direction sud	17
Photo 2.8 : Présence d'accumulation d'eau à divers endroits sur le pont	17
Photo 2.9 : Éclairage de la piste.....	18
Photo 3.1 : Pelle à lame lisse	23
Photo 3.2 : Pelle à lame perforée.....	24
Photo 3.3 : Pelle à lame dentée	24
Photo 3.4 : Balai rotatif	25
Photo 3.5 : Souffleuse	26
Photo 3.6 : Épandeuse à saumure.....	28
Photo 3.7 : Camion pour sable mouillé chaud.....	30
Photo 3.8 : Camion pour sable mouillé chaud.....	30
Photo 3.9 : Piste chauffée	31
Photo 3.10 : Viaduc chauffé	31
Photo 3.11 : Capteur	35
Photo 3.12 : Application	35
Photo 3.13 : Salle de contrôle	35
Photo 3.14 : Application sous forme de carte.....	35

Liste des annexes

Annexe A	Liste des intrants
Annexe B	Entretiens
Annexe C	État de l'art – revue de littérature
Annexe D	Étude de cas – Exemples de villes
Annexe E	Fiches de climat

Sommaire exécutif

La Société des Ponts Jacques Cartier et Champlain Incorporée (PJCCI) a mandaté la firme CIMA+ afin d'analyser la possibilité de rendre accessible la piste multifonctionnelle du pont Jacques-Cartier durant la période hivernale.

Quatre scénarios d'exploitation ont fait l'objet d'analyse, soit :

1. Statu quo – fermeture complète de la piste en hiver
2. Période d'ouverture de la piste optimisée
3. Ouverture complète en fonction des conditions de la piste
4. Ouverture complète de la piste

Dans un premier temps, une revue de littérature complète des différentes pratiques d'entretien de pistes cyclables en hiver dans différentes villes du monde a été réalisée, tant en Europe qu'aux États-Unis. Un portrait climatique des villes étudiées permet également de déterminer quelles techniques pourraient être applicables au climat de Montréal. Finalement, les normes de services en termes d'entretien des pistes cyclables dans les villes étudiées sont présentées.

Le potentiel d'achalandage de la piste cyclable du pont Jacques-Cartier a été évalué, en fonction de différents comptages réalisés ailleurs sur le réseau cyclable montréalais, ainsi que de l'évolution du cyclisme hivernal au cours des dernières années. **L'achalandage estimé sur la piste du pont Jacques-Cartier est donc évalué à environ 110 cyclistes par jour pour les mois d'hiver.**

Par la suite, un portrait de la piste cyclable actuelle a été dressé. Tous les aspects de la piste ont ainsi été analysés, tant au niveau des caractéristiques géométriques, que de la fonctionnalité de l'axe. **Les analyses montrent que la piste ne répond pas aux normes géométriques actuelles, et que des enjeux de sécurité pour les usagers peuvent en découler.**

Afin de diminuer l'occurrence et la gravité d'incident sur la piste multifonction, une liste des améliorations à apporter à la piste cyclable, en plus d'une estimation des coûts que ces dernières pourraient représenter a été dressée. **Au total, treize améliorations sont présentées.**

Finalement, les scénarios d'exploitation établis au départ ont été détaillés, leur fonctionnement, normes de service, et procédures de déneigement ont été décrits. Pour compléter l'analyse des scénarios, l'estimation des investissements nécessaire à leur mise en place et exploitation est exposée.

En fonction des analyses de scénarios, CIMA+ recommande le scénario 2 soit l'optimisation de la période d'ouverture de la piste multifonction. Ce scénario n'expose pas les usagers à des risques supérieurs à son exploitation actuelle et présente un gain pour l'utilisateur au printemps. Les scénarios 3 et 4 ne sont pas recommandés en raison de leurs coûts ou en raison des risques associés à leur exploitation.

1. Introduction

1.1 Portée du mandat

La pratique du vélo en période hivernale est en hausse constante depuis quelques années à Montréal. Les adeptes de ce mode de transport réclament depuis plusieurs années que le réseau cyclable soit entretenu durant les quatre saisons et que la piste multifonctionnelle du pont Jacques-Cartier, reliant la Rive-Sud à Montréal, soit également ouverte à l'année longue.

Dans ce contexte, la Société des Ponts Jacques Cartier et Champlain Incorporée (PJCCI) a mandaté la firme CIMA+ afin d'analyser la possibilité de rendre accessible la piste multifonctionnelle du Pont Jacques-Cartier durant la période hivernale. Pour ce faire, dans un premier temps, les différentes pratiques appliquées dans des cas similaires à travers le monde ont été étudiées. Le potentiel d'achalandage de la piste en période hivernale ainsi que les exigences environnementales en ce qui a trait à l'entretien de la piste sont également présentés. Dans une seconde étape, un portrait et diagnostic de la piste cyclable a été mené. Les améliorations requises afin de diminuer la gravité et l'occurrence d'incident sur la piste sont également présentées. À la lumière des informations recueillies et des réalités propres au pont Jacques-Cartier, les scénarios d'exploitation identifiés au départ ont été analysés. Enfin, des recommandations sur l'aménagement retenu sont proposées.

Il est cependant important de mentionner que l'évaluation de la capacité structurale en fonction des charges induites par les améliorations et les différents équipements d'entretien qui pourraient être utilisés sur la piste cyclable est exclue du présent mandat.

1.2 Enjeux et contexte

Les enjeux afin de rendre la piste multifonctionnelle accessible en hiver sont nombreux et touchent principalement la sécurité des piétons et des cyclistes. Les principaux enjeux sont les suivants :

- Offrir des conditions adéquates d'adhérence de la piste pour éviter les dérapages et les chutes des piétons et cyclistes ;
- Considérer la formation de glace noire, les chutes de glace de la structure du pont, l'accumulation de neige ainsi que les éclaboussures en provenance des voies de circulation qui complexifient l'entretien de la piste cyclable et qui peuvent affecter la sécurité des cyclistes ;
- Identifier des méthodes d'entretien et des produits de déglçage limitant les impacts environnementaux et la dégradation de la structure du pont ;
- Considérer la géométrie de la piste dont la présence d'une pente, son enclavement, la largeur des aménagements et les abords de la piste qui peuvent influencer la sécurité des piétons et cyclistes et les méthodes d'entretien ;
- Permettre le partage de la piste cyclable entre les piétons et les cyclistes ;
- Prendre en compte les coûts des améliorations relatives à la sécurité des usagers à apporter aux infrastructures existantes, ainsi que les coûts d'entretien et d'opération de la piste dans le choix d'une solution viable et sécuritaire ;

- Considérer la capacité portante du pont et des dispositifs de retenue relativement à l'utilisation d'équipement d'entretien mécanique ;
- La présence de vents parfois forts sur le pont peut faire en sorte de créer un enjeu de sécurité pour les cyclistes.

1.3 Méthodologie

Les activités réalisées dans le cadre de ce mandat sont les suivantes :

- Revue de littérature des meilleures pratiques et tendances pour l'entretien des liens cyclables en hiver concernant les procédures d'entretien, les types d'équipements d'entretien, les produits et les systèmes de technologie d'information ;
- Visite de terrain afin d'y relever les caractéristiques de la piste ;
- Recherche d'intrants auprès du client et des partenaires ;
- Caractérisation de l'état des lieux afin de présenter une description des caractéristiques de la piste, de ses approches, de ses accès ainsi que des éléments de risque à considérer ;
- Analyse et justification pour la mise en place d'un système de détection des conditions météo et de surveillance de l'état de la chaussée ainsi que l'estimation des coûts ;
- Élaboration d'une procédure et d'un système d'entretien, en fonction du mode de déneigement et d'entretien de la piste. Une justification de l'utilisation d'un système d'épandage d'antigel ou d'un système de chauffage dans les zones à risque sera aussi réalisée, en plus d'une estimation des coûts ;
- Évaluation des coûts d'entretien et d'exploitation pour des scénarios d'ouverture partielle ou complète de la piste ;
- Élaboration d'un système intelligent d'accès partiel.

1.4 Intrants

La liste des intrants reçus de la part de PJCCI et de ses partenaires pour la réalisation de cette étude est la suivante :

- Avis technique - Étude de réaménagement de l'intersection cycliste d'accès au pavillon de l'Île Sainte-Hélène [REDACTED] 2005 ;
- Étude préparatoire de conception - Mise à niveau des caméras, feux de voies et structures associées, CIMA+, 2011 ;
- Plans - Projet de design-construction pour le remplacement du tablier, Buckland & Taylor LTD., 2000-2002 ;
- Rapport final sur l'expérimentation de sel pré humidifié avec le produit Fusion 2350 au Centre de services de Cacouna pour les saisons 2010-2011 et 2011-2012, ministère des Transports du Québec, 2012 ;
- Tableau annuel des plaintes, PJCCI, 2015 ;



- Rapport d'accidents sur la piste cyclable, Sûreté du Québec, 2015 ;
- Comptages piétons et cyclistes, Ville de Montréal, 2015.

Une liste plus exhaustive des ouvrages et des documents consultés dans le cadre de la revue de littérature est disponible en annexe A.

1.5 Besoins des cyclistes et obstacles à la pratique du vélo en hiver

Avant de caractériser la piste multifonctionnelle du pont Jacques-Cartier, cette section rappelle les besoins des cyclistes qui circulent durant la période hivernale ainsi que les principaux obstacles qu'ils rencontrent. Ces informations sont tirées d'une étude réalisée par Vélo Québec concernant la pratique du vélo en hiver (Vélo Québec, 2013). Dans cette étude, Vélo Québec a réuni deux groupes de discussion afin de mieux connaître les habitudes, les incitatifs et les obstacles aux déplacements en vélo en hiver à Montréal.

1.5.1 Besoins des cyclistes

Concernant les besoins des cyclistes, les points suivants sont ressortis de ces enquêtes :

- **Une préférence pour des aménagements séparés**- les cyclistes jugent ces aménagements plus confortables et plus sécuritaires. Ils permettent également de ne pas être en contact avec les véhicules en cas de dérapage ou de chute.
- **Des opinions partagées pour l'utilisation du sel** - Certains cyclistes approuvent l'utilisation du sel puisqu'il offre une bonne protection contre le dérapage ; cependant, d'autres trouvent qu'il endommage les vélos et qu'il est nocif pour l'environnement.

1.5.2 Obstacles à la pratique du vélo

Parmi les obstacles indiqués dans l'étude, les cyclistes incitent sur :

- Le déneigement imprévisible ou tardif ;
- La cohabitation avec les automobilistes (comportement dangereux des automobilistes) ;
- L'accumulation de neige qui oblige le cycliste à cohabiter avec les véhicules dans un espace réduit ;
- La chaussée glissante qui augmente le risque de chute ;
- La discontinuité du réseau quatre saisons, comparativement au réseau estival ;
- L'absence d'intermodalité.

Ces caractéristiques seront prises en compte pour la suite de l'étude.

2. Caractérisation de la piste cyclable

Cette section décrit la piste multifonctionnelle du pont telle qu'elle est aménagée actuellement. Ses caractéristiques et ses particularités y sont présentées ainsi que les éléments à prendre en considération pour une possible ouverture hivernale.

2.1 Localisation

La piste multifonctionnelle du pont Jacques Cartier relie Montréal au nord à Longueuil au sud, avec un accès à l'île Sainte-Hélène situé à mi-parcours du pont Jacques-Cartier. Comme le montre la Figure 2.1, celle-ci se situe en bordure du pont, plus précisément du côté amont des voies de circulation véhiculaire, alors qu'un trottoir exclusivement réservé aux piétons est situé du côté aval du pont.

Figure 2.1 : Secteur d'étude



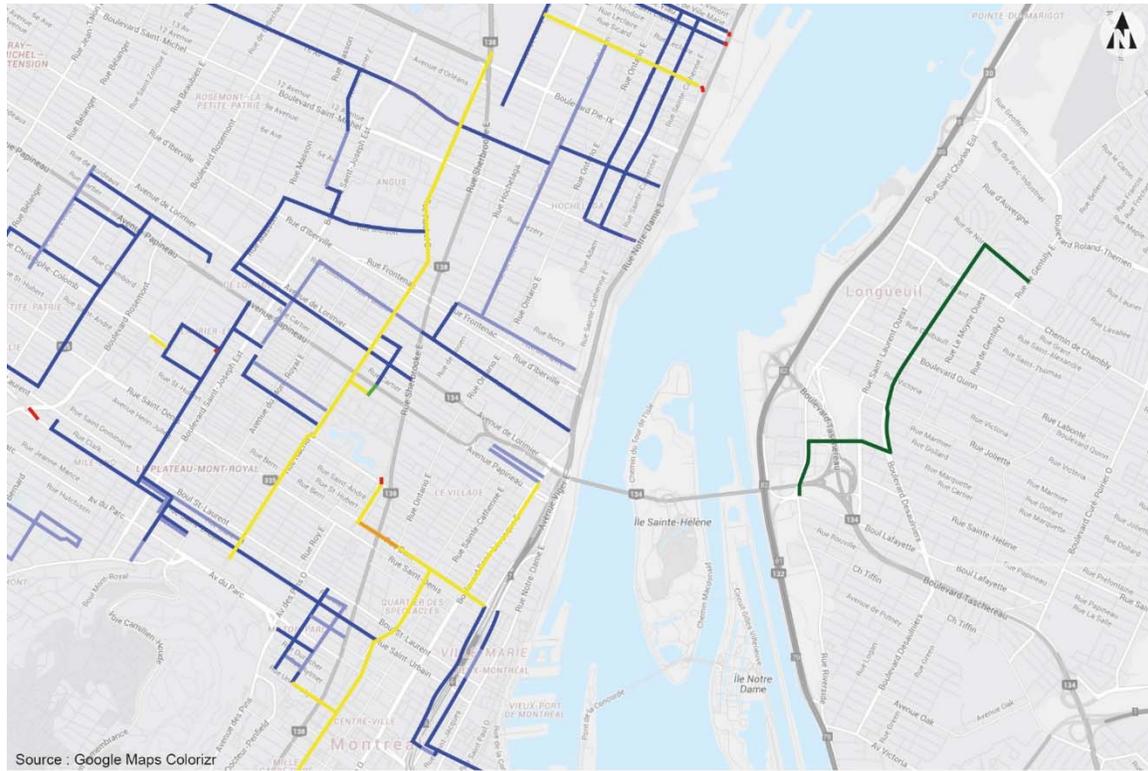
Du côté de Montréal, la piste est accessible par les liens cyclables des rues Dorion et des Confiseurs, qui donnent aussi accès à la piste cyclable du boulevard René-Lévesque.

Du côté de Longueuil, la piste est accessible par le boulevard Lafayette et par un escalier aménagé sur la rue Saint-Charles Ouest. Cependant, l'accès par l'escalier implique que les cyclistes grimpent les marches avec leur vélo sur leurs épaules ou encore qu'ils le poussent sur une rampe aménagée en bordure des escaliers (voir Figure 2.4 plus loin dans la section).

MO3567A

La Figure 2.2 illustre le réseau 4 saisons (ouvert à l'année) du côté Montréal dans le secteur du pont. Ce réseau est principalement composé de bandes cyclables et de chaussées désignées, ainsi que de quelques pistes sur rue dans le secteur du pont Jacques-Cartier.

Figure 2.2 : Réseau cyclable 4 saisons de Montréal



Source : Google Maps Colorizr

LÉGENDE

- Piste sur rue
- Piste site propre
- Sentier polyvalent
- Projet pilote (Ville de Longueuil)
- Bande cyclable
- Piste trottoir
- Chaussée désignée

2.2 Caractéristiques géométriques et fonctionnelles

Les caractéristiques géométriques et fonctionnelles de la piste multifonctionnelle du pont Jacques-Cartier sont décrites dans cette section.

2.2.1 Dégagement horizontal et vertical

Dégagement horizontal

La piste cyclable a généralement une largeur de 2,5 m. Par contre, aux emplacements des lampadaires et des superstructures de signalisation, cette largeur est réduite à 2,3 m. Sur presque toute la longueur, un conduit d'alimentation électrique de 60 mm de diamètre est fixé à la glissière de béton séparant la piste des voies de circulation. De plus, le garde-corps de la piste est composé de barreaux verticaux espacés de 125 mm.

Il est à noter que lors de la visite des lieux, il y avait des travaux temporaires sur la superstructure entre l'île Sainte-Hélène et Longueuil. À cet endroit, la piste cyclable est rétrécie à 1,5 m. Un

panneau de petite signalisation temporaire indique que les cyclistes doivent descendre de leur vélo dans cette section.

La photo 2.1 illustre l'aménagement de la piste où la largeur est réduite à 1,5 m.

Photo 2.1 : Aménagement de la zone de travaux



Photo : CIMA+

Dans les normes¹, il est spécifié que la largeur d'un vélo varie en général entre 500 mm et 650 mm. Il faut aussi considérer :

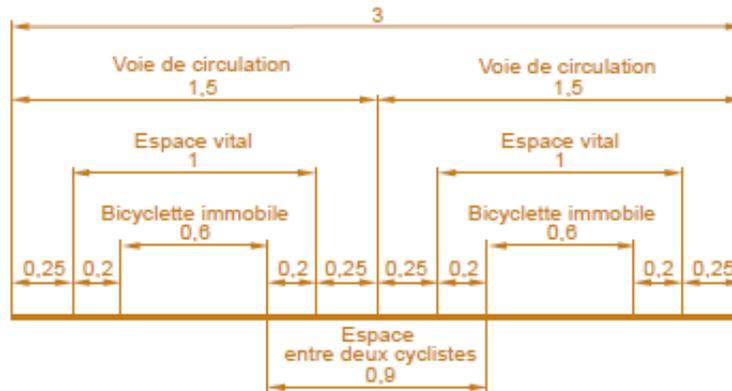
- Un corridor d'au moins 1 m pour permettre au cycliste de rétablir son équilibre ou lorsqu'il y a des vents latéraux ;
- Une largeur de 1 m pour permettre le passage d'une remorque pour enfant ;
- Un dégagement de 0,25 m de chaque côté du cycliste pour lui permettre d'éviter des obstacles potentiels sur la chaussée. À basse vitesse, lorsqu'il y a des risques de louvoiement, cet espace peut être augmenté.

En somme, dans un espace fermé, une piste cyclable doit offrir, selon les normes en vigueur, une largeur minimale de 3 m pour permettre la rencontre de deux cyclistes dans des conditions sécuritaires et confortables, pour une vitesse de conception de 30 km/h², comme l'illustre la Figure 2.3.

¹ MTQ – Tome 1, chapitre 15, page 8, juin 2014.

² MTQ – Tome 1, chapitre 15, page 11, juin 2014.

Figure 2.3 : Espace requis pour la rencontre de deux cyclistes dans un espace fermé



Note :
 – les cotes sont en mètres.

Source : Ministère des Transports du Québec

De plus, une piste à usage multifonctionnel nécessite un espace additionnel pour permettre la circulation des piétons et des cyclistes. Le MTQ propose certaines options de partage de l'espace, dont celle où les cyclistes, les patineurs à roues alignées, les personnes à mobilité réduite et les piétons circulent sur une même voie. Dans cette situation, une largeur additionnelle de 0,5 m doit être ajoutée pour chaque direction. Ainsi, selon les normes du MTQ, **la piste multifonctionnelle du pont Jacques-Cartier devrait avoir une largeur minimale de 4 m.**

Le garde-corps est composé de barreaux verticaux qui peuvent coincer le guidon d'un vélo lorsqu'ils sont heurtés. De plus, un conduit contenant des câbles d'alimentation électrique pour le pont est fixé à la glissière de béton séparant la piste des voies de circulation automobile et peut constituer un élément de risque pour les cyclistes qui pourraient s'y accrocher. Par ailleurs, la position de ce conduit est à considérer lors des opérations de déneigement et une attention particulière doit y être portée afin de ne pas l'endommager.

De plus, le garde-corps a été conçu afin de résister à l'impact de piétons et de cyclistes. Sa résistance à l'impact avec des équipements d'entretiens motorisés doit être validée, dans un mandat distinct, avant de confirmer les procédures d'entretien proposées.

Dégagement vertical

Une barrière dissuasive est fixée au-dessus du garde-corps, le long de la piste, pour empêcher les usagers de grimper sur le garde-corps du pont, telle que l'illustrent les photos 2.2 et 2.3. La barrière est installée des deux côtés de la piste, à l'endroit des superstructures de pont.

Le dégagement vertical de la piste sous la barrière dissuasive est de 2,55 m. Le dégagement sous certains panneaux de petite signalisation est de 2,35 m.

Pour permettre à un cycliste de pédaler debout sans risque, les normes du MTQ préconisent un dégagement minimal de 2,5 m de largeur³. Pour plus de confort, 3 m est suggéré par les normes du MTQ⁴.

2.2.2 Tracé et profil

Tracé

La longueur de la piste cyclable du pont Jacques-Cartier, incluant les approches, est d'environ 3,5 km entre la rue Cartier à Montréal et le boulevard Lafayette à Longueuil.

Bien qu'en général, le tracé de la piste suive le tracé des voies véhiculaires, des déviations sans rayons sont présentes au niveau des superstructures du pont afin de les contourner comme le montre la photo 2.2.

Photo 2.2 : Aménagement des abords de la piste



Photo : CIMA+

Selon le MTQ, les rayons sécuritaires et confortables pour une piste cyclable sont calculés en fonction de la formule suivante :

$$R = \frac{V^2}{127 (e + f)}$$

où

R = rayon de courbure (m)

V = vitesse (en km/h)

e = dévers (m/m)

f = coefficient de frottement
entre le pneu et le revêtement

³ MTQ – Tome 1, chapitre 15, page 8, juin 2014.

⁴ MTQ – Tome 1, chapitre 15, page 14, juin 2014.

Le coefficient de frottement est fixé à 0,4, mais peut être réduit de moitié si la surface est couverte de sable⁵ ou de tout autre abrasif utilisé en condition initiale.

Le Tableau 2.1 présente les rayons en fonction de la vitesse. Dans le cas du pont Jacques-Cartier, le pourcentage de devers est considéré comme négligeable, compte tenu de sa faible pente.

Une vitesse de conception de 30 km/h sur terrain plat et sans vent est considérée pour la conception d'une piste cyclable. Cette vitesse influence les rayons et les devers de la piste cyclable.

Compte tenu du pourcentage et de la longueur des pentes du profil sur l'ensemble du pont, il est raisonnable de croire que la vitesse des cyclistes peut atteindre 45 km/h et plus.

Tableau 2.1 : Normes de conception des courbes de la piste cyclable

Vitesse (km/h)	Frottement	Rayon (m)
30	0,4	17,72
45	0,4	39,86
30	0,2	35,43
45	0,2	79,72

Ainsi, les déviations sans rayon de la piste cyclable existante ne respectent pas ces rayons de conception aux approches des superstructures du pont.

Profil

De la portion comprise entre l'approche nord et la première superstructure, la pente est de 4,12 % sur près de 600 m. La première superstructure est constituée d'un profil en parabole avec une pente de 4 % et à niveau au centre. Entre la fin de la superstructure et jusqu'à l'accès pour l'île Sainte-Hélène, la pente du profil est approximativement de 2 % sur près de 250 m. Ensuite, le profil est d'environ 1 % sur une portion de plus ou moins 350 m. Puis, la pente passe à près de 3,8 % jusqu'à la superstructure du pont situé du côté Longueuil, sur près de 350 m. Enfin, le profil est en pente descendante à près de 4 % jusqu'au raccordement au boulevard Lafayette, soit sur près de 1 km.

D'une part, selon le MTQ la vitesse de conception doit être augmentée en fonction du pourcentage de pente et de la longueur de ces dernières, tel que mentionné précédemment. Le tableau ici-bas, tiré des normes du MTQ⁶, illustre cette exigence.

⁵ MTQ – Tome 1, chapitre 15, page 15, juin 2014.

⁶ MTQ – Tome 1, chapitre 15, tableau 15.4-3, juin 2014.

Tableau 2.2 : Vitesse de conception en fonction des caractéristiques de la pente

Pente (%)	Longueur (m)		
	de 25 à 75	de 75 à 150	150 et +
de 3 à 5%	35	40	45
de 6 à 8%	40	50	55
9% et +	45	55	60

D'autre part, pour des pistes cyclables comportant des pentes de plus de 4 %, il est conseillé d'ajouter une surlargeur aux pistes cyclables⁷.

Tableau 2.3 : Largeur supplémentaire en fonction des caractéristiques de la pente

Pente (%)	Longueur de la pente (m)		
	de 25 à 75	de 75 à 150	150 et +
> 3 et < 6%	–	0,2	0,3
> 6 et < 9%	0,2	0,3	0,4
9% et plus	0,3	0,4	0,5

2.2.3 Dispositifs de modération de la circulation

Compte tenu de la vitesse potentielle des cyclistes induites par la longueur et le pourcentage des pentes de la piste cyclable, des dispositifs de modération de la vitesse ont été installés sur la piste cyclable. Ces chicanes sont installées pour ralentir les cyclistes et réduire la gravité des collisions avec ceux venant en sens inverse et avec les piétons. Celles-ci sont en plastique et fixées sur les abords de la piste. Il est possible de les enlever de façon à faciliter l'entretien de la piste. Toutefois, il est à noter que leur démantèlement complet nécessite jusqu'à 2 jours. Par conséquent leur enlèvement pour entretien quotidien n'est pas possible, puisqu'elles ne peuvent être franchies par les véhicules d'entretien.

L'aménagement de ces dernières, en quinconce, ne permet pas à deux cyclistes de se croiser au passage des chicanes, d'où la nécessité d'instaurer une priorité de passage. Les panneaux de cédez-le-passage, tels qu'installés actuellement sur les chicanes, ne permettent pas d'établir une règle claire sur la priorité d'une direction sur l'autre.

Les chicanes sont situées aux endroits suivants :

- À la hauteur de la rue Tansley, soit à près de 450 m de la rue Dorion ;
- Près du chemin du Tour de l'Isle, à près de 275 m de l'intersection de l'accès à l'île Sainte-Hélène ;
- À l'extrême ouest de l'île Notre-Dame, soit à près de 250 m du point haut de la superstructure du côté aval du pont.

⁷ MTQ – Tome 1, chapitre 15, tableau 15.4-5, juin 2014.

D'autres chicanes sont plutôt installées dans le but de sécuriser des intersections. Celles-ci sont situées aux endroits suivants :

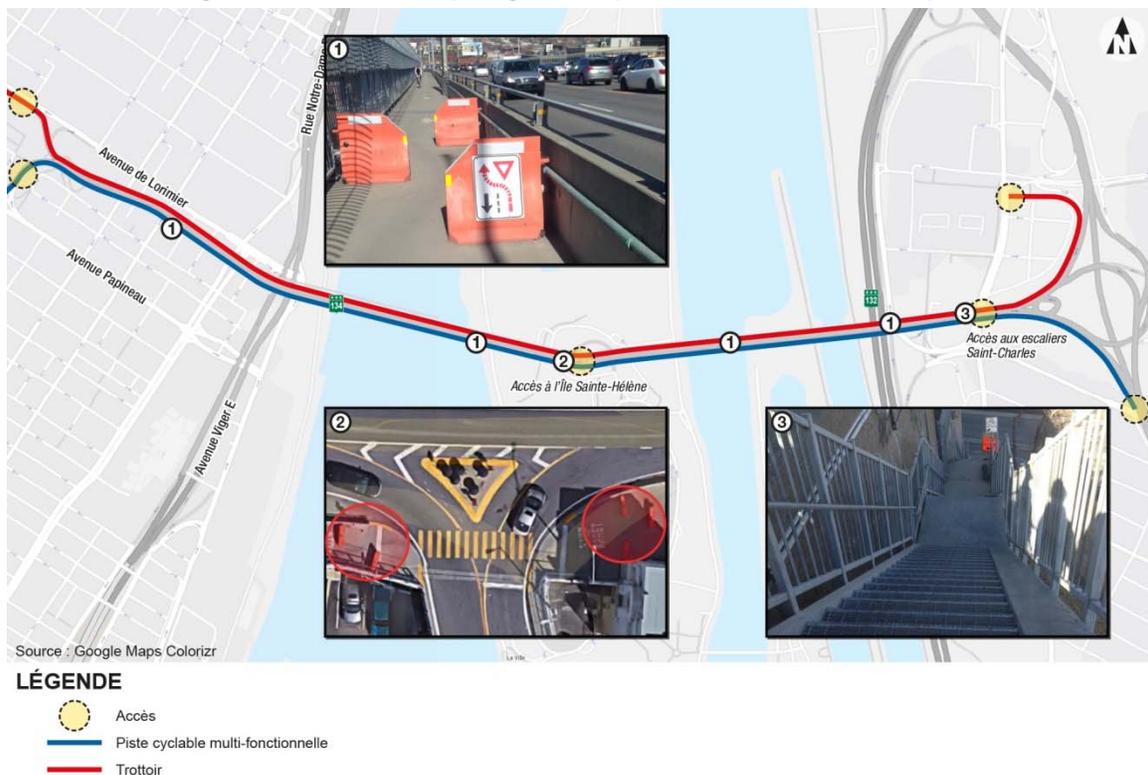
- De chaque côté de l'intersection pour accéder à l'île Sainte-Hélène ;
- Entre le boulevard Lafayette et la rue St-Charles et près des escaliers de la rue St-Charles.

La Figure 2.4 illustre l'emplacement et l'aménagement de ces chicanes.

Dans presque tous les cas, la longueur et le pourcentage de la pente suivant la chicane permettent au cycliste d'atteindre de nouveau une vitesse de 45 km/h.

Pour les cyclistes ayant franchi les chicanes sur la pente ascendante, leur vitesse devient basse. Le risque de louvoiement est donc augmenté.

Figure 2.4 : Caractéristiques géométriques et fonctionnelles de la piste



2.2.4 Utilités publiques

Un [REDACTÉ] est présent dans l'environnement de la piste cyclable. Environ [REDACTÉ] de [REDACTÉ] sont situés sur la piste cyclable. De plus, tel qu'abordé dans la section « Dégagement horizontal et vertical », un conduit de 60 mm est fixé à la glissière de béton entre la voie de circulation et la piste cyclable.

2.2.5 Accès

La Figure 2.4 illustre l'emplacement des accès à la piste multifonctionnelle.

Des bollards sont situés à l'entrée de la piste cyclable sur Papineau ainsi que sur la rue Dorion. Également près de la limite de la surface bétonnée de la piste cyclable, côté Montréal, il y a présence d'une barrière pour fermer complètement l'accès à la piste cyclable. Ce type de barrière est aussi présent de part et d'autre de l'intersection pour l'accès à l'île Sainte-Hélène ainsi que près de l'accès de la rue Saint-Charles. Finalement, une barrière est également située au niveau de l'accès du boulevard Lafayette. Ces installations sont illustrées sur les photos 2.3 et 2.4.

Photo 2.3 : Barrières de l'accès de la rue Saint-Charles



Photo 2.4 : Barrières de l'accès du boulevard Lafayette



2.2.6 Abords de la piste

Une glissière de béton sépare les voies de circulation de la piste multifonctionnelle. Celle-ci a 900 mm de hauteur du côté de la piste et 840 mm de hauteur du côté des voies de circulation. Un rail métallique de 275 mm de hauteur est fixé au-dessus de la glissière.

2.2.7 Surface de roulement

La surface de la piste est composée de béton sur l'ensemble du tracé qui se trouve sur le pont. Au niveau des approches du pont, la surface de la piste est composée de revêtement bitumineux.

La présence de joints de dilatation et de puits d'accès de Bell sur les tabliers du pont et de la piste fait en sorte de créer des irrégularités dans la surface de cette dernière, comme l'illustre la photo 2.5. Ces joints sont propices à des accumulations d'eau qui peuvent éventuellement geler en hiver.

Photo 2.5 : Joints de dilatation sur la piste cyclable



Photo : CIMA+

2.2.8 Signalisation et marquage

Des panneaux de signalisation de danger sont accrochés sur les lampadaires existants. Ces panneaux empiètent sur le côté de la piste cyclable et leur dégagement vertical varie entre 2,35 et 2,5 m.

Une ligne axiale marquée en jaune sépare les voies de circulation. Celle-ci est discontinue, sauf dans les rayons et aux approches de l'intersection vers l'île Sainte-Hélène. De plus, à cet endroit, un marquage au sol indique « STOP/ARRÊT ». Des flèches de direction sont visibles au début de la piste cyclable en revêtement de béton du côté de Montréal et aux approches de l'intersection vers l'île Sainte-Hélène. Près des chicanes, la ligne jaune est remplacée par un marquage blanc.

De la petite signalisation est présente à l'intersection vers l'île Sainte-Hélène. La signalisation entre les deux directions comporte quelques différences, dont un panneau d'arrêt qui n'apparaît pas en direction sud. Au niveau de la superstructure de pont du côté de Longueuil, un panneau « ralentissez » est présent. Un panneau « cédez-le-passage », visible aux usagers qui descendent, est apposé sur les chicanes en place dans les sections de la piste à pente forte, indiquant à ceux-ci de céder le passage aux cyclistes en montée.

En bref, la signalisation sur la piste cyclable manque parfois de clarté, et devrait être normalisée afin d'être uniforme sur l'ensemble du tracé.

Photo 2.6 : Signalisation en direction nord



Photo 2.7 : Signalisation en direction sud



2.2.9 Drainage

Le long de la piste cyclable, généralement près des joints, des drains de 200 mm de diamètre se trouvent du côté de la glissière rigide en béton. À l'endroit des superstructures du pont, le devers de la piste se trouve vers l'extérieur des voies. Lors de la visite terrain, le temps était chaud et ensoleillé. Par contre, la veille, beaucoup de pluie est tombée. Ainsi, trois zones d'accumulation d'eau ont été identifiées. La première se trouve tout juste à l'entrée de la piste cyclable du pont, près du début du revêtement de béton du côté Montréal. La deuxième et la troisième se trouvent de part et d'autre de l'intersection vers l'île Sainte-Hélène. Également, à cet endroit, entre le joint et les chicanes du côté Longueuil, un drain de 38 mm a été posé au travers de la base de la glissière de béton.

Photo 2.8 : Présence d'accumulation d'eau à divers endroits sur le pont



MO3567A

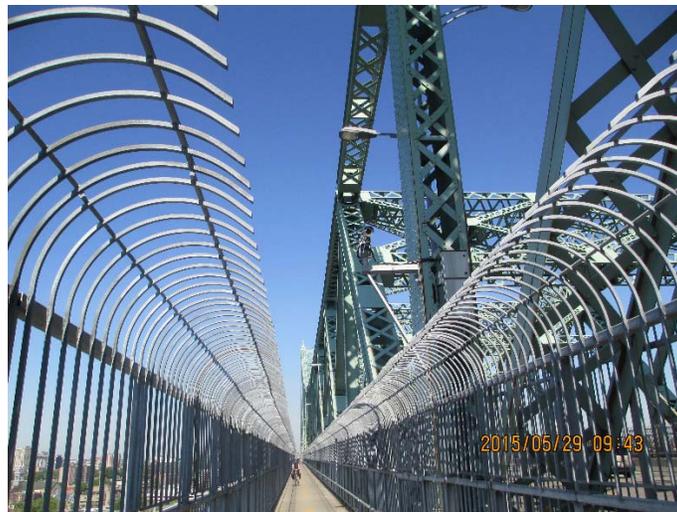


2.2.10 Éclairage

La visite terrain a été réalisée de jour et aucun relevé de nuit n'a été effectué dans le but de valider les conditions d'éclairage. Il y a présence de lampadaires simples tous les 35 m et de lampadaires doubles le long des superstructures.

Aucune analyse de photométrie n'a été faite dans le cadre de ce mandat. Un bon éclairage en période hivernale est d'autant plus important étant donné que les périodes de noirceur sont plus longues.

Photo 2.9 : Éclairage de la piste



2.2.11 Comparatif normes vs situation actuelle

Le Tableau 2.4 récapitule les principaux constats mis en évidence dans cette section.

Tableau 2.4 : Comparaison entre les normes et la situation actuelle

	Normes	Piste cyclable actuelle	Risques
Largeur	3 m pour une vitesse de conception de 30 km/h	2,3 m à 2,5 m	Risques accrus d'accrochage avec d'autres cyclistes, piétons ou avec les éléments cernant la piste cyclable (GR, barrière anti-saut, conduits, largeur plus étroite au niveau des chicanes, risques de louvoiement, etc.)
Dégagement vertical	2,5 min; 3 m recommandé	2,35 m à 2,55 m	Risque d'accrochage lorsque les cyclistes pédalent debout
Exigences pour piste multifonction	Ajout d'une surlargeur de 0,5 m par direction donc 4 m au total	2,35 m à 2,5 m	Risque d'accrochage avec les autres usagers, particulièrement en situation de contournement des piétons par des cyclistes
Exigences pour fauteuil roulant (pour une voie piétonne seulement)	2,4 m	2,35 m à 2,5 m	Risque d'accumulation d'usager, plus particulièrement à la chicane (accrochages accrus) parce que les fauteuils sont plus lent à passer les chicanes
Surlargeur en fonction de la pente et de la vitesse	Ajout d'une surlargeur de 0,3 m par direction (en considérant une piste multifonctionnelle de 4 m de largeur, 4,6 m au total)	2,3 m à 2,5 m	Risques accrus d'accrochage avec d'autres cyclistes, piétons ou avec les éléments cernant la piste cyclable (GR, barrière anti-saut, conduits, etc.)
Drainage	2 % de pente transversale	Négligeable	Formation de flaques d'eau ou de plaques de glace

Bien que certains éléments de la piste cyclable ne respectent pas les normes de conception actuellement en vigueur, il est possible que des contraintes particulières aient dicté la conception de cette dernière.

2.3 Problématiques connues de PJCCI

Plusieurs problématiques évoquées par PJCCI font en sorte que la piste multifonctionnelle demeure fermée durant la période hivernale. Ces problématiques, présentées au tableau ci-dessous, devront être prises en compte, dans l'éventualité de l'ouverture en période hivernale.

Tableau 2.5 : Description des problématiques

Éléments	Description de la problématique
Dalles de béton et joints de dilatation	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Le béton non recouvert est porté à geler plus rapidement. De plus, le fait que le pont enjambe le fleuve Saint-Laurent le rend plus propice à la formation de glace noire ; ▪ Les dalles du pont contiennent une grande quantité d'armature, ce qui fait en sorte qu'il est impossible de les percer pour y installer des dispositifs servant à l'entretien de la piste (ex. : système d'antigivrage) ; ▪ La surface de la piste cyclable est en béton non recouvert, ce qui rend impossible l'épandage de sels durant la période hivernale, car ils endommageraient le béton et les structures du pont ; ▪ Les joints de dilatation des dalles du pont posent un risque d'accumulation d'eau et de glace qui peut nuire à la sécurité des cyclistes ; ▪ Les joints de dilatation du pont ne sont pas tous orientés dans la même direction. Leur configuration (voir photo 2.5) fait en sorte qu'un véhicule de déneigement pourrait endommager certains joints avec sa lame selon la direction à laquelle il circule.
Profil de la piste	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Les pentes sur le pont sont relativement prononcées (4 %) et font en sorte que les cyclistes peuvent atteindre des vitesses élevées, ce qui représente un risque pour leur sécurité, particulièrement en période hivernale. Les risques de perte de contrôle et de collisions avec un piéton sont accrus dans cet environnement.
Présence de chicanes	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Le positionnement actuel des chicanes sur le pont rend le déneigement problématique puisqu'un véhicule de déneigement ne peut franchir les chicanes.
Enclavement de la piste	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Comme la piste est enclavée par la glissière de sécurité et la barrière anti-saut et qu'elle n'offre que 2,5 m de largeur, il n'est pas possible d'accumuler de la neige en bordure. La méthode d'entretien devra prévoir l'enlèvement de la neige.
Dispositifs de sécurité	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Il arrive, à quelques occasions durant l'hiver, que de la neige et de la glace tombent des structures du pont qui surplombent la piste cyclable ; ▪ Il n'y a actuellement pas de dispositifs empêchant la neige, l'eau et les abrasifs provenant des voies de circulation d'être projetés sur la piste cyclable ; ▪ Aucun dispositif de fermeture rapide de la piste cyclable n'est en place actuellement.

3. Revue de littérature

Cette section présente la revue de littérature sur les différentes pratiques pour l'entretien hivernal de pistes cyclables à travers le monde. Les différents équipements de déneigement, les produits utilisés et les normes d'entretien y sont présentés.

3.1 Sources d'informations

3.1.1 Liste des documents consultés

Le document de Vélo Québec « Le vélo quatre saisons à Montréal » a été la base de la revue de littérature. Celui-ci a été complété par des recherches internet sur la thématique. Plusieurs conférences présentées au cours du congrès annuel « Winter Cycling Conference » des trois dernières années et réunissant des experts dans le domaine ont permis d'approfondir le sujet.

La liste complète des intrants consultés est disponible en annexe A.

3.1.2 Liste des personnes contactées

Afin de réaliser une revue de littérature complète des différentes pratiques en vigueur à travers le monde pour l'entretien hivernal des pistes cyclables, des intervenants de plusieurs organismes ont été consultés :

- [REDACTED] Vélo Québec ;
- [REDACTED] - chef de service de la division Transports actifs et collectifs, Ville de Montréal ;
- [REDACTED] coordonnateur de l'analyse et de l'expertise, ministère du Développement durable, de l'Environnement et de la Lutte contre les changements climatiques ;
- [REDACTED] - ministère des Transports du Québec ;
- [REDACTED] - conseiller en aménagement, Ville de Montréal (Division Transports actifs et collectifs) ;
- [REDACTED] - coordonnatrice, direction régionale de l'analyse et de l'expertise de Montréal, Laval, Lanaudière et Laurentides ;
- [REDACTED] direction régionale de l'analyse et de l'expertise de Montréal, Laval, Lanaudière et Laurentides ;
- [REDACTED] - ministère des Transports du Québec ;
- [REDACTED] - module secteur des structures, ministère des Transports du Québec.

L'annexe B présente un résumé des entretiens avec les personnes contactées dans le cadre du projet.

3.2 Localisation des cas étudiés

Sept villes d'Amérique du Nord et cinq villes scandinaves ayant des similitudes au niveau climatique (froid, enneigement et/ou englacement) ont été étudiées, et sont localisées sur la Figure 3.1.

Les annexes D et E présentent les caractéristiques climatiques des différents cas d'étude. Mentionnons que les villes nord-américaines ont un taux d'enneigement et des températures similaires à celles de Montréal. Quant aux villes scandinaves, le taux d'enneigement est souvent inférieur à celui de Montréal et les cycles de gel-dégel dus à la faible luminosité durant la période hivernale différent de ceux de Montréal. En effet, les pays scandinaves sont plongés une partie de l'hiver dans une nuit très longue. La durée d'ensoleillement est donc inférieure à celle de Montréal.

Figure 3.1 : Localisation des exemples



3.3 Pratiques d'entretien et applicabilité à la piste cyclable du pont Jacques-Cartier

La revue de littérature traite des points suivants :

- Les méthodes et les équipements d'entretien ;
- Les priorités et normes de service ;
- Le contrôle et l'évaluation.

L'annexe C présente la liste des documents consultés qui font état des différentes pratiques d'entretien de voies cyclables en hiver à travers le monde.

3.3.1 Méthodes et équipements d'entretien

Tel qu'illustré à la Figure 3.2, il existe quatre types d'équipements de déneigement répertoriés. La section qui suit présente les principales caractéristiques de chaque type d'équipement ainsi que leurs avantages et inconvénients.

Figure 3.2 : Types d'équipements de déneigement



Pelle à lame lisse

La pelle à lame lisse varie en termes de grandeur et de forme et peut être attachée à plusieurs types de véhicules (camions, tracteurs ou chenillettes). Le bord inférieur de la pelle, qui fait contact avec la chaussée, est généralement muni d'une lame remplaçable. Elle permet l'enlèvement de grandes quantités de neige. Cette méthode est communément utilisée à Montréal, et plus généralement dans l'ensemble des villes canadiennes et étasuniennes.

Photo 3.1 : Pelle à lame lisse



Source: Vélo Québec

Cette méthode est praticable sur tous types de surface (asphalte, béton et pavés). Elle a toutefois tendance à laisser une couche résiduelle de neige, qui une fois compactée par les passages, peut durcir et entraîner des problèmes d'adhérence. Il est donc nécessaire d'appliquer en complément du déneigement, des abrasifs ou des fondants après le passage de la pelle pour assurer une bonne adhérence.

Les avantages et les inconvénients de cette méthode sont présentés au Tableau 3.1.

Tableau 3.1 : Avantages et inconvénients - Pelle à lame lisse

Avantages	Inconvénients
<ul style="list-style-type: none"> ▪ Méthode courante à Montréal ▪ Beaucoup de fournisseurs d'équipements ▪ Équipement polyvalent 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Couche résiduelle de neige lisse et glissante

M03567A

Cette méthode est applicable à Montréal, car elle est déjà utilisée pour de nombreux axes cyclables. Toutefois, deux problèmes sont mis en évidence :

- *La couche de neige résiduelle peut affecter la sécurité des cyclistes compte tenu de l'utilisation limitée des abrasifs et des fondants sur le pont.*
- *Le dépôt de la neige en rive de la piste n'est pas possible compte tenu de l'espace restreint de 2,5 m pour la circulation des cyclistes.*

Pelle à lame dentée/perforée

L'utilisation de lame dentée ou perforée permet de laisser une couche de neige résiduelle striée sur la chaussée, ce qui accélère la fonte de la neige résiduelle par temps doux et rend la chaussée moins glissante par temps froid. Cette méthode limite le besoin d'épandage d'abrasifs ou de fondants pour le contrôle de l'adhérence. Elle est praticable sur tous types de surface (asphalte, béton et pavés) et elle permet l'enlèvement de grandes quantités de neige.

Photo 3.2 : Pelle à lame perforée



Source: Vélo Québec

Photo 3.3 : Pelle à lame dentée



Source: Vélo Québec

Cette méthode est couramment utilisée dans les pays scandinaves et reste peu connue en Amérique du Nord. Les avantages et les inconvénients de cette méthode sont présentés au Tableau 3.2.

Tableau 3.2 : Avantages et inconvénients - Pelle à lame dentée/ perforée

Avantages	Inconvénients
<ul style="list-style-type: none"> ▪ Couche de neige résiduelle striée sur la chaussée (accélère la fonte des neiges si redoux) ▪ Utilisable avec les équipements existants 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Inconnu en Amérique du Nord, pas de fournisseurs ▪ Dégradation des surfaces des aménagements et des bordures de trottoirs ▪ Équipement spécialisé peu utile hors d'une piste cyclable

M03567A

Cette méthode n'est actuellement pas utilisée à Montréal, mais elle pourrait être testée notamment sur la piste cyclable du pont Jacques-Cartier où l'usage des fondants n'est pas recommandé. Néanmoins, certains problèmes sont posés :

- ***Elle est déconseillée si les périodes de gel-dégel sont fréquentes afin d'éviter la formation de glace. Elle est donc à privilégier seulement au milieu de l'hiver lors des fortes accumulations de neige.***
- ***Elle pourrait dégrader les structures du pont.***

Balai rotatif

Une alternative aux pelles est l'usage du balai rotatif pour le déneigement, qui est adaptable sur plusieurs types de véhicules. Cette méthode permet de laisser très peu de neige résiduelle sur la chaussée même si la surface est irrégulière. Cette méthode peut être utilisée pour des accumulations de neige allant jusqu'à 10-15 cm, selon le diamètre du balai et l'humidité de la neige. En effet, l'efficacité du balai diminue considérablement pour des épaisseurs de neige plus importantes et lorsque la neige est mouillée. Elle est praticable sur tous types de surface (asphalte, béton et pavés). L'usage du balai rotatif permet d'éviter l'utilisation de fondants et abrasifs, car la chaussée est laissée sans neige résiduelle.

Photo 3.4 : Balai rotatif



Source : VTC

Dans certaines conditions, le balai rotatif peut être utilisé en complément à la pelle lisse pour enlever le résiduel de neige. Des chercheurs suédois (Bergström, 2002) ont noté que la méthode est particulièrement efficace aux endroits qui subissent des gels-dégels fréquents et où le risque d'englacement est élevé. Selon les mêmes chercheurs suédois, le coût est le principal inconvénient de cette méthode. En effet, il a été calculé que le coût d'exploitation d'un chasse-neige à balai rotatif est deux à trois fois supérieur à celui d'un chasse-neige à pelle, car celui-ci est beaucoup plus lent.

Les avantages et les inconvénients de cette méthode sont présentés au Tableau 3.3.

Tableau 3.3 : Avantages et inconvénients – Balai rotatif

Avantages	Inconvénients
<ul style="list-style-type: none"> ▪ Entre en contact avec toute la surface de l'infrastructure et ne laisse aucun résidu ▪ N'abîme pas la surface de l'aménagement ▪ Permet d'éviter ou de réduire l'usage des fondants et d'abrasifs ▪ Équipement polyvalent 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Plus cher à exploiter, car plus lent à opérer ▪ Inefficace pour des épaisseurs de neige importantes ▪ Projection possible des débris vers les côtés ; ▪ Moins efficace sur neige mouillée

Le balai rotatif n'est actuellement pas utilisé à Montréal, mais l'est couramment à Ottawa, ville qui possède un climat similaire à celui de Montréal. Cette méthode est également utilisée à Calgary. Cette méthode pourrait être utilisée lors de faibles précipitations neigeuses ou en complément de la pelle lisse ou de la souffleuse lors de précipitations supérieures à 10-15 cm. Toutefois, un problème est noté concernant son applicabilité pour le pont Jacques-Cartier :

- *Comme la piste en enclavée, et ne permettra pas aux cyclistes de contourner l'équipement, celle-ci devra être fermée plus longtemps pendant l'entretien comparativement aux autres équipements.*

Souffleuse

Une autre méthode de déneigement est la souffleuse à neige qui permet d'enlever de grandes quantités de neige. Elle est praticable sur tous types de surface (asphalte, béton et pavés). Elle laisse toutefois une couche de neige résiduelle. Cette méthode est communément utilisée pour le déneigement de la ville de Québec et plus généralement au Canada et aux États-Unis.

Photo 3.5 : Souffleuse



Source: VTC

Les avantages et les inconvénients de cette méthode sont présentés au Tableau 3.4.

Tableau 3.4 : Avantages et inconvénients – Souffleuse

Avantages	Inconvénients
<ul style="list-style-type: none"> ▪ Méthode courante à Montréal ▪ Beaucoup de fournisseurs d'équipements ▪ N'abîme pas la surface de l'aménagement ▪ Pratique où l'espace de stockage est restreint ▪ Permet le chargement de la neige ▪ Équipement polyvalent 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Couche résiduelle de neige lisse et glissante

Cette méthode apparaît comme idéale pour les secteurs restreints où le chargement de neige est limité comme une partie du pont. Cette méthode permettrait de souffler la neige vers le fleuve ou dans un camion ; toutefois, certains problèmes se posent :

- *Certaines sections de la piste se trouvent au-dessus de voies de circulation ou de zones habitées. Ces sections se trouvent principalement au-dessus de l'île de Montréal, de l'île Sainte-Hélène, de l'île Notre-Dame et de Longueuil. À ces endroits, il n'est pas possible de souffler la neige au fleuve ;*
- *Si la neige n'est pas soufflée au fleuve, elle doit être soufflée dans la voie de circulation en rive ou dans un camion. Lors du chargement, les camions doivent être situés dans la voie de circulation adjacente puisqu'ils ne pourront pas dépasser la souffleuse sur la piste.*

3.3.2 Méthodes et équipements – contrôle d'adhérence

Plusieurs méthodes de contrôle d'adhérence ont été répertoriées dans la revue de littérature, telles que le présente la Figure 3.3.

Figure 3.3 : Méthodes de contrôle de l'adhérence



Sel et autres fondants secs

Le sel et les autres fondants chimiques sont un moyen efficace pour prévenir la formation de plaques de glace. Il existe plusieurs types de sels et de fondants qui sont efficaces à différentes températures. Ainsi, le sel le plus courant est le chlorure de sodium qui est efficace jusqu'à -10°C , le mélange chlorure de calcium et sel permet quant à lui d'être efficace jusqu'à des températures de -40°C . La solution saline est moins efficace que le sel pour les chutes de neige importantes ou pour les couches de glace plus épaisses.

Le sel peut être soit répandu avant une chute de neige afin de prévenir la formation de plaques de glace ou immédiatement après une opération de déneigement, pour faire fondre la couche de neige et de glace résiduelle.

La revue de littérature montre que le sel doit être utilisé en plus grandes quantités sur les voies cyclables que sur les chaussées pour être efficace. Ceci est dû au fait que la chaleur des véhicules et des pneus permettent au sel de mieux s'écraser pour devenir une solution avec la neige. Il en résulte donc de grandes quantités de sel que les cyclistes n'aiment pas franchir et qui peuvent occasionner des dérapages. Les avantages et les inconvénients de cette méthode sont présentés au Tableau 3.5.

Tableau 3.5 : Avantages et inconvénients – Sel et autres fondants secs

Avantages	Inconvénients
<ul style="list-style-type: none"> Facile d'utilisation et méthode courante au Québec 	<ul style="list-style-type: none"> Impacts sur l'environnement (végétation, cours d'eau) Dégradation des infrastructures Peut endommager les vélos Inefficace lors de températures très basses Difficile à épandre de façon uniforme

Cette solution n'est toutefois pas recommandée pour le pont Jacques-Cartier, car le sel endommagerait les structures en béton et n'est pas apprécié des cyclistes. De plus, cette solution est néfaste pour l'environnement avec la présence du fleuve.

Saumure

La saumure est une solution concentrée de sel (ou autre fondant) à base d'eau. Des chercheurs suédois (Bergström, 2002) ont comparé la saumure aux fondants secs. Ces recherches ont fait ressortir que la saumure est à privilégier lorsqu'il s'agit de prévenir de l'englacement, surtout vers la fin de l'hiver, lorsque des cycles gels-dégels se produisent quotidiennement et que le risque d'englacement est élevé.

Photo 3.6 : Épandeur à saumure



Source: Vélo Québec

Une solution saline à 22 % de chlorure de sodium aide à réduire la consommation de sel de 80 % lorsqu'utilisée correctement.

Parmi les variétés de saumure composées par autres choses que du chlorure de sodium disponibles au Québec, voici quelques exemples :

- Fusion 2350** : Saumure à base d'extrait de betterave à sucre. Ce produit est utilisé comme additif aux sels de voirie traditionnels ;
- Bleu Fuzion** : Saumure à base de chlorure de magnésium. Ce produit est aussi utilisé comme additif aux sels de voirie traditionnels.

Le Fusion 2350 est un produit qui a été testé par le MTQ sur le réseau routier et semble donner de bons résultats.

Les avantages et les inconvénients de cette méthode sont présentés au Tableau 3.6.

Tableau 3.6 : Avantages et inconvénients – Saumure

Avantages	Inconvénients
<ul style="list-style-type: none"> ▪ Ne s'accumule pas ▪ Épandage plus précis et plus constant que les fondants secs ▪ Réduction de la quantité de fondants et des impacts environnementaux associés ▪ Jus de betterave encore plus écologique 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Impacts sur l'environnement (végétation, cours d'eau) ▪ Peut endommager les vélos ▪ Inefficace lors de températures très basses ▪ Peut avoir une odeur désagréable

La saumure n'est pas utilisée à Montréal et la ville ne dispose pas de l'équipement nécessaire pour la préparer et pour l'épandre. Néanmoins, cette méthode devrait être praticable dans le contexte du pont Jacques-Cartier étant donné qu'elle est déjà utilisée dans d'autres villes dont Ottawa et Québec. Cependant, avant d'utiliser une saumure sur le pont Jacques-Cartier, il sera important d'en valider la composition chimique afin que celle-ci n'endommage pas la structure.

Abrasifs

Les abrasifs sont des matériaux chimiquement inertes qui sont répandus sur la chaussée pour améliorer l'adhérence. Le sable et la pierre concassée de petit calibre sont les abrasifs les plus communs. Ils ont peu d'impacts sur les infrastructures, la végétation et les cours d'eau. Cependant, ils ont tendance à s'accumuler ce qui peut poser des problèmes d'adhérence. Ils doivent également être balayés au printemps. Cette méthode est utilisée à Montréal pour les trottoirs et les voies cyclables, en complément avec des fondants.

Les avantages et les inconvénients de cette méthode sont présentés au Tableau 3.7.

Tableau 3.7 : Avantages et inconvénients – Abrasif

Avantages	Inconvénients
<ul style="list-style-type: none"> ▪ Peu d'impacts sur l'environnement ▪ Efficace lors de températures très basses ▪ Peut être utilisé dans des lieux où les fondants sont interdits 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Accumulation excessive – pertes d'adhérence

Cette méthode est envisageable, même si elle n'est pas à privilégier du fait de l'accumulation possible sur la piste cyclable, ce qui diminuera l'adhérence des vélos.

Sable mouillé chaud

Le sable mouillé chaud est une méthode actuellement à l'état de prototype à Umea en Suède. Un mélange de sable chaud est préparé dans le camion. Cette méthode, même au stade de prototype, pourrait être applicable à Montréal. Le sable mouillé chaud est surtout utilisé sur une couche de

neige. Aussi, si l'objectif est de rester sur la chaussée, il y a peut-être possibilité de causer de la glace en ajoutant de l'eau.

Photo 3.7 : Camion pour sable mouillé chaud



Source: Alta

Photo 3.8 : Camion pour sable mouillé chaud



Source: Alta

Les avantages et les inconvénients de cette méthode sont présentés au Tableau 3.8.

Tableau 3.8 : Avantages et inconvénients – Sable mouillé chaud

Avantages	Inconvénients
<ul style="list-style-type: none"> ▪ Meilleure traction ▪ Non-corrosif pour les vélos ▪ Plus écologique ▪ Ne se disperse pas au vent 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Nécessite de l'équipement spécialisé ▪ Encore un prototype

Selon une étude réalisée par Transport Canada⁸ sur cette méthode, les résultats semblent être positifs. Les conclusions de cette étude stipulent que la technique du sable mouillé chaud procure une adhérence supérieure et une durabilité également supérieure aux opérations de sablage traditionnelles, et ce, pour toutes les températures sous le point de congélation.

Texturation

La texturation est réalisée avec une pelle à lame perforée ou dentée telle que présentée précédemment. Pour assurer une bonne adhérence, des abrasifs peuvent être répandus de manière ponctuelle au niveau des intersections, des virages serrés et des lieux à haut risque d'englacement.

Les avantages et les inconvénients de cette méthode sont présentés au Tableau 3.9.

Tableau 3.9 : Avantages et inconvénients – texturation

Avantages	Inconvénients
<ul style="list-style-type: none"> ▪ Absence de nuisances environnementales liées aux fondants 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Seulement applicable en milieu d'hiver lorsqu'il y a assez de neige au sol

⁸ Transportation Development Centre of Transport Canada, *Study of Warm, Pre-Wetted Sanding Method at Airports in Norway, 2007*

Cette méthode n'est pas connue à Montréal. L'applicabilité de cette méthode est limitée pour Montréal compte tenu du climat, car la durée de l'ensoleillement entraîne des cycles de gels-dégels quasi quotidiens. Ces cycles sont plus importants qu'en Scandinavie. Cette méthode pourrait être utilisée toutefois en alternance avec le balai rotatif lorsque la couche de neige damée est fondue.

Chauffage

Cette méthode est utilisée sur de courtes sections piétonnes et /ou cyclables dans certaines villes nordiques. Selon la revue de littérature effectuée par Vélo Québec (Vélo Québec, 2013), le chauffage est à considérer si plusieurs des conditions suivantes s'appliquent :

- L'endroit est à haut risque d'englacement ;
- Les aménagements sont achalandés ;
- Les aménagements se trouvent sur des structures en béton armé ou en acier (ponts, passerelles, tunnels).

Il existe plusieurs méthodes pour que la voie chauffante fasse fondre la neige et la glace :

- Chauffage par eau chaude circulant sous la chaussée (méthode géothermique) ;
- Câbles électriques (sous la surface de la chaussée) ;
- Matériaux conducteurs au béton pour chauffer la chaussée (innovant).

L'installation souterraine est requise pour la méthode géothermique, mais celle utilisant des câbles électriques ne nécessite pas d'installation souterraine, mis à part l'installation des câbles sous la surface de la chaussée. Une autre méthode innovante et prometteuse consiste à ajouter des matériaux conducteurs au béton pour chauffer la chaussée grâce à un courant électrique passant par ces matériaux conducteurs.

Photo 3.9 : Piste chauffée



Source: Winter Cycling Conference in Winnipeg

Photo 3.10 : Viaduc chauffé



Source: Winter Cycling Conference in Winnipeg

Les coûts de construction d'une piste avec chauffage sont relativement élevés. Cependant, les coûts d'entretien ne sont pas nécessairement beaucoup plus élevés que l'entretien par méthodes conventionnelles. Le chauffage n'est jamais utilisé en continu, mais uniquement pour faire fondre la neige résiduelle.

Les avantages et les inconvénients de cette méthode sont présentés au Tableau 3.10.

Tableau 3.10 : Avantages et inconvénients – Chauffage

Avantages	Inconvénients
<ul style="list-style-type: none"> ▪ Protection continue contre la formation de glace ▪ Évite les dommages causés aux armatures par les fondants ▪ Coûts d'entretien ne sont pas beaucoup plus élevés que l'entretien par méthode conventionnelle ▪ Absence de nuisances environnementales liées aux fondants ▪ Bénéfices supérieurs aux coûts (Umea) 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Coûts de construction relativement élevés (2,5 à 3 fois supérieurs à une piste cyclable traditionnelle)

Cette méthode pourrait être considérée malgré son coût élevé en prenant un modèle qui ne nécessite pas d'installation souterraine.

Système FAST

Le système d'arrosage automatique nommé FAST permet une application de produits chimiques antigivrage avant une tempête afin de prévenir la formation de glace ou pour affaiblir le lien entre la glace et la surface de la route. Cette méthode est utilisée à Umea en Suède et à Amsterdam.

Les produits les plus couramment utilisés avec ce système sont les suivants :

- Chlorures de magnésium, sodium, calcium ;
- Acétates de potassium, calcium, magnésium.

Les avantages et les inconvénients de cette méthode sont présentés au Tableau 3.11.

Tableau 3.11 : Avantages et inconvénients – Système FAST

Avantages	Inconvénients
<ul style="list-style-type: none"> ▪ Réduit les dommages à la chaussée ▪ Entretien minimal de la chaussée ▪ Fonctionne efficacement : <ul style="list-style-type: none"> ○ Zone ciblée de givre, glace et neige légère de moins de 1 pouce (2,5 cm) ○ Température comprise entre -4 à 0° C 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Coûts élevés ▪ Ne fonctionne pas lorsque : <ul style="list-style-type: none"> ○ Vents supérieurs à 24 km/h ○ Température inférieure à -11°C ○ Chute de neige importante

Ce système n'est pas adapté à Montréal, compte tenu des températures froides inférieures à -11 °C, des vents forts sur le pont et de la quantité de neige abondante.

Toutefois, les produits dégivrants utilisés avec ce système sont disponibles et utilisés au Québec. Entre autres, le déglacant liquide Fusion 2350 qui est un produit liquide à base de saumure de betterave peut être vaporisé sur une surface afin de retarder la formation de glace et d'accumulation de neige.

3.3.3 Priorités et norme de service

L'expérience recensée dans la revue de littérature montre qu'il est important d'identifier les segments du réseau cyclable qui seront entretenus ou non en période hivernale. Il existe deux mouvements pour l'entretien du réseau cyclable :

- Les villes qui entretiennent la quasi-totalité du réseau cyclable en hiver (Copenhague, Oulu) ;
- Les villes qui entretiennent une partie plus ou moins importante (Vienne, Minneapolis, Calgary, Montréal).

Généralement, trois niveaux d'intervention ont été définis :

- Niveau 1 : (artère) : réseau le plus achalandé (bassins de population dense, centre-ville et grands pôles d'emplois, universités, nœuds du transport collectif) ;
- Niveau 2 : axe avec achalandage moyen et voies de rabattement vers les principaux axes ;
- Niveau 3 : les autres liens.

Le Tableau 3.12 présente les priorités et normes de service pour différentes villes nordiques.

Tableau 3.12 : Priorités, normes de service pour entretien de pistes cyclables et méthodes utilisées

Villes	Priorité 1	Priorité 2	Priorité 3
Copenhague (Danemark)	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Axes importants/ artères ; ▪ Neige max : 2 cm ; ▪ Prévention avec utilisation proactive de sel ; ▪ Balai à neige, chasse-neige ; ▪ Accessible 24 h/24 et 7 jours sur 7. 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Trajets vers les écoles, collectrices ; ▪ Neige max : 2- 3 cm ; ▪ Balai à neige, chasse-neige et sel ; ▪ Déneigement et dégivrage le jour et 7 jours sur 7. 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Autres voies cyclables ; ▪ Déneigement et dégivrage exceptionnels.
Linköping (Suède)	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Neige max : 1 cm ; ▪ Déneigement dans les 4 h ; ▪ Balai à neige et sel (moins de 10°C) ; ▪ Si grosse chute de neige, chasse-neige utilisé. 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Neige max : 3 cm ; ▪ Déneigement dans les 8 h ; ▪ Utilisation chasse-neige et sable. 	
Umeå (Suède)	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Neige max : 4 cm ; ▪ Dégivrage proactif ; ▪ Chasse-neige et sable pré-mouillé chaud. 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Neige max : 6 à 8 cm ; ▪ Dégivrage quand glace détectée ; ▪ Chasse-neige et sable. 	
Oulu (Finlande)	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Neige max : 2 cm (3 cm si neige continue); ▪ Proactif niveau glace ; ▪ Chasse-neige et sable ; ▪ Ouverture entre 7 h et 16 h ; ▪ Après 18h, dégagement doit être fait avant 7 h le lendemain. 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Neige max : 3 cm (5 cm si neige continue); ▪ Glace doit être dégagée dans les quelques heures après sa formation ; ▪ Chasse-neige et sable. 	
Calgary (Canada)	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Déneigement complété dans les 24 h après le début de la chute de neige. 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Déneigement complété dans les 72 h après le début de la chute de neige. 	
Edmonton (Canada)	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Déneigement complété dans les 36 h après la fin de la chute de neige. 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Déneigement complété dans les 48 h après la fin de la chute de neige. 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ 5 jours après.
Madison (USA)	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Déneigement avant 7 h du lundi au vendredi (sauf jours fériés) ; ▪ Opération de déneigement sur ces axes commence au plus tard à 4 h du lundi au vendredi et 7 h la fin de semaine ; ▪ Déneigement également au cours de la journée pour faciliter la circulation aux heures de pointe du matin et de l'après-midi ; ▪ Déneigement prévu la veille en fonction des conditions routières et des prévisions météorologiques ; ▪ Sel et sable utilisés avec parcimonie et seulement si nécessaires pour faire fondre la neige. 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Déneigement de la bande cyclable en même temps que le reste de la chaussée (enlèvement de la neige) ; ▪ Opération comprenant le salage, le sablage et ramassage de la neige ; ▪ Déneigement lorsqu'accumulation de 3 pouces et plus ; ▪ Opération achevée dans un délai de 10 à 12 h. 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Toutes les autres pistes cyclables sont incorporées dans les itinéraires de déneigement de la Ville pour les trottoirs ; ▪ Ces zones doivent être déneigées et utilisables au plus tard à 16 h 30 le lendemain de l'intempérie (glace ou neige) - incluant les fins de semaine et jours fériés.

Pour la ville, la définition et l'application rigoureuse de normes de services sont essentielles pour optimiser la sécurité des cyclistes et pour limiter les poursuites à la suite d'accidents.

Du point de vue des cyclistes, une bonne communication des normes de service augmente la prévisibilité des conditions sur le réseau cyclable et peut encourager l'usage du vélo en hiver.

3.3.4 Contrôle et évaluation

Pour optimiser le déneigement, il existe certains systèmes de capteurs sur la chaussée. Ces capteurs sont également reliés à une station météorologique de mesure, ce qui permet de disposer d'informations précises en temps réel afin de coordonner les procédures d'entretien les mieux adaptées possible. Ce système permet un salage proactif et adapté.

Photo 3.11 : Capteur



Source: Meteogroup

Photo 3.12 : Application



Source: Meteogroup

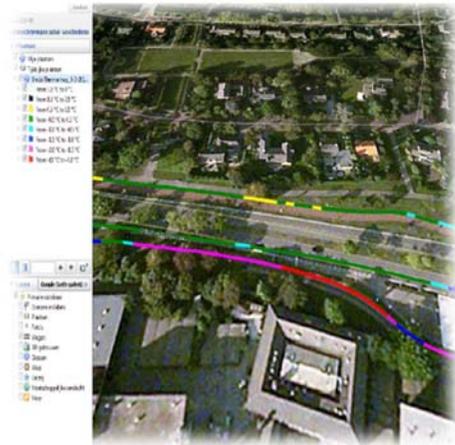
Le système de capteur est relié à une salle de contrôle qui gère le plus souvent 24 h/24 h et 7 jours / semaine les informations en temps réel sur les conditions météo, la quantité de sel, etc.

Photo 3.13 : Salle de contrôle



Source: Winter Cycling Conference in Winnipeg

Photo 3.14 : Application sous forme de carte



Source: Meteogroup

MO3567A

L'évaluation des conditions doit se faire également. Plusieurs techniques sont possibles :

- La réalisation d'enquêtes auprès des cyclistes pour connaître leur satisfaction ;
- La surveillance des commentaires émis via le système 311 par les utilisateurs (à la fois les positifs et les négatifs) ;
- La mise en place de compteurs permanents des cyclistes ;
- La mise en place d'un projet pilote sur l'utilisation de matériel spécialisé (Portable Friction Tester ou PFT) qui permet de mesurer le coefficient de frottement dynamique de revêtement de sol (adhérence à la surface de la piste).



4. Potentiel d'achalandage du lien cyclable en hiver

Cette section résume tout d'abord l'évolution des conditions météorologiques à Montréal afin de mieux comprendre pourquoi la pratique du cyclisme est en hausse. Par la suite, cette section traite de la pratique du vélo durant la période hivernale à Montréal, et de l'achalandage potentiel sur la piste multifonctionnelle du pont Jacques-Cartier, si celle-ci était ouverte l'hiver.

4.1 Conditions météorologiques à Montréal

Les conditions météorologiques moyennes à Montréal en hiver, selon Météomédia⁹, sont les suivantes :

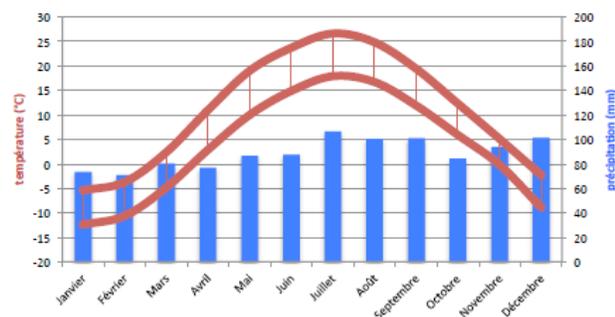
- Chutes de neige moyennes de 210 cm ;
- Températures moyennes oscillant entre -3 °C et -12 °C.

Selon un rapport publié par Vélo Québec sur le vélo quatre saisons à Montréal¹⁰, les conditions climatiques à Montréal évoluent au fil des ans de manière à favoriser la pratique du vélo en hiver. Voici quelques points soulevés dans ce rapport :

- La température moyenne annuelle a augmenté de 1,1 °C entre 2000 et 2013. Toutefois cette augmentation n'est pas uniforme tout au long de l'année :
 - La température maximale moyenne du mois de décembre est passée de -1,5 °C à -1,0 °C ;
 - La température maximale moyenne du mois de mars est passée de 2,5 °C à 4,5 °C.
- L'accumulation de neige est demeurée constante sur la période.

La période d'enneigement commence toujours à la mi-décembre ; toutefois, la neige disparaît maintenant autour de la mi-mars, contrairement à la fin de mars au début de la période (2000-2013). La Figure 4.1 résume les variations de température et de précipitations au cours d'une année à Montréal.

Figure 4.1 : Conditions météorologiques à Montréal



Source : Vélo Québec, *Le vélo quatre saisons à Montréal*, 2013

⁹ <http://www.meteomedia.com/nouvelles/articles/lhiver-en-chiffres-3-2015/15254/>

¹⁰ Vélo Québec, *Le vélo quatre saisons à Montréal*, Juin 2013



4.2 Évaluation de la demande potentielle

Étant donné que les installations de comptages de la piste multifonctionnelle du pont Jacques-Cartier ne sont entrées en service qu'à la fin d'avril 2015, aucun comptage de cyclistes n'est disponible pour estimer la demande potentielle.

Comme alternative, les données ouvertes de comptages cyclistes de la ville de Montréal ont été utilisées afin d'établir un ratio du nombre de cyclistes en été et en hiver sur plusieurs rues du réseau. Par la suite, ce ratio a permis d'estimer les débits cyclistes pour la piste du pont Jacques-Cartier.

Le tableau 4.1 présente les résultats de cette analyse.

Tableau 4.1 : Potentiel d'achalandage des liens cyclables en hiver à Montréal

Année	Rue	Moyenne hiver	Moyenne été	Ratio
2011	Berri	244	368	66 %
	Côte-Sainte-Catherine	42	1363	3 %
	Maisonneuve 1	144	2308	6 %
	Maisonneuve 2	392	4138	9 %
	du Parc	197	2098	9 %
	Pierre-Dupuy	1	1234	0 %
	Rachel	151	3220	5 %
	Moyenne			5 %
2012	Berri	416	4299	10 %
	Côte-Sainte-Catherine	126	1754	7 %
	Maisonneuve 1	287	3039	9 %
	Maisonneuve 2	590	4987	12 %
	du Parc	323	2528	13 %
	Pierre-Dupuy	77	1617	5 %
	Rachel	304	4180	7 %
	Moyenne			9 %
2013	Berri	306	4270	7 %
	Côte-Sainte-Catherine	60	2007	3 %
	Maisonneuve 1	198	2947	7 %
	Maisonneuve 2	430	5087	8 %
	du Parc	200	2657	8 %
	Pierre-Dupuy	23	1699	1 %
	Rachel	391	4751	8 %
	Moyenne			6 %
				Moyenne générale 7 %

Ainsi, il est possible de poser comme hypothèse qu'environ 7 % des cyclistes qui empruntent le pont actuellement continueront la pratique du vélo l'hiver. Selon les données de comptage obtenues de la Ville de Montréal, le débit journalier moyen de cyclistes pour la période du 23 avril au 12 mai 2015 sur le pont Jacques-Cartier était de 1 550. En appliquant un ratio de 7 %, il est possible d'estimer à environ 110 le nombre de cyclistes en hiver sur le pont.

Mentionnons que le ratio de 66 % pour la rue Berri, en 2011 n'a pas été considéré dans les analyses, car la moyenne de débits de 368 cyclistes, l'été, n'est pas représentative des conditions normales.

Telle que présentée précédemment, la saison traditionnelle de vélo tend à s’allonger au fil des ans. De plus, la saison de vélo hivernal profite de températures généralement plus clémentes, tout dépendant des années.

Toujours dans le même rapport publié par Vélo Québec, l’augmentation du nombre de cyclistes sur le réseau montréalais est documentée. L’évolution de la demande cyclable annuelle de 2008 à 2012 sur différents liens est présentée au Tableau 4.2 . Sur une période de quatre ans, la demande sur le réseau cyclable a connu une augmentation variant entre 53 % et 85 %. Ces données confirment que la pratique du vélo est de plus en plus en vogue à Montréal, et considérant la congestion routière qui ne cesse d’augmenter, ainsi que les investissements dans le réseau cyclable, il est permis de croire que cette pratique continuera de gagner en popularité.

Tableau 4.2 : Évolution de la demande cyclable

	2008	2009	2010	2011	2012	Changement 2008-2012
Berri	640 426	741 753	915 038	755 998	980 207	53 %
Maisonnette/Berri	411 040	386 992	558 901	617 439	652 843	59 %
Maisonnette/Peel	628 909	764 007	1 049 498	1 136 834	1 160 996	85 %

Source : Vélo Québec

En considérant l’amélioration des conditions climatiques, ainsi que l’augmentation de la demande annuelle, il est permis de croire que l’estimation de **110 cyclistes par jour** sur la piste cyclable du pont Jacques-Cartier durant l’hiver est appelée à augmenter durant les prochaines années.

4.2.1 Types d’usagers et motifs des déplacements

De manière générale, les cyclistes qui roulent à l’année longue sont des cyclistes chevronnés qui possèdent une grande expérience dans la pratique du vélo. De plus, ces usagers du réseau cyclable sont souvent bien équipés pour faire face aux rigueurs de l’hiver, tant au niveau vestimentaire qu’au niveau de leurs vélos. Finalement, leurs motifs de déplacements sont essentiellement utilitaires, soit pour se rendre au travail ou pour faire des courses rapides.

4.3 Variabilité de la demande potentielle

4.3.1 Intégration au réseau 4 saisons existant

À l’heure actuelle, la piste cyclable du pont donne accès aux rues Cartier et Dorion sur l’île de Montréal. À partir de ces deux rues, seul le boulevard René-Lévesque est accessible en période hivernale en direction ouest.

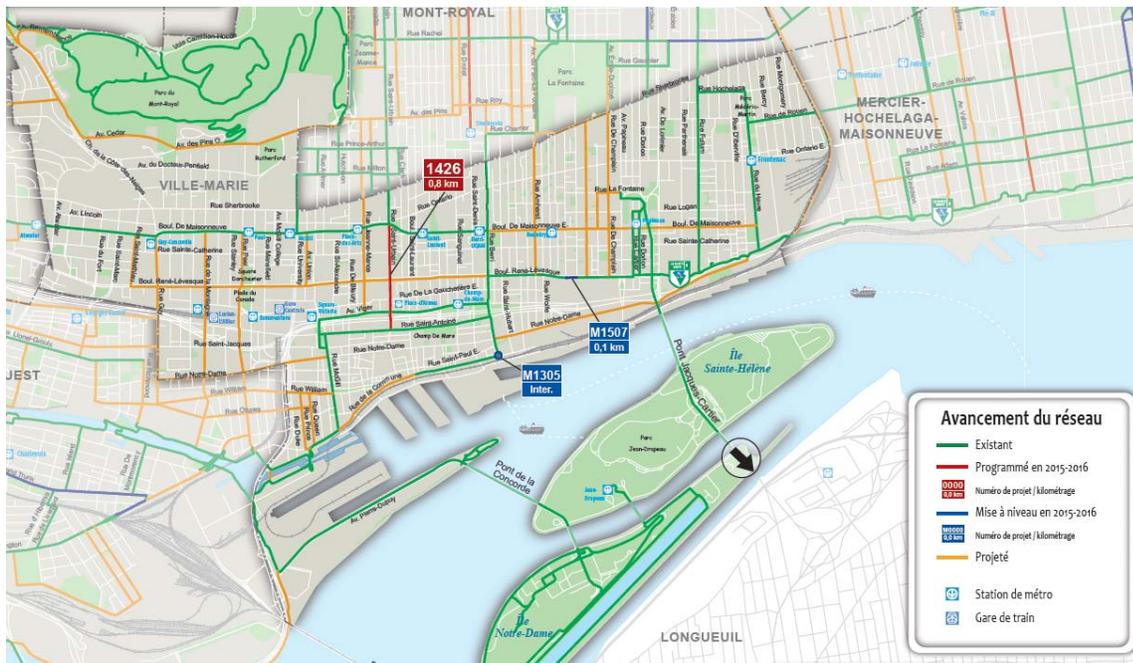
Du côté de la ville de Longueuil, il existe un lien cyclable ouvert durant toute l’année donnant accès au pont Jacques-Cartier. Ce lien emprunte le boulevard Desaulniers, la place Charles-Le Moyne et la rue Saint-Charles Ouest pour donner accès aux escaliers Saint-Charles.

4.3.2 Projets connus d'expansion du réseau

Selon les informations obtenues, la ville de Montréal projette d'implanter un nouveau lien cyclable ouvert toute l'année sur le boulevard de Maisonneuve. Ce nouveau lien pourrait être accessible par les rues Cartier et Dorion et permettrait d'ajouter un lien cyclable hivernal vers le centre-ville à partir du pont, et possiblement aussi vers l'est, tout dépendant du projet final réalisé par la ville.

La figure suivante présente le réseau cyclable projeté dans le secteur du pont Jacques-Cartier.

Figure 4.2 : Réseau cyclable projeté à Montréal



Source : Ville de Montréal, 2015

Le lien menant au pont Jacques-Cartier, à Longueuil est un projet-pilote lancé par la ville de Longueuil en 2013. Une expansion de ce réseau pourrait être envisageable selon les conclusions de ce projet.

Ces projets d'expansion du réseau favoriseront le développement du cyclisme quatre saisons dans la région de Montréal et devraient faire augmenter le nombre d'utilisateurs des voies cyclables, l'hiver.

4.3.3 Contraintes limitant l'exploitation optimale

Certaines caractéristiques propres au pont pourraient faire en sorte de limiter le potentiel d'utilisation de la piste cyclable en période hivernale, par rapport à l'utilisation du réseau « 4 saisons » de la ville de Montréal :

- Le profil en pente du pont, où l'ascension sur une longue distance dans ces conditions peut devenir ardue ;



- Le vent est omniprésent sur le pont Jacques-Cartier, ce qui peut devenir très inconfortable surtout en période hivernale où le vent peut donner des impressions de températures plus basses que le mercure ne l'indique. De plus, de fortes bourrasques combinées à une chaussée glissante peuvent décourager certains usagers d'emprunter le pont ;
- Le fait que la piste soit isolée des voies de circulation peut créer un sentiment d'insécurité pour certains usagers.

4.4 Sécurité – incidents et accidents

Selon les données obtenues auprès de la Sûreté du Québec, qui est l'entité responsable de la sécurité sur le pont, 14 incidents ont été répertoriés depuis le début de l'année 2013 sur la piste cyclable. Tous ces incidents ont entraîné des blessures aux victimes, sans précision sur la gravité de ces dernières. Le tableau 4.3 présente un résumé de ces incidents.

Tableau 4.3 : Résumé des incidents sur la piste cyclable du pont Jacques-Cartier

Type	Année			Total
	2013	2014	2015*	
Perte de contrôle	5	1	0	6
Collision	1	1	0	2
Autre	2	3	1	6
Total	8	5	1	14

*Selon les données disponibles en date du 4 mai 2015

À noter qu'en juillet 2013, un cycliste est décédé sur la piste multifonctionnelle suite à une chute. Une distraction serait à l'origine de l'accident, et aurait fait en sorte que le cycliste heurte un poteau et se blesse à la tête.¹¹

Par ailleurs, un autre cycliste est décédé le 24 août 2015 suite à une collision frontale avec un autre cycliste sur la piste. Aucune information complémentaire n'a été obtenue pour préciser les circonstances de l'accident.

4.5 Synthèse du potentiel d'achalandage

Compte tenu des tendances à la hausse de la pratique du vélo et de la volonté des villes limitrophes à développer leur réseau 4 saisons, les estimations de la demande potentielle pourraient être conservatrices. Toutefois, les contraintes liées à la circulation sur le pont influenceront aussi les estimations. Il est donc prudent de considérer un ratio de 7 % dans l'étude.

¹¹ La Presse, *Accident sur le pont Jacques-Cartier : un cycliste perd la vie*, publié le 1^{er} juillet 2013, source : <http://www.lapresse.ca/actualites/justice-et-affaires-criminelles/faits-divers/201307/01/01-4666634-accident-sur-le-pont-jacques-cartier-un-cycliste-perd-la-vie.php>

5. Exigences environnementales

Cette section vise à préciser certaines exigences environnementales concernant le rejet de neige dans le fleuve afin de choisir une méthode et des équipements d'entretien hivernal qui répondront aux exigences.

Selon l'article 1 du Règlement sur les lieux d'élimination de neige, les neiges qui font l'objet d'un enlèvement et d'un transport en vue de leur élimination ne peuvent être déposées définitivement que dans un lieu d'élimination pour lequel a été délivré un certificat d'autorisation en application de l'article 22 de la Loi sur la qualité de l'environnement.

Par conséquent, cette obligation ne s'applique pas à la neige poussée en bordure des rues, routes, stationnements. Elle s'applique par contre à toute neige transportée par camions.

Selon des discussions avec le ministère du Développement durable, de l'Environnement et de la Lutte contre les changements climatiques, l'article 22 de la loi sur la qualité de l'environnement concernant l'élimination des neiges usées n'interdit pas formellement d'envoyer la neige accumulée sur la piste cyclable directement au fleuve, puisqu'elle n'a pas été préalablement chargée et transportée.

Toutefois, l'article 20 de la loi sur la qualité de l'environnement stipule qu'il est interdit pour quiconque de rejeter dans l'environnement tout contaminant susceptible de porter préjudice à la qualité de ce dernier.

Afin de pouvoir souffler directement la neige au fleuve, des autorisations du ministère seraient nécessaires, et nécessiteraient un processus d'approbation long et complexe. De plus, dans une optique de développement durable, le fait de souffler la neige dans le fleuve n'est pas l'option à privilégier.

Mentionnons également que le ministère des Transports souffle la neige sur le pont de Québec dans le fleuve. Depuis un an, cette pratique a pris fin pour les voies de circulation, mais elle se poursuit pour l'entretien de la passerelle piétonne (voir annexe D – fiche technique pour le pont de Québec).



6. Améliorations aux aménagements de la piste

Afin d'optimiser la sécurité de la piste multifonctionnelle du pont Jacques-Cartier, des améliorations aux infrastructures existantes devront être effectuées afin de sécuriser les déplacements des usagers.

6.1 Mesures correctives

Le Tableau 6.1 indique les différents correctifs proposés tout en référant à une fiche technique pour certaines mesures afin de présenter les détails techniques et des informations complémentaires. Ces fiches se trouvent à la section 6.2.

Tableau 6.1 : Correctifs à apporter à la piste

Élément	Correctifs	Fiche
Barrière dissuasive	<ol style="list-style-type: none"> 1. Ajout d'une glissière de protection afin d'empêcher qu'un guidon se coince entre les barreaux et entraîne une chute ; 2. Ajout de balises de danger sur les barreaux de la barrière anti-saut aux endroits où la piste contourne les super structures (déviations sans rayons) ; 3. Ajout d'une pellicule rétro réfléchissante au niveau des renflements de la glissière de béton. 	<p>1</p> <p>2</p>
Conduit électrique	<ol style="list-style-type: none"> 4. Ajout d'une protection supplémentaire pour le conduit électrique qui longe la piste cyclable afin d'éviter de l'endommager lors des opérations de déneigement. 	3
Chute de glace	<ol style="list-style-type: none"> 5. Installation de panneaux de sensibilisation pour le port du casque afin de se protéger contre les chutes de glace ; 6. Installation d'un filet de protection contre les chutes de glace au-dessus de la piste, particulièrement au niveau de la section bordée des structures d'acier du pont. 	<p>4</p> <p>5</p>
Vitesse des cyclistes	<ol style="list-style-type: none"> 7. Projet-pilote visant le retrait des chicanes sur la piste ; 8. Réalisation d'une campagne de sensibilisation sur la vitesse auprès des usagers, soit à l'aide de signalisation à cet effet ou avec l'aide de la police ; 9. Ajout de radars pédagogiques et de panneaux de limite de vitesse pour sensibiliser les usagers. 	<p>6</p> <p>7</p>
Surface de roulement	<ol style="list-style-type: none"> 10. Pose d'un revêtement antidérapant sur la surface de la piste pour limiter les risques de chute en hiver. 	8

M03567A

Élément	Correctifs	Fiche
Éclaboussure de neige	11. Ajout d'une barrière anti-éclaboussure au-dessus de la glissière de sécurité en béton qui sépare la piste cyclable des voies de circulation du pont.	9
Signalisation	12. Mise aux normes de la signalisation routière.	10
Joints de dilatation	13. Mesure corrective afin de régler le problème d'alignement des joints de dilatation du pont.	

6.2 Fiches techniques d'interventions

Cette section présente les fiches d'interventions mentionnées au Tableau 6.1

FICHE	1	Glissière de protection
<p>Description Lisse de métal installée sur la barrière anti-saut à la hauteur du guidon d'un vélo standard, soit à 1 m de hauteur du sol¹². Cette lisse est installée sur toute la longueur du pont.</p>		
<p>Coût unitaire [REDACTED]</p>		
<p>Quantité [REDACTED]</p>		
<p>Coût total [REDACTED]</p>		
<p>Remarque : Une analyse de capacité structurale sera requise pour s'assurer que les structures actuelles peuvent supporter la charge de poids. Une main courante pourrait aussi être une option de remplacement pour la glissière de sécurité. Il est important que la main courante ne surplombe pas trop de la clôture, puisque l'espace disponible pour les cyclistes est déjà restreint, d'où l'avantage de la lisse.</p>		
		

M03567A

¹² Vélo Québec, Aménagement en faveur des piétons et des cyclistes, 2009

FICHE

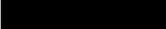
2

Balises de danger

Description

Panneau de signalisation D-290-D
(200 mm X 600 mm)

Coût unitaire



Quantité



Coût total



Remarque :

Ces panneaux sont installés sur les barreaux de la barrière anti-saut au niveau des déviations de la piste près des superstructures du pont.

M03567A

FICHE 3 Protection de conduit électrique

Description

Profilés en « U » en acier

Coût unitaire

[REDACTED]

Quantité

[REDACTED]

Coût total

[REDACTED]



Remarque :

Cette intervention vise à recouvrir le conduit électrique qui longe la piste cyclable afin de le protéger de la machinerie lors des opérations d'entretien.

FICHE 4

Panneaux ou stèles d'informations

Description

Panneau sur mesure

Coût unitaire

Panneau incluant le concept, la fourniture et l'installation [REDACTED]

Quantité

[REDACTED]

Coût total

[REDACTED]

Remarque :

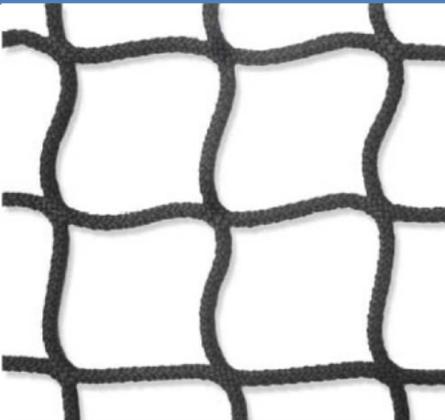
Le panneau affichera les règlements de la piste cyclable ainsi que les comportements à adopter. (ex. : port du casque, limites de vitesse, priorité aux piétons, etc.)

Le panneau pourrait aussi conseiller les usagers sur les bonnes pratiques à adopter pour le cyclisme hivernal :

- Être bien protégé contre l'humidité ;
- Utiliser de bons gants ;
- Être visible pour les automobilistes ;
- Être vigilant en tout temps.



Source : Kalitec

FICHE 5 Filet de protection contre les chutes de glace	
Description	
Filet de protection installé au-dessus de la structure du pont	
Coût unitaire	
Quantité	
Coût total	
Remarque	
Ce filet serait nécessaire pour protéger les usagers des chutes de glaces provenant de la structure du pont au niveau des sections 3 et 7 du pont.	

FICHE 6 Projet-pilote d'enlèvement des chicanes	
Contexte	Selon les discussions avec Vélo Québec, les chicanes représentent un obstacle qui augmente le risque de blessure. Vélo Québec préconise davantage les campagnes de sens bilisation à la réduction de vitesse plutôt que l'installation d'un obstacle sur le pont Jacques-Cartier.
Objectifs	Le projet-pilote vise donc à enlever les chicanes et à évaluer les impacts sur le comportement des cyclistes.
Méthode	<p>Afin de bien quantifier les impacts, la méthode d'évaluation suivante devrait être mise en place :</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Relever les vitesses pratiquées à proximité des quatre chicanes (environ 50 m) situées dans les pentes à l'aide d'un équipement ne requérant pas la présence d'une personne afin de ne pas influencer les résultats. Les vitesses devraient être recensées sur une période de 1 semaine ; 2. Enlever les chicanes à deux endroits et conserver celles situées aux deux autres sites afin de créer deux sites de contrôle ; 3. Attendre une à deux semaines pour permettre aux usagers de s'habituer à la nouvelle configuration de la piste. Reprendre les mesures de vitesses pratiquées en installant les équipements aux mêmes endroits et recenser pour une durée également de 1 semaine ; 4. Effectuer le traitement des données et utiliser une méthode d'analyse « avant-après » avec sites de contrôle pour évaluer les impacts sur la vitesse. <p>Il est aussi recommandé d'avoir un observateur qui pourrait noter les comportements des cyclistes, notamment aux croisements avec les autres cyclistes et piétons. Cet observateur ne devra pas influencer la vitesse des cyclistes au passage des équipements de recensement de la vitesse.</p>



FICHE 7 Radars pédagogiques

Description

Afficheur de vitesse

Coût unitaire

[REDACTED]

Quantité

[REDACTED]

Coût total

[REDACTED]

Remarque :

La vitesse à laquelle les cyclistes circulent ne doit pas être affichée, car elle pourrait inciter certains à rouler plus vite. Seuls des messages de sensibilisation à la vitesse élevée doivent être affichés.

L'afficheur de vitesse peut également recenser les vitesses.



Source : Kalitec

FICHE 8

Revêtement antidérapant

Description

Revêtement en résine polyuréthane antidérapant de type « Bimagrip ». Ce produit de couleur noire vise également à faire fondre plus rapidement la neige lors des journées ensoleillées.

Coût unitaire

[REDACTED]

Quantité

[REDACTED]

Coût total

[REDACTED]



Remarque :

Ce produit sera appliqué prochainement sur l'estacade du pont Champlain. Il a aussi déjà été utilisé sur le pont Duplessis à Trois-Rivières.

À noter qu'une attention particulière doit être portée au scellement des joints de dilatation afin d'assurer que le revêtement soit durable.



FICHE 9 Barrière anti-éclaboussure

<p>Description Barrière métallique servant à protéger les usagers de la piste cyclable des éclaboussures provenant des voies de circulation.</p> <hr/> <p>Coût unitaire [REDACTED]</p> <hr/> <p>Quantité [REDACTED]</p> <hr/> <p>Coût total [REDACTED]</p> <hr/> <p>Remarque : Afin d'éviter une installation à chaque hiver, la barrière est permanente. Elle permettra de protéger les usagers de tout objet en provenance des voies de circulation en tout temps.</p> <p>Cependant, des ouvertures dans la barrière doivent être prévues afin de laisser des accès à la piste cyclable pour les services d'urgence.</p>	
--	---

FICHE 10 Amélioration de la signalisation

Contexte	Certaines irrégularités ou lacunes à la signalisation présentes sur la piste cyclable ont été notées dans le rapport. Les correctifs à apporter sont présentés dans cette fiche.
Objectifs	Améliorer la sécurité des usagers en clarifiant les messages envoyés par la signalisation et en la bonifiant à certains endroits
Éléments à corriger	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Ajout de panneaux de limite de vitesse dans les deux directions ; ▪ Modification de la signalisation sur les chicanes, si celles-ci sont conservées ; ▪ Élévation des panneaux qui ne respectent pas le dégagement latéral de 2,5 m minimum ; ▪ Uniformiser la signalisation au niveau des panneaux d'arrêt, « ralentissez » et « cédez-le-passage pour les deux directions.

M03567A



7. Scénarios d'exploitation

Cette section présente les divers scénarios d'exploitation proposés pour la piste multifonctionnelle du pont Jacques-Cartier. Une description des scénarios d'exploitation, une estimation des coûts associés et une revue des avantages et inconvénients sont faites afin d'évaluer la viabilité des différents scénarios. Certaines des améliorations proposées pour la piste pourront devoir être appliquées en tout temps, alors que d'autres pourront être appliquées uniquement en hiver.

Quatre scénarios sont présentés :

1. Statu quo - fermeture complète de la piste en hiver ;
2. Optimisation de la période d'ouverture de la piste, en fonction des conditions de la piste ;
3. Ouverture complète en fonction des conditions de la piste ;
4. Ouverture complète de la piste.

7.1 Statu quo – fermeture complète de la piste en hiver

7.1.1 Description du fonctionnement

Ce scénario ne prévoit pas de grands changements par rapport à la situation actuelle. La piste sera ouverte tant que les conditions le permettront en automne, et sera complètement fermée aux usagers jusqu'à ce que les conditions climatiques permettent son ouverture au printemps.

Les recommandations pour ce scénario seraient d'installer de la signalisation afin de renseigner les usagers sur les dates d'ouverture et de fermeture de la piste. Des panneaux pourraient ainsi être installés aux approches de la piste, particulièrement au niveau de l'accès au boulevard Lafayette, pour éviter aux cyclistes de rebrousser chemin une fois arrivés à la piste barrée.

7.1.2 Normes de service

- Fermer la piste au moment de l'annonce de la première bordée de neige permanente ;
- Ouvrir la piste cinq jours ouvrables après la fonte complète de la neige. Les cinq jours ouvrables permettent à l'équipe d'entretien de nettoyer la piste.

7.1.3 Procédures de déneigement

Aucun déneigement hivernal de la piste n'est prévu pour ce scénario.

7.1.4 Estimation des investissements à effectuer

Ce scénario demande un investissement tel que décrit au Tableau 7.1

Tableau 7.1 : Investissements à effectuer - Scénario 1

Item	Coût unitaire	Quantité	Total
Panneaux d'information			
			Total

7.1.5 Évaluation du scénario

Tableau 7.2 : Évaluation du scénario 1

Avantages	Inconvénients
<ul style="list-style-type: none"> ▪ Coûts peu élevés d'entretien ; ▪ Peu de modifications à apporter à la piste ; ▪ Risque d'incident très faible ; ▪ Aucune acquisition d'équipement requise. 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Ne répond pas aux demandes des usagers ; ▪ Risque qu'un cycliste s'aventure dans les voies de circulation pour franchir le jersey de béton, plutôt que la clôture.

7.2 Période d'ouverture optimisée en fonction des conditions de la piste

7.2.1 Description du fonctionnement

Ce scénario propose que la piste soit ouverte seulement lorsque les conditions de surface offrent une adhérence adéquate pour la pratique du vélo. Il vise à conserver la piste ouverte le plus longtemps possible à l'automne, et ce, jusqu'à l'arrivée de la neige permanente. Afin d'ouvrir rapidement la piste dès que les conditions sont favorables, ce scénario implique un entretien régulier durant la période hivernale pour éviter l'accumulation d'une couche de glace formée par le gel-dégel.

Comme la date d'ouverture et de fermeture de de la piste varie et n'est pas pré établi, la mise en place d'un système de communication efficace est essentielle afin d'informer les usagers sur les ouvertures/fermetures de la piste

7.2.2 Normes de services

- Fermer la piste lorsqu'il y a : 1-précipitation de neige, 2- précipitation de pluie verglaçante, 3- accumulation de neige, 4- présence d'une chaussée mouillée avec risque de gel, 5-risque de gel-dégel créant des plaques de glace ;
- Entretien la piste 1 fois/semaine au minimum (ou fréquence optimale selon les observations), même lorsqu'elle est fermée, afin d'être prêt pour une ouverture rapide dès que les conditions le permettent. Cette approche permettra d'éviter l'accumulation de bancs de neige, de débris et d'abrasifs provenant des voies de circulation, en plus de permettre d'acquérir de l'expérience relative à l'état de la chaussée par rapport aux conditions météorologiques variables en période hivernale.
- Ouvrir la piste au printemps lorsque la chaussée est dégagée (0 cm de neige) et offre une adhérence adéquate pour la pratique du vélo ;
- Entretien la piste selon la procédure de déneigement de la sous-section 7.2.3.



7.2.3 Procédures de déneigement

Les opérations de déneigement devront être effectuées selon des procédures établies afin de limiter les risques d'accidents avec la machinerie et les usagers :

- Les opérations de déneigement sont effectuées la nuit afin de pouvoir souffler la neige dans une voie de circulation du pont. Pour les sections situées au niveau des superstructures d'acier du pont, la procédure demeure indéterminée pour le moment, puisqu'il est impossible de la souffler dans les voies de circulation. Des interventions sont possibles de jour au niveau des approches;
- La voie de circulation de droite (direction Longueuil) est fermée durant les opérations de déneigement pour permettre le ramassage de la neige ;
- La piste peut être balayée avec un balai rotatif après les opérations de déneigement pour enlever toute trace de neige susceptible de geler ;
- Des opérations d'épandage de produits déglaçant (saumure) peuvent être réalisées au besoin afin d'éviter les accumulations.

À noter que cette procédure de déneigement considère le retrait ou le remplacement des chicanes par un système amovible.

7.2.4 Estimation des investissements à effectuer

Afin d'exploiter ce scénario, voici les investissements nécessaires outre les modifications à la piste présentées au chapitre précédent.

Tableau 7.3 : Investissements à effectuer - Scénario 2

Item	Coût unitaire	Quantité	Total
Tracteur utilitaire			
Souffleuse à neige			
Balai pousseur			
Épandeur à abrasif			
Chasse-neige			
Pulvérisateur sur remorque			
		Total	

M03567A

7.2.5 Évaluation du scénario

Le Tableau 7.4 présente les avantages et inconvénients de ce scénario.

Tableau 7.4 : Évaluation du scénario 2

Avantages	Inconvénients
<ul style="list-style-type: none"> ▪ Coûts d'opération réduits par rapport à une ouverture complète ; ▪ Permet d'acquérir de l'expérience par rapport aux conditions de chaussée en fonction des intempéries. 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Possibilités de fermetures selon les conditions à l'automne ; ▪ Risque associé à la météo changeante ; ▪ Ne réponds pas aux attentes des usagers ; ▪ L'apparence de la piste entretenue risque d'encourager l'utilisation frauduleuse.

7.3 Ouverture complète en fonction des conditions de la piste

7.3.1 Description

Ce scénario prévoit l'ouverture de la piste à l'exception des périodes suivantes :

- Le soir et la nuit (par exemple entre 20h et 4h) ;
- Pendant les tempêtes de neige ;
- Lors de chute de neige de plus de 10-15 cm (lorsque le balai à neige devient inefficace) ;
- Au cours des quelques jours nécessaires après la tempête pour permettre l'entretien de la piste le soir ou la nuit et le retour à une chaussée dégagée et sèche.

Ce scénario implique la mise en place d'un système météo pour surveiller l'évolution des conditions de surface de la piste et déterminer le moment pour déployer les opérations d'entretien ou la fermeture de la piste, selon les conditions.

L'entretien de la piste est fait le soir ou la nuit de préférence afin de limiter au maximum les fermetures durant le jour et l'entrave d'une voie de circulation routière pour le soufflage de la neige.

7.3.2 Normes de service

Entretien de la piste durant le jour – piste ouverte

- Surveiller l'évolution des conditions de la piste à l'aide du système météo ;
- Déployer le balai à neige lorsqu'il y a des précipitations de neige peu abondantes, mais créant une accumulation de plus de 2 cm ;
- Appliquer des abrasifs sur la piste pour augmenter l'adhérence ;
- Effectuer des opérations d'épandage de produit déglaçant (saumure) en présence de pluie verglaçante et/ou lorsque la surface de la piste est enneigée ou mouillée et qu'il y a risque de gel ;



- Fermer la piste lorsque les conditions d'adhérence ne sont plus adéquates ou lorsque l'accumulation de neige dépasse 10-15 cm et que le balai à neige ne peut plus déneiger efficacement la piste ;
- Déployer les mesures de communication pour informer les usagers de la fermeture de la piste et les alternatives de déplacement possibles (ex. ligne jaune du métro).

Surveillance de la piste durant la nuit – piste fermée

- Surveiller l'évolution des conditions de la piste à l'aide du système météo ;
- Si une tempête de neige est prévue, de la pluie verglaçante ou une accumulation de neige abondante (>15 cm), annoncer la fermeture de la piste avant l'heure de pointe du matin afin de permettre aux cyclistes de prévoir un moyen de transport alternatif ;
- Si la température prévue de jour se situe sous le seuil d'efficacité de la saumure et qu'il y a risque de gel, annoncer la fermeture de la piste avant l'heure de pointe du matin afin de permettre aux cyclistes de prévoir un moyen de transport alternatif ;
- Déployer les mesures de communication pour informer les usagers de la fermeture de la piste (selon section 7.5) et les alternatives de déplacement possibles (ex. ligne jaune du métro). Se coordonner avec les autres partenaires pour l'ouverture/fermeture de la piste (villes de Montréal et de Laval, STM).

Entretien de la piste durant la nuit – piste fermée (lorsque nécessaire)

- Surveiller l'évolution des conditions de la piste à l'aide du système météo ;
- Si accumulation de neige se situe entre 2 et 10 cm, passer le balai à neige avant l'heure de pointe du matin ;
- Si accumulation de neige dépasse 10 cm, déneiger la piste cyclable selon la procédure décrite à la sous-section 7.3.3 avant l'heure de pointe du matin. L'usage de la souffleuse à ce moment est indiqué puisqu'il sera possible de fermer une voie de circulation pour souffler la neige vers les voies carrossables ;
- Appliquer des abrasifs sur la piste pour augmenter l'adhérence.

Entretien de la piste après une tempête de neige – piste fermée

- Déneiger la piste cyclable seulement la nuit selon la procédure décrite à la sous-section 7.3.3 ;
- La durée du déneigement pourrait s'échelonner sur plus d'une nuit pour dégager entièrement la piste et offrir des conditions de piste adhérente (sèche et non glacée).

7.3.3 Procédures de déneigement

Les opérations de déneigement devront être effectuées selon des procédures établies afin de limiter les risques d'accidents avec la machinerie et les usagers :

- Les opérations d'entretien impliquent une fermeture complète de la piste cyclable ;
- Des panneaux d'affichage à message variable devront être installés aux accès de la piste afin d'informer les usagers sur les délais prévus avant la réouverture ;

- Les opérations sont supervisées par des signaleurs qui s'assurent qu'aucun usager n'est coincé sur la piste. Les signaleurs sont les seuls qui pourront détecter la présence de cyclistes et piétons lors d'une tempête de neige, car les caméras du pont ne sont pas à infrarouge ;
- Les caméras de surveillance de la piste sont utilisées pour fournir une supervision supplémentaire ;
- Les opérations de déneigement impliquent la fermeture de la voie de circulation de droite en direction de Longueuil, puisque la neige sera soufflée dans cette voie. Une déneigeuse suivra pour pousser la neige sur le côté de la voie durant le jour, et sera ramassée le soir ;
- La piste peut être balayée avec un balai rotatif après les opérations de déneigement pour enlever toute trace de neige susceptible de geler ;
- Des opérations d'épandage de produits déglaçant (saumure) peuvent être réalisées au besoin afin de garder la piste libre de toute glace.

À noter que cette procédure de déneigement considère le retrait ou le remplacement des chicanes par un système amovible.

7.3.4 Estimation des investissements à effectuer

Afin d'exploiter ce scénario, les investissements nécessaires outre les modifications à la piste présentées au chapitre 6 sont présentés au Tableau 7.5.

Tableau 7.5 : Investissements à effectuer - Scénario 3

Item	Coût unitaire	Quantité	Total
Système météo			
Panneaux à message variable			
Tracteur utilitaire			
Souffleuse à neige			
Balai pousseur			
Épandeur à abrasif			
Chasse-neige			
Pulvérisateur sur remorque			
		Total	

Mentionnons que les coûts d'investissement sont les mêmes que pour le scénario 2 ; toutefois, les coûts d'entretien sont plus élevés. En effet, ce scénario implique des entretiens plus fréquents, plus d'épandage de saumure et un système météo.



7.3.5 Évaluation du scénario

Le Tableau 7.6 présente l'évaluation du scénario 3.

Tableau 7.6 : Évaluation du scénario 3

Avantages	Inconvénients
<ul style="list-style-type: none"> ▪ Répond aux usagers qui demandent l'ouverture hivernale de la piste. 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Coûts d'entretien élevés ; ▪ Risque d'accident relié à des dérapages plus élevé ; ▪ Peut affecter la fluidité sur le pont lorsqu'une opération de déneigement doit être faite le jour puisqu'une déneigeuse doit circuler à basse vitesse sur les voies de circulation pour pousser la neige. Toutefois, cette situation devrait être évitée puisque la piste sera fermée lorsque les conditions seront inclementes.

7.4 Ouverture complète de la piste

7.4.1 Description

Le scénario 4 prévoit le maintien de la piste cyclable ouverte en permanence, à l'exception des journées de tempête de neige ou lors des opérations de déneigement. Ce scénario ressemble au scénario 3 ; toutefois, il requiert une ouverture plus rapide de la piste après une tempête de neige. De plus, dans ce scénario, la piste demeure ouverte même la nuit, contrairement au scénario 3.

Ce scénario requiert également un système météo pour surveiller les conditions de surface de la piste et permettre le déploiement des opérations d'entretien ou la fermeture de la piste, selon les conditions.

Des entretiens d'appoint peuvent être réalisés au cours de la journée, de préférence hors des heures de pointe, afin que la piste soit sécuritaire en tout temps.

7.4.2 Normes de service

- Même que pour le scénario 3, mais les procédures d'entretien suivant une tempête sont accélérées.

7.4.3 Procédures de déneigement

- Mêmes que pour le scénario 3.

7.4.4 Estimation des investissements à effectuer

Afin d'exploiter ce scénario, les investissements nécessaires outre les modifications à la piste présentées au chapitre 6 sont les mêmes que pour le scénario 3.

7.4.5 Évaluation du scénario

Le Tableau 7.7 présente l'évaluation du scénario 4.

Tableau 7.7 : Évaluation du scénario 4

Avantages	Inconvénients
<ul style="list-style-type: none"> ▪ Répond entièrement aux usagers qui demandent l'ouverture hivernale de la piste. 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Coûts d'entretien élevés ; ▪ Risque d'accident relié à des dérapages plus élevé ; ▪ Affecte la fluidité sur le pont lorsqu'une opération de déneigement doit être faite le jour puisqu'une déneigeuse doit circuler à basse vitesse sur les voies de circulation pour pousser la neige.

7.5 Communication et concertation

Dans tous les scénarios, la communication avec les usagers est primordiale. Il est important de communiquer auprès des cyclistes l'ouverture ou non du lien cyclable. Dans certains cas, les cyclistes peuvent comprendre aisément la fermeture du lien si l'information est transmise afin qu'ils puissent adapter leur chemin. L'information doit être en continu et en temps réel. Différents systèmes peuvent être mis en place pour assurer cette diffusion, comme par exemple :

- Une cartographie de l'entretien hivernal en temps réel basé sur le GPS ;
- La gestion des plaintes (exemple : via le système 311) ;
- La diffusion de l'information via les applications mobiles et les réseaux sociaux (alertes Facebook, Twitter, etc.) ;
- La diffusion des informations sur le déneigement via le site internet de la Ville et de PJCCI.

Également, il est important de concerter les opérations de déneigement avec les différents partenaires (Ville de Montréal, Ville de Longueuil) ainsi que les fermetures reliées aux opérations d'entretien. Une rencontre avec la Ville de Longueuil permettrait de s'assurer que les liens cyclables menant au pont Jacques-Cartier soient entretenus l'hiver pour offrir un réseau cyclable continu.

Il serait opportun de négocier une entente avec la STM pour permettre aux cyclistes d'emprunter la ligne jaune en cas de fermeture non prévue de la piste cyclable, pour l'heure de pointe de l'après-midi.

7.6 Normes de service

Bien que certaines normes de service soient présentées dans les scénarios, les priorités de déneigement de la piste cyclable et les normes de service devront être définies de concert avec les partenaires des réseaux limitrophes.

Le tableau 7.8 présente une liste de critères à considérer avec les partenaires.



Tableau 7.8 : Critères reliés aux normes de service

Critères	Conditions
Seuil de démarrage des opérations de déneigement	<ul style="list-style-type: none">▪ 2-3 cm (balai rotatif) ;▪ Si > 10 cm, opération de déneigement.
Délai d'entretien de la piste après une tempête de neige	<ul style="list-style-type: none">▪ 48 h après la fin de la chute de neige (scénario 3).
Conditions d'utilisation des fondants et abrasifs	<ul style="list-style-type: none">▪ Lorsque de la glace est détectée ;▪ Après le passage du balai rotatif, lorsque des précipitations sont prévues et que la température est sous 0 °C.

8. Analyse comparative des scénarios d'exploitation

Afin de comparer les scénarios entre eux, une analyse de coûts de chacun de ceux-ci a été réalisée. Cette analyse est présentée au tableau 8.1, avec les couleurs selon la légende. Le détail de l'analyse de chacun des scénarios suit également ce tableau.

	Amélioration nécessaire
	Amélioration souhaitable (en tout temps)
	Amélioration souhaitable (ouverture hivernale)

Tableau 8.1 : Analyse comparative des scénarios d'exploitation

No.	Item	Scénario 1	Scénario 2	Scénario 3	Scénario 4
Coûts d'immobilisation					
1	Investissements de départ (voir chapitre 6)				
1.1	Glissière de protection				
1.2	Balise de danger				
1.3	Protection de conduit électrique				
1.4	Panneaux ou stèles d'informations				
1.5	Filet de protection contre les chutes de glace				
1.6	Radars pédagogiques				
1.7	Revêtement antidérapant				
1.8	Barrière anti-éclaboussure				
2	Investissements propres au scénario (voir chapitre 7)				
2.1	Barrières non-franchissables				
2.2	Panneaux d'information				
2.3	Système météo				
2.4	Panneaux à message variable				
2.5	Tracteur utilitaire				
2.6	Souffleuse à neige				
2.7	Balai pousseur				
2.8	Épandeur à abrasif				
2.9	Chasse-neige				
2.10	Pulvérisateur sur remorque				
	Total				
Coûts annuels					
3	Entretien				
3.1	Déneigement				
3.2	Entretien périodique				
3.3	Autres coûts à considérer (voir section 8.5)				
	Total				

M03567A

8.1 Scénario 1 - Statu quo – fermeture complète de la piste en hiver

Pour le scénario 1, seuls les investissements liés aux améliorations présentées au chapitre 6 ont été considérés dans les coûts. Étant donné que ces améliorations visent à corriger des lacunes de sécurité présentes actuellement sur la piste cyclable, et qui ne sont pas nécessairement en lien avec une exploitation hivernale, les coûts ont été comptabilisés séparément. Les coûts associés aux améliorations en vue d'une ouverture en hiver tels que les filets de protection et la protection du conduit électrique sont exclus.

8.2 Scénario 2 – Période d'ouverture optimisée en fonction des conditions de la piste

Pour le scénario 2, en plus des investissements de départ, l'analyse de coûts tient compte d'un entretien périodique de la piste. L'hypothèse d'un entretien par semaine pour la période allant de la mi-décembre à la mi-mars a été posée. Ainsi, quinze entretiens périodiques de la piste sont considérés. De plus, quatre sorties de déneigement sont prévues au cours de l'hiver suite à des tempêtes de neige d'importance¹³.

8.3 Scénario 3 - Ouverture complète en fonction des conditions de la piste

Pour le scénario 3, en plus des investissements de départ et l'installation d'un système météo, les coûts d'une exploitation de la piste cyclable en tout temps en période hivernale sont analysés. L'hypothèse posée pour évaluer les coûts est qu'il y aura trente entretiens périodiques au cours de l'hiver, et huit sorties de déneigement complet au cours de l'hiver, soit le double du scénario 2.

8.4 Scénario 4 - Ouverture complète de la piste

Pour le scénario 4, en plus des investissements de départ et l'installation d'un système météo, les coûts d'une exploitation de la piste cyclable en tout temps en période hivernale sont analysés. L'hypothèse posée pour évaluer les coûts est qu'il y aura le même nombre d'entretiens périodiques et de sorties de déneigement que le scénario 3, mais ceux-ci pourraient s'effectuer de jour et plus rapidement. Afin de considérer les coûts supplémentaires engendrés par des opérations d'entretien effectuées de jour, une majoration de 20 % est appliquée par rapport aux coûts d'entretien du scénario 3.

8.5 Autres coûts à considérer

En plus des coûts énumérés précédemment, d'autres frais d'entretien annuels doivent être considérés dans l'analyse des scénarios. Cependant, comme ces coûts sont difficiles à évaluer, ils seront simplement énumérés sans être associés à un montant. Le tableau 8.2 présente ces éléments additionnels à considérer selon leur application aux différents scénarios.

¹³ Vélo Québec, *Le vélo quatre saisons à Montréal*, Juin 2013

Tableau 8.2 : Coûts additionnels à considérer

Item	Scénario 1	Scénario 2	Scénario 3	Scénario 4
Main-d'œuvre				
Signaleurs lors des opérations de déneigement			X	X
Surveillance par caméra de la piste lors du déneigement			X	X
Produits d'entretien				
Abrasif			X	X
Saumure		X	X	X
Communication				
Station météo pour déterminer le moment des opérations d'entretien			X	X
Communications aux usagers		X	X	X

8.6 Alternative – implantation d'un système de chauffage

Pour les scénarios 3 et 4, il est possible de considérer l'installation d'un système de chauffage pour la surface de la piste cyclable afin de limiter l'effort d'entretien et assurer une adhérence de la piste en tout temps.

Selon l'analyse de coûts préliminaire réalisée, les besoins du projet seraient :

- Une surface à chauffer d'environ 6 750 m² (2 700 m par 2,5 m) ;
- Une puissance requise de l'ordre de 3,3 MW (484 W/m²) ;
- Étant donné la longueur de piste à chauffer, un fractionnement en 60 zones avec une puissance de 55 kW serait nécessaire ;
- La construction de deux postes d'alimentation de 1,5 MVA qui alimenteraient chacun 30 zones de câbles chauffants ;
- La construction d'une chappe de béton d'environ 150 mm d'épaisseur pour recouvrir les éléments chauffants.

Le tableau 8.3 présente les coûts préliminaires du projet :

Tableau 8.3 : Analyse de coûts d'un système chauffant

Item	Coût
Construction de 2 postes de 1.5 MVA (25 kV/600V-347V)	
Câbles chauffants minérales (MI) et panneaux de contrôle	
Conduits rigides pour câbles et main-d'œuvre	
Artères d'alimentation des zones (60 zones)	
Chappe de béton de 150 mm d'épaisseur	
Sous total	
TPS (5 %)	
TVQ (9.975 %)	
Total	

À noter que ces coûts ne considèrent pas les modifications qui pourraient être à effectuer aux infrastructures existantes afin d'accueillir le système de chauffage. De plus, les coûts de consommation d'électricité ne sont pas considérés dans le tableau ci-dessus. Selon le tarif accordé par Hydro-Québec, ces coûts peuvent varier énormément. Toutefois, un minimum raisonnable de 50 000 \$ par mois en coûts d'électricité peut être envisagé.

En considérant que les coûts d'entretien estimés pour l'entretien conventionnel de la piste sont moins élevés que les coûts de chauffage mensuels, et que l'investissement de départ et aussi plus élevé dans le cas du système de chauffage, il apparaît évident que l'investissement serait difficilement rentabilisable.

La seule façon de rentabiliser un système de chauffage est de réduire considérablement les coûts d'opération. D'autres avenues de solutions pourraient être envisagées, comme des systèmes au glycol ou encore à géothermie qui pourraient être plus avantageux.



8.7 Analyse comparative des risques

Le tableau 8.4 présente les différents risques associés aux scénarios présentés précédemment.

Tableau 8.4 : Analyse comparative des risques

Scénarios	1 - Statu quo	2 – Période d’ouverture de la piste optimisée en fonction des conditions de la piste	3 - Ouverture complète en fonction des conditions de la piste	4 - Ouverture complète de la piste
Risques	<ul style="list-style-type: none"> • Peu de risque d'accident en hiver ; • Risque que la piste soit ouverte trop tôt au printemps ; • Plaintes des cyclistes car la piste est fermée en hiver. 	<ul style="list-style-type: none"> • Plus grand risque d'accident ; • Difficulté à conserver l'adhérence de la piste en hiver, d'autant plus que la piste ne respecte pas les normes actuelles ; • Luminosité faible aux heures de pointe ; • Risque que la piste soit ouverte alors que les conditions ne sont pas idéales ; • Risque que l'achalandage soit plus faible que prévu en raison des fermetures trop fréquentes ; • Plaintes en raison de fermetures trop fréquentes ; • Risque que la piste soit ouverte trop tôt au printemps ; • Coûts plus élevés que prévu ; • Risque que des cyclistes peu aguerris empruntent la piste ; • Risque de poursuites de la part des cyclistes en cas d'accident ; • Aucune protection contre les chutes de glace si le filet de protection est défectueux ; 	<ul style="list-style-type: none"> • Plus grand risque d'accident ; • Risque que des accumulations de neige rendent affectent l'adhérence ; • Risque que l'adhérence soit réduite par les produits déglaçant ; • Temps d'attente pour les cyclistes lors des opérations de déneigement ; • Risque que la piste soit ouverte alors que les conditions ne sont pas idéales ; • Risque que l'achalandage soit plus faible que prévu en raison des fermetures trop fréquentes ; • Plaintes en raison de fermetures trop fréquentes ; • Luminosité faible aux heures de pointe ; • Coûts plus élevés que prévu ; • Risque que des cyclistes peu aguerris empruntent la piste ; • Risque de poursuites de la part des cyclistes en cas d'accident ; • Aucune protection contre les chutes de glace si le filet de protection est défectueux ; 	<ul style="list-style-type: none"> • Plus grand risque d'accident ; • Risque de plaintes sur les conditions de la piste ; • Temps d'attente pour les cyclistes lors des opérations de déneigement ; • Risque que l'adhérence soit réduite par les produits déglaçant ; • Risque que la piste soit ouverte alors que les conditions ne sont pas idéales ; • Luminosité faible aux heures de pointe ; • Risque que des cyclistes peu aguerris empruntent la piste ; • Risque de poursuites de la part des cyclistes en cas d'accident ; • Aucune protection contre les chutes de glace si le filet de protection est défectueux ;

MO3567A

9. Recommandations

En fonction de l'analyse de la géométrie de la piste existante l'ouverture de la piste multi fonction n'est pas recommandée en condition hivernale soit lorsque le coefficient de friction est inférieur à 4. Cette contrainte élimine les scénarios 3 et 4. Des quatre scénarios proposés dans cette étude, il est de notre avis que le scénario 2 devrait être mis en place, dans la mesure où les correctifs à la piste sont apportés au préalable, pour les raisons suivantes :

- Le scénario réduit au minimum le risque que les usagers circulent sur la piste en condition hivernale ;
- Le scénario permet d'allonger la période d'utilisation de la piste
- Le scénario permet de mettre en place un cadre de suivi pour optimiser les procédures d'entretien et adapter les normes de service sans compromettre la sécurité des usagers ;
- Le scénario permet d'ajuster les mécanismes de communication et de concertation avec les partenaires ;
- Les équipements requis pour le déneigement sont les mêmes que pour les scénarios 3 et 4 et n'occasionneront pas de dépenses additionnelles si le scénario est modifié dans le temps.

De plus, il est recommandé de procéder à la mise en place de mesure de mitigation pour diminuer l'occurrence et la gravité d'incident sur la piste multifonction.

Telles que décrites au chapitre 6, les mesures d'atténuation proposées sont les suivantes :

1. Ajouter une glissière de protection sur la barrière anti-saut ;
2. Ajouter des balises de danger dans les déviations de la piste (monitoring) ;
3. Ajouter une pellicule rétro réfléchissante sur les renflements de la glissière de béton (monitoring) ;
4. Installer des panneaux de sensibilisation sur les mesures de sécurité ;
5. Poser un revêtement antidérapant sur la surface de la piste ;
6. Mettre aux normes la signalisation routière ;
7. Réaligner les joints de dilatation afin de ne pas les endommager avec les véhicules de déneigement ;
8. Protéger le conduit électrique qui longe la piste.

Les mesures suivantes ont été identifiées, mais ne s'appliquent pas si la piste est fermée en condition hivernale :

9. Installer un filet de protection contre les chutes de glace ;
10. Ajouter une barrière anti-éclaboussure sur la glissière séparant les voies carrossables de la piste cyclable.

Note : L'effet sur les cyclistes des mesures 2 et 3 devra être évalué afin de s'assurer que des comportements indésirables, tel que la déportation des usagers vers le centre de la piste, soit observé.

10. Conclusion

PJCCI a mandaté CIMA+ afin d'évaluer les enjeux et de proposer des scénarios d'exploitation de sa piste cyclable en période hivernale. Parmi les enjeux du projet, on retrouve notamment :

- L'optimisation de la sécurité des usagers : les infrastructures mises à la disposition des cyclistes doivent être sécuritaires en tout temps, peu importe les conditions météorologiques ;
- Offrir un lien cyclable entre la Rive-Sud et Montréal ouvert à l'année ;
- Les coûts associés aux améliorations nécessaires et à l'entretien hivernal.

Malgré les aménagements proposés, la diminution des risques au niveau des pistes cyclables normalisées n'est pas possible. Cette piste demeure une piste qui comporte, peu importe le scénario retenu, un risque d'accident de par sa configuration, soit la combinaison de fortes pentes et de corridors étroits. L'ouverture de la piste en hiver augmente les risques d'accident ; c'est avec cette prémisse que l'analyse des scénarios d'exploitation a été élaborée.

Afin d'optimiser la sécurité des usagers, des améliorations aux infrastructures qui ne sont pas toutes aux normes doivent être réalisées.

Plusieurs scénarios d'entretien ont été élaborés, allant du statu quo, la fermeture complète, jusqu'à une ouverture complète de la piste, en passant par une ouverture partielle selon les conditions météorologiques. Les risques associés à chacun des scénarios considèrent une clientèle générale et non seulement des cyclistes aguerris disposant d'équipement adapté aux conditions hivernales.

C'est finalement le scénario intermédiaire qui propose l'ouverture de la piste plus tôt au printemps de la piste, lorsque les conditions météorologiques le permettent qui, selon CIMA+, est le plus acceptable, sans être idéal. Ce scénario permettra à PJCCI de tester les procédures de déneigement sans exposer les usagers. De plus, les investissements à réaliser afin de passer à un scénario où la piste est ouverte en tout temps seront minimales.

Annexe A Liste des intrants

Annexe A - Liste des intrants

Documents et ouvrages consultés

- Advocacy Advance (2014), How Communities are Paying to Maintain Trails, Bike Lanes, and Sidewalks, <http://www.advocacyadvance.org/docs/Maintenance.pdf>;
- Alta (2014), Winter Bike Lane Maintenance : A Review of National and International Best Practices, <http://www.altaplanning.com/wp-content/uploads/winter-bike-riding-white-paper-alta.pdf>
- Christensen- Nowegian public roads administration (2015), Winter cycling above the Artic Circle, Conférence donnée dans le cadre du « winter cycling congress » à Leeuwarden en 2015;
- Cycling Embassy of Denmark (2012), Collection of cycle concepts. <http://www.cycling-embassy.dk/wp-content/uploads/2013/12/Collection-of-Cycle-Concepts-2012.pdf>;
- Halifax Regional Municipality (2014) Item No. 3(iv) Committee of the Whole, Bike lane maintenance – Implications of increased year round maintenance in HRM, <https://www.halifax.ca/council/agendasc/documents/140401cow3iv.pdf>;
- Kaisa Karhula (2014), Best practices for cycle path winter maintenance processes http://www.tut.fi/verne/wp-content/uploads/Pykalall_winter_maintenance_FINAL.pdf;
- Kaisa Karhula (2014), Enabling cycling throughout the year- How well planned process makes good winter maintenance possible, Winter Cycling Conference in Winnipeg 12.2.2014;
- Kalle Vaismaa (2015), Land use as a part of winter maintenance of cycling routes, Winter Cycling Conference in Leeuwarden 2015;
- Komorowski Bartek – Vélo Québec (2015), Towards four season cycling in Montreal – Policy, design and maintenance considerations for a year-round bicycle network;
- Mark Alblas (Meteogroup) (2015), Preventing slippery conditions on cycle paths (Prévention des conditions glissantes sur les pistes cyclables)
- Minnesota Department of transportation 92013), Pedestrian Snow Removal Best Practices and Lessons Learned, <http://www.dot.state.mn.us/research/TRS/2013/TRS1306.pdf>
- Remco van Ahee (compagnie Easypath) (2015), The heated cycle path (la piste cyclable chauffée)
- Vélo Québec (2013), Le vélo quatre saisons à Montréal – Catalogue d'idées et de bonnes pratiques pour faciliter l'usage du vélo quatre –saisons;

Villes

- Calgary - Calgary centre city cycle track network – winter maintenance strategies and recommendations
 - <http://www.calgary.ca/CSPS/Parks/Pages/Pathways/Snow-clearing.aspx>
 - <http://www.calgary.ca/CSPS/Parks/Pages/Pathways/snow-clearing-priority.aspx>
- Edmonton- From policy to implementation : on-street bike facility winter maintenance pilot project - Transforming Edmonton
 - http://www.edmonton.ca/transportation/cycling_walking/winter-cycling.aspx
- Hamilton - Conversation avec Daryl Bender de la ville de Hamilton
 - http://www.hamilton.ca/NR/rdonlyres/1FB374FF-010F-496B-833B-0B21B7C927EE/0/Jun20EDRMS_n180033_v1_8_1_PW10096a.pdf
<http://www.hamilton.ca/NewsandPublications/NewsReleases/2014News/Cannon+St+Winter+Control.htm>
- Madison - City of Madison - Public Works Bikeway Maintenance - Making bicycling a viable mode of transportation
- Minneapolis
 - http://www.minneapolismn.gov/www/groups/public/@publicworks/documents/webcontent/convert_261656.pdf
 - Midtown Greenway : <http://www.minneapolismn.gov/bicycles/midtown-greenway>
- New-York
 - <http://www.fhwa.dot.gov/publications/publicroads/05may/06.cfm>
- Ottawa
 - <http://cusjc.ca/wintertimes/winter-cycling-route-expansion-expected-in-2015/>
 - <http://www.bikeottawa.ca/index.php/22-winter-cycling/103-winter-maintenance>
 - <http://ottawa.ca/fr/hotel-de-ville/consultations-publiques/transport/foire-aux-questions>
- Oulu - Winter maintenance in Oulu – the winter cycling capital of the world
- Toronto
 - <http://www.toronto.ca/legdocs/mmis/2014/pw/bgrd/backgroundfile-69023.pdf>
 - <http://www.toronto.ca/legdocs/mmis/2014/pw/bgrd/backgroundfile-68450.pdf>

Annexe B Entretiens

Annexe B -Entretiens

Participants	[REDACTED] ingénieur chez VéloQuébec Cima +
Source:	Entretien téléphonique
Date du résumé:	Jeudi 30 mai 2015
<p>Résumé :</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ Nord de l'Europe, problème de glace et de verglas plus que problème de déneigement. Chaussée humide donc très glissant. ▪ Pont Jacques Cartier. À cause du vent peu de neige donc, elle est facilement déneigée. ▪ [REDACTED] ait référence à un système de détection de la température des chaussées mis en place en Hollande. <ul style="list-style-type: none"> ○ Installation de capteurs de températures reliés en direct à un centre de gestion; ○ Les périodes d'intervention et la quantité de saumure à utiliser sont adaptés en fonction des températures; ○ Pour plus de détails le système a été présenté à la conférence winter cycling. ▪ Fermeture du pont Jacques –Cartier : <ul style="list-style-type: none"> ○ Selon [REDACTED] les cyclistes du Pont Jacques-Cartier accepteraient la fermeture temporaire de la piste si les informations étaient diffusées en continue et en direct sur les réseaux sociaux. ○ 2000-2001 la société des ponts avait communiqué en direct sur les fermetures temporaires de la piste durant les travaux du pont et cela avait bien fonctionné. ▪ Déneigement des liens cyclables à Montréal <ul style="list-style-type: none"> ○ Selon [REDACTED] il y a un usage excessif du calcium pour les pistes cyclables. Les cyclistes n'aiment pas ça. ▪ Déneigement du pont Jacques-Cartier <ul style="list-style-type: none"> ○ Ce n'est pas une bonne idée de laisser une trace de neige car elle risque de sublimer. L'idéal est de revenir à la chaussée. ▪ Gestion des fermetures <ul style="list-style-type: none"> ○ Si le pont est ouvert le matin un retour doit être permis le soir pour les cyclistes. ○ Idéal fermeture après 20h00 (en soirée) et applicable au lendemain matin. ▪ Contraintes des pentes <ul style="list-style-type: none"> ○ Important de ne pas laisser l'impression aux cyclistes qu'il n'y a pas de glace. ○ Il faut informer les cyclistes là-dessus. ○ Rajouter une signalisation chaussée glissante aux entrées de pentes. ○ La sensibilisation des cyclistes pourrait être menée par VéloQuébec. ▪ [REDACTED] ous conseille d'appeler Monsieur [REDACTED] à la ville de Montréal. ▪ Il nous donne également le contact à l'arrondissement Ville-Marie pour le déneigement des liens cyclables. <ul style="list-style-type: none"> ○ [REDACTED] chef de division Ville-Marie ○ [REDACTED] 	
Participants	M. [REDACTED] chef de division, Division des transports actifs et collectifs [REDACTED] Cima +
Source:	Entretien téléphonique
Date du résumé:	Jeudi 30 mai 2015
<p>Résumé :</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ Suite aux conseils de [REDACTED] nous avons appelé Monsieur [REDACTED] qui s'occupe 	

<p>du réseau cyclable pour la ville de Montréal;</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ Actuellement les liens cyclables existants dans le secteur sont les suivants : <ul style="list-style-type: none"> ○ Chaussée désignée sur Dorion et Cartier elles sont déneigées en même temps que la rue jusqu'à René Levesque. ▪ Monsieur [REDACTED] parle des projets de liens cyclables dans le secteur du pont Jacques-Cartier : <ul style="list-style-type: none"> ○ Un lien cyclable est à venir sur De Maisonneuve pour finaliser la connexion entre le centre-ville de Montréal et la Rive-Sud via le pont Jacques-Cartier (phase 2 - ouverture prévue en 2016 jusqu'à De Champlain); ○ Le déneigement du futur lien cyclable sur Maisonneuve sera assuré, elle sera intégrée au réseau 4 saisons; ○ Phase 3 – prolongement de la piste de Maisonneuve jusqu'à Notre-Dame. ▪ Monsieur [REDACTED] nous conseille d'appeler [REDACTED] (poste [REDACTED] pour les comptages sur le réseau cyclable et les informations sur le déneigement des axes actuels. 	
Participants	[REDACTED] Coordonnateur de l'analyse et de l'expertise, MDDELCC [REDACTED] Cima +
Source:	Courriel
Date du résumé:	Jeudi 13 mai 2015
<p>Résumé :</p> <ul style="list-style-type: none"> • Selon l'article 1 du <i>Règlement sur les lieux d'élimination de neige</i>, les neiges qui font l'objet d'un enlèvement et d'un transport en vue de leur élimination ne peuvent être déposées définitivement que dans un lieu d'élimination pour lequel a été délivré un certificat d'autorisation en application de l'article 22 de la <i>Loi sur la qualité de l'environnement</i>. C'est donc dire que cette obligation ne s'applique pas à la neige poussée en bordure des rues, routes, stationnements. Elle s'applique par contre à toute neige transportée par camions. • La neige tombée sur une aire de stationnement d'un commerce, d'une institution et qui est enlevée, transportée et déposée définitivement à un autre endroit du même stationnement, se situant à plus de 15 mètres de tout lac, étang, cours d'eau, milieu humide, à l'extérieur de la zone d'inondation 0-20 ans et à plus de 100 mètres d'un puits d'alimentation en eau potable, et ce, sans passer par une voie de circulation publique, constitue une exception à l'article 1 du <i>Règlement sur les lieux d'élimination de neige</i>. 	
Participants	[REDACTED] MTQ [REDACTED] Cima +
Source:	Entretien téléphonique
Date du résumé:	Jeudi 30 avril 2015
<p>Résumé :</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ À l'automne 2014 un système de détecteur de glace noire sur le nouveau pont de la rivière Famine a été mis en place, en test pour l'hiver 2014-2015. ▪ Il est trop tôt pour que le système soit fonctionnel, et impossible d'obtenir des données sur le système ▪ Photos du nouveau pont qui montre que l'ensemble du pont est glacé, et hors des limites du pont il n'y a aucune glace ▪ Pas d'informations sur le choix du système car [REDACTED] s'est joint à l'équipe de projet plus tard ▪ Ultiment le système permettra d'afficher des alarmes aux automobilistes sur les conditions routières 	

<ul style="list-style-type: none"> ▪ Coûts : 20 000 \$ par détecteur relié à un système de panneaux clignotants ▪ Le pont possède une courbe et une pente 	
Participants	M. [REDACTED] Ville de Montréal (Division Transports actifs et collectifs) [REDACTED] Cima +
Source:	Entretien téléphonique
Date du résumé:	Jeu­di 30 avril 2015
Résumé :	
<ul style="list-style-type: none"> ▪ [REDACTED] a transmis les données de comptage des compteurs du Pont Jacques Cartier et du boulevard de Maisonneuve ▪ Projet de développer un nouveau lien cyclable sur le boulevard de Maisonneuve. Le lien ferait parti du réseau 4 saisons 	
Participants	Mme. [REDACTED] ing. Coordonnatrice, MDDELCC (Direction régionale de l'analyse et de l'expertise de Montréal, Laval, Lanaudière et Laurentides) [REDACTED] Cima +
Source:	Entretien téléphonique
Date du résumé:	Mardi 9 juin 2015
Résumé :	
<ul style="list-style-type: none"> ▪ Le pont Jacques Cartier n'est peut-être pas assujettie à la réglementation provinciale, puisque qu'il appartient au gouvernement fédéral; ▪ [REDACTED] e veut pas se prononcer sur les possibilités de jeter la neige directement au fleuve au téléphone; ▪ Une demande complète avec les fiches signalétiques des produits utilisés doit être envoyée; ▪ La demande a été envoyée, et sera traitée par [REDACTED] 	
Participants	[REDACTED] ing. MDDELCC (Direction régionale de l'analyse et de l'expertise de Montréal, Laval, Lanaudière et Laurentides) [REDACTED] Cima +
Source:	Entretien téléphonique
Date du résumé:	Mardi 7 juillet 2015
Résumé :	
<ul style="list-style-type: none"> ▪ L'article 22 n'interdit pas de jeter la neige au fleuve, puisque qu'elle n'est pas chargée ni transportée; ▪ L'article 20 interdit toute action susceptible de détériorer l'environnement; ▪ En tant que tel, il ne serait pas interdit de jeter la neige au fleuve, mais ce ne serait pas recommandé; ▪ Du point de vue des neiges usées, le déneigement serait dans les normes, mais au point de vue de la qualité de l'eau, des demandes supplémentaires seraient nécessaires; ▪ Pour des informations supplémentaires, contacter [REDACTED] 	

Annexe C État de l'art – revue de littérature

Annexe C- État de l’art – revue de littérature

Table des matières

Best practices for cycle path winter maintenance processes	2
Collection of Cycle Concepts 2012, Cycling Embassy of Denmark	4
Enabling cycling throughout the year- How well planned process makes good winter maintenance possible.....	5
Halifax Regional Municipality Item No. 3(iv) Committee of the Whole	6
How Communities are Paying to Maintain Trails, Bike Lanes, and Sidewalks	6
Land use planning is the bed - Land use as a part of winter maintenance of cycle routes	7
Le vélo quatre saisons à Montréal – Catalogue d’idées et de bonnes pratiques pour faciliter l’usage du vélo quatre -saisons	8
Pedestrian Snow Removal Best Practices and Lessons Learned	12
Preventing slippery conditions on cycle paths (Prévention des conditions glissantes sur les pistes cyclables)	13
The heated cycle path (la piste cyclable chauffée)	15
Towards four season cycling in Montreal – Policy, design and maintenance considerations for a year-round bicycle network	16
Winter Bike Lane Maintenance : A Review of National and International Best Practices	18
Winter cycling above the Artic Circle	19

Best practices for cycle path winter maintenance processes

Nom du fichier:	Pykalall_winter_maintenance_FINAL.pdf
Source:	http://www.tut.fi/verne/wp-content/uploads/Pykalall_winter_maintenance_FINAL.pdf
Date du résumé:	29 avril 2015
Résumé :	<ul style="list-style-type: none">• Copenhague :<ul style="list-style-type: none">○ Classe A – voies cyclables :<ul style="list-style-type: none">▪ Accumulation de neige maximale : 2-3 cm▪ But est de ne pas laisser de glace se former, utilisation proactive de sel▪ Balai à neige, chasse-neige, sel○ Classe B – trottoirs :<ul style="list-style-type: none">▪ Accumulation de neige maximale : 2-3 cm▪ But est d'enlever la glace avec l'utilisation de déglaçants dans les quelques heures suivant la formation▪ Balai à neige, chasse-neige, sel• Linköping :<ul style="list-style-type: none">○ Voies cyclables prioritaires :<ul style="list-style-type: none">▪ Accumulation de neige maximale : 1 cm▪ Déneigement doit être complété max 4 h après avoir atteint la limite▪ Utilisation d'un balai à neige et de sel▪ À moins de -10°C, le sel n'est pas utilisé▪ Importante chute de neige : chasse-neige au lieu d'un balai à neige○ Autres voies cyclables et voies piétonnières :<ul style="list-style-type: none">▪ Accumulation de neige maximale : 3 cm▪ Déneigement doit être complété max 8 h après avoir atteint la limite▪ Utilisation de chasse-neige et sable• Umea :<ul style="list-style-type: none">○ Voies cyclables prioritaires :<ul style="list-style-type: none">▪ Accumulation de neige maximale : 4 cm▪ Dégivrage proactif▪ Chasse-neige et sable pré-mouillé chaud○ Autres voies cyclables et voies piétonnières :<ul style="list-style-type: none">▪ Accumulation de neige maximale : 6-8 cm▪ Dégivrage quand de la glace est détectée▪ Chasse-neige et sable○ Voies cyclistes et piétonnières importantes sur ponts, viaducs et tunnels :<ul style="list-style-type: none">▪ Voies chauffantes▪ À certains endroits motivation est de réduire les coûts des dommages liés à l'entretien hivernal▪ Chauffage par eau chaude circulant sous la chaussée▪ Coûts de chauffage 2.5-3 fois plus élevés que les méthodes traditionnelles• Oulu :<ul style="list-style-type: none">○ Chasse-neige utilisent des lames perforées pour que la surface ne soit pas glissante○ Classe 1 :<ul style="list-style-type: none">▪ Accumulation de neige maximale : 2 cm. Accumulation max de 3 cm lors de chute de neige continue▪ But est de garder les voies dégagées de glace en tout temps▪ Chasse-neige et application de sable avant 7h et 16h▪ Après 18h, dégagement d'une chute de neige avant 7h le lendemain, à moins que l'accumulation soit de plus de 8 cm▪ Accumulation maximale de « slush » : 3 cm

- Classe 2 :
 - Accumulation de neige maximale : 3 cm. Accumulation max de 5 cm lors de chute de neige continue
 - But est de dégager la glace avec application de sable dans les quelques heures qui suivent la formation de glace
 - Chasse-neige et application de sable après les voies de classe 1
 - Accumulation maximale de « slush » : 5 cm

	Linköping	Umeå	Copenhagen	Oulu*
Snow ploughing times per winter	100, class I cycle paths 25, class II cycle paths (on average)	30, class I cycle paths 15, class II cycle paths (on average)	29, cycle paths 9, footways (2011/12)	36, in total class I and II routes (2012)
Anti-skid treatments per winter	100, class I cycle paths 25, class II cycle paths (on average)	19, class I and II cycle paths (on average)	29, class A cycle paths 9, footways (2011/12)	16, in total class I and II routes (2012)
Amount of snow removed per winter	200,000–300,000 m ³ (on average)	162,520 m ³ (2011/12)	In an average winter, snow removal is not required	approximately 300,000 m ³ (including footways in the city centre)
Budget per year	Footways and cycle paths approximately 2.4 million in EUR (20 million in SEK)	Total budget approximately 4.1 million in EUR (about 35 million in SEK) Cycle paths approximately 0.8 million in EUR (about 7 million in SEK)	Total budget 4.7 million in EUR (35 million in DKK), Cycle paths and footways not separated	EUR 720,000 per year, class I pedestrian and cycle routes EUR 550,000 per year, class II pedestrian and cycle routes
Cycle paths, km	Ca. 560 km (including the prioritised 90 km long network) (2012)	67 km, prioritised routes 171, other cycle paths and footways (2012)	358 km (2012)	600 km (2012)

Table 2. Key figures related to the winter maintenance of the study cities.

** The number of times City of Oulu snow ploughs and anti-skid treatments are employed and the amount of snow removed only include maintenance actions carried out by Oulu technical public utility (TEKL), not outside contractors.*

Collection of Cycle Concepts 2012, Cycling Embassy of Denmark

Nom du fichier:	Collection-of-Cycle-Concepts-2012.pdf
Source:	http://www.cycling-embassy.dk/wp-content/uploads/2013/12/Collection-of-Cycle-Concepts-2012.pdf
Date du résumé:	29 avril 2015
<p>Résumé : p.139-140</p> <ul style="list-style-type: none">▪ Danemark▪ Classification des infrastructures cyclistes :<ul style="list-style-type: none">○ Catégorie A : voies cyclables séparées et le long de routes importantes, doivent être ouvertes, accessibles et dégagées 24 heures par jour, 7 jours par semaine○ Catégorie B : trajets vers les écoles (« school routes ») et voies collectrices, déneigement et dégivrage seulement le jour, 7 jours par semaine○ Catégorie C : courtes voies cyclables et voies d'importance mineure, déneigement et dégivrage exceptionnels▪ Les surfaces glacées/glissantes peuvent être traitées avec du sel, des matériaux abrasifs (sable, gravier) ou une solution saline.▪ Le sel traditionnel est mauvais pour l'environnement puisque la quantité qui doit être appliquée sur une voie cyclable est très élevée (plus élevée que sur une voie pour les véhicules)▪ Les matériaux abrasifs ont aussi des désavantages :<ul style="list-style-type: none">○ Coûts environnementaux○ Risques de dérapage○ Risque de crevaisons (gravier)○ Doit être enlevé et traité○ Peut causer des problèmes de drainage s'il se rend dans les égoûts○ Ne dégivre pas/ne fait pas fondre la glace▪ Une solution saline à 22% de chlorure de sodium aide à réduire la consommation de sel de 80% lorsqu'utilisée correctement▪ Coût d'une solution saline semblable au coût du sel, mais environ 2/3 du coût des matériaux abrasifs (au Danemark)▪ Solution saline moins efficace pour les chutes de neige importantes ou pour les couches de glace plus épaisses.▪ Application préventive d'une solution saline possible▪ La neige peut être poussée et accumulée entre les voies cyclables et de circulation sauf si les voies cyclables sont trop étroites, à ce moment la neige doit être enlevée▪ Des véhicules d'entretien étroit spéciaux peuvent être utilisés si des tracteurs conventionnels sont trop larges, mais le minimum pour les véhicules étroits est de 1.6 m▪ Le dégivrage devrait être fait avant que la chaussée devienne glissante. Quand les voies cyclables sont mouillées et que la température descend près de 0°C de la glace noire peut se former rapidement▪ Important d'avoir un système d'avertissement de chaussée glissante	

Enabling cycling throughout the year- How well planned process makes good winter maintenance possible

Nom du fichier:	Winnipeg_winter_cycling_congress_karhula
Auteur	Kaisa Karhula
Source:	Winter Cycling Conference in Winnipeg 12.2.2014 \\cima.plus\Cima-200\Transport\ Projets\M03567A\030_INTRANTS\20150421_Conferences_winter_cycling_congress\Winnipeg_2014\Winnipeg_winter_cycling_congress_karhula.pdf
Date du résumé:	27 avril 2015
<p>Résumé :</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ Présentation des meilleures pratiques concernant l'entretien des liens cyclables durant la période hivernale. ▪ 4 villes en cas d'études : Umeå et Linköping (Suède), Copenhague (Danemark) et Oulu (Finlande). ▪ Note du rapporteur : Ces villes ont des précipitations neigeuses moins importantes que Montréal (de 6 à 60 cm versus 230 cm pour Montréal par an) et des températures hivernales moins froides ▪ Linköping (Suède) : <ul style="list-style-type: none"> ○ 90 km du réseau cyclable est prioritaire; ○ Limite de 1 cm de neige (3 cm sur le reste du réseau); ○ Brossage et salage; ○ Aucune limite de temps. ▪ Copenhague <ul style="list-style-type: none"> ○ Salle de contrôle ○ 2 agents 24h/24h 7 jours semaine ○ Sur les routes de catégorie A les entrepreneurs ont 45 min pour commencer les opérations d'entretiens ○ Information en temps réel sur les conditions météo, quantité de sel sur les routes, etc... ○ Permet un salage proactif. ▪ Umea <ul style="list-style-type: none"> ○ Passage souterrain et pont chauffants; ○ Augmentation de la sécurité; ○ Coût 2.5 à 3 fois supérieur aux méthodes traditionnelles d'entretien mais bénéfice supérieur aux coûts. 	
	
	

Halifax Regional Municipality Item No. 3(iv) Committee of the Whole

Nom du fichier:	140401cow3iv.pdf
Source:	https://www.halifax.ca/council/agendasc/documents/140401cow3iv.pdf
Date du résumé:	23 avril 2015
Résumé :	
<ul style="list-style-type: none"> ▪ Pour l'année 2014-2015, la municipalité régionale de Halifax a considéré les impacts du déneigement des voies cyclables à l'année ▪ Recommandations constituant un faible coût pour l'amélioration des services à l'année longue ▪ Aucune de ces recommandations n'est pertinente pour une voie cyclable séparée des voies de circulation ▪ Recommandations futures incluant le développement d'une politique de déneigement des voies cyclables séparées ▪ Implications du déneigement des voies cyclables à être étudié et présenté au conseil durant l'année fiscale 2014-2015 	

How Communities are Paying to Maintain Trails, Bike Lanes, and Sidewalks

Nom du fichier:	AdvocacyAdvance-Maintenance.pdf
Nom du document:	How Communities are Paying to Maintain Trails, Bike Lanes, and Sidewalks
Source:	http://www.advocacyadvance.org/docs/Maintenance.pdf
Date du résumé:	24 avril 2015
Résumé :	
<ul style="list-style-type: none"> ▪ Rapport du groupe Advocacy Advance, un organisme des États-Unis pour favoriser l'accès aux modes actifs ▪ Porte surtout sur le financement, mais quelques points sur l'entretien (hivernal et en général) ▪ Madison, WI : <ul style="list-style-type: none"> ○ Demande aux citoyens de leur faire part des problèmes d'entretien sur leur site web ○ Commence l'entretien à 4h00 en semaine pour que les voies cyclables soient prêtes pour l'heure de pointe du matin ▪ Minneapolis, MN : <ul style="list-style-type: none"> ○ Utilise un système « SeeClickFix » et le 311 pour que les citoyens puissent faire part des problèmes d'entretien ○ Dans le top 4 des 70 grandes villes en Amérique du Nord pour la proportion de cyclistes ○ La Midtwon Greenway est une voie cyclable séparée des véhicules et ouverte à l'année ▪ Columbus, OH : <ul style="list-style-type: none"> ○ Plus de 150 milles de sentiers hors route ○ Des petits chasse-neige sont utilisés pour les sentiers quand il y a plus de 2 pouces de neige ▪ Syracuse, NY : <ul style="list-style-type: none"> ○ Comme plusieurs autres municipalités, utilisent des lames montées sur camionnettes (pick-up truck plows) pour leurs voies cyclables 	

Land use planning is the bed - Land use as a part of winter maintenance of cycle routes

Nom du fichier:	1-kalle-vaismaa
Auteur	Kaella Vaismaa, Tampere University of technology, Finland
Source:	Conférence donnée dans le cadre du « winter cycling congress » à Leeuwarden en 2015 \\cima.plus\Cima-200\Transport\ Projets\M03567A\030_INTRANTS\20150421_Conférences_winter_cycling_congress\Pays_bas_2015\1-kalle-vaismaa.pdf
Date du résumé:	4 mai 2015
Résumé :	<ul style="list-style-type: none">▪ Problèmes de l'entretien hivernal<ul style="list-style-type: none">○ Non homogénéité des pistes;○ Peu d'espace pour le stockage de la neige- Rétrécissement de la piste cyclable, de la chaussée et du trottoir (peu de neige) <p>Ex de Copenhague</p>  <ul style="list-style-type: none">○ Coût important du déneigement. Le transport vers les sites centraux d'élimination de neige est de 64% plus cher que l'enlèvement d'élimination de la neige locale – installation de centres locaux (Ex : Oulu, Montréal)○ Expertise du personnel d'entretien;○ Équipement inadapté;○ Méthode inapproprié;○ Manque de ressources

Le vélo quatre saisons à Montréal – Catalogue d'idées et de bonnes pratiques pour faciliter l'usage du vélo quatre -saisons

Nom du fichier:	rapportveloquebec16nov
Auteur	VéloQuébec préparé pour la ville de Montréal
Source:	Téléchargé sur le site de Véloquébec \\cima.plus\Cima-200\Transport\ Projets\M03567A\030 INTRANTS\20150420 MF_recherche_internet\rapportveloquebec16nov.pdf
Date du résumé:	5 mai 2015
<p>Résumé :</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ Très bon document très complet dressant un bon état de l'art des pratiques scandinaves et nord-américaines ▪ Méthodologie : <ul style="list-style-type: none"> ○ Revue de documentation incluant la participation au Winter cycling congress à Oulu en Finlande en février 2013 ○ Deux groupes de discussions organisés en mars 2013 sur les habitudes, incitatifs et obstacles aux déplacements en vélo l'hiver ○ Une table ronde avec plusieurs intervenants dont MTQ, STM, PJCCI, Bixi, Parcs Canada en avril 2013 ▪ Utilisation du vélo (source : état du vélo au Québec, Véloquébec, 2011) <ul style="list-style-type: none"> ○ Entre 2005 et 2010 augmentation du nombre de cyclistes en hiver ○ Allongement de la période de vélo (au printemps et rallongement à l'automne) ▪ Identification des besoins des cyclistes : <ul style="list-style-type: none"> ○ Préférence pour les aménagements cyclables séparés ○ Plus confortable ○ Plus susceptibles d'être déneigée ○ Pas de contact avec les voitures en cas de dérapage ou de chute ○ Opinions divisées sur le sel ○ Positif: bon pour la protection de dérapage ○ Négatifs: dommages bicyclettes, mauvais pour l'environnement ▪ Identification des obstacles <ul style="list-style-type: none"> ○ Déneigement imprévisible ou tardif ○ Cohabitation avec les automobilistes (comportement dangereux des automobilistes) ○ Accumulation de neige (cohabitation dans espace réduit) ○ Chaussée glissante (risque de chute) ○ Discontinuité du réseau quatre saisons ○ Absence d'intermodalité ▪ Pratiques d'entretien <ul style="list-style-type: none"> ○ Méthodes et équipements <ul style="list-style-type: none"> ▪ Pelles à lame lisse : <ul style="list-style-type: none"> • laisse une couche de neige résiduelle • Communément utilisé à Montréal pour le déneigement des pistes cyclables ▪ Pelles à lame dentée <ul style="list-style-type: none"> • Utilisées en Scandinavie – peu connue en Amérique du Nord • Couche de neige résiduelle striée sur la chaussée (accélère la fonte des neiges si redoux) • Idéal où l'usage de fondants est interdit ou non souhaitable ▪ Balais rotatifs <ul style="list-style-type: none"> • Peu de neige résiduelle sur la chaussée même si la surface est irrégulière • Utilisable sur neige poudreuse et fines couches de neige (10-15 cm max) 	

- Moins efficace sur neige mouillée
- Méthode particulièrement efficace aux endroits avec gels –dégels fréquents et où il y a risque d’englacement (Bergström, 2002)
- Permet d’éviter ou de réduire l’usage des fondants et d’abrasifs

Tableau 3. Sommaire des méthodes de déneigement

Méthode	Contexte d’application	Avantages	Inconvénients	Exemples
Pelle à lame lisse	Enlèvement de grandes quantités de neige Praticable sur surfaces d’asphalte, de béton ou de pavés	Méthode courante à Montréal Beaucoup de fournisseurs d’équipement	Peut laisser une couche résiduelle de neige lisse et glissante Abime la surface des aménagements cyclables, les bordures et autres objets à proximité de l’aménagement	Montréal, Minneapolis, Ottawa, Vienne
Pelle à lame perforée ou dentée	Enlèvement de grandes quantités de neige Praticable sur surfaces d’asphalte, de béton, de pavés ou de criblure de pierre couverte d’une couche de neige damée Utile dans les lieux où l’usage des fondants est indésirable/interdit	Laisse une couche résiduelle de neige avec une surface texturée (meilleure adhérence) Utilisable avec les équipements existants	Inconnu en Amérique du Nord, pas de fournisseurs Pourrait abimer la chaussée des aménagements cyclables en l’absence de neige damée	Oulu et plusieurs villes scandinaves
Balais rotatifs	Enlèvement de neige après chutes de neige légères ou pour enlever la couche de neige résiduelle laissée par une pelle Praticable sur surfaces d’asphalte, de béton ou de pavés Utile sur les aménagements sur rue séparés ou en site propre	Entre en contact avec toute la surface de l’aménagement, ne laisse aucun résidu N’abime pas la surface de l’aménagement	Plus chers à exploiter Plus lents Inefficace pour des épaisseurs de neige importantes Peuvent projeter des débris vers les côtés et causer des dommages aux véhicules ou autres objets à proximité	Ottawa, Calgary, Copenhague

- Contrôle d’adhérence
 - Sel et autres fondants secs
 - Moyen efficace pour prévenir formation de plaques de glace sur des surfaces asphaltées, bétons, pavées
 - Le plus courant : Chlorure de sodium (efficace jusqu’à -10°C)
 - Mélange sel et chlorure de sodium (efficace jusqu’à -40°C)
 - Épandage : avant une chute de neige (prévention), immédiatement après déneigement (fonte de neige et glace résiduelle)
 - À utiliser en petite quantité pour éviter effet gravier pour les cyclistes
 - Saumure
 - Solution concentrée de sel à base d’eau
 - Meilleure répartition est plus uniforme et ciblée (réduit risque formation de plaques de glace);
 - Saumure à privilégier par rapport aux fondants secs pour prévenir l’englacement surtout vers la fin de l’hiver (Bergström, 2002);
 - Saumure non utilisé à Montréal et la ville ne dispose pas de l’équipement nécessaire.
 - Cette méthode devrait être praticable à Montréal car déjà utilisée à Ottawa et à Québec
 - Abrasifs
 - Matériaux chimiquement inertes (sable et pierre concassée de petit calibre)
 - Peu d’impacts sur les infrastructures, végétation et cours d’eau
 - Problème d’accumulation et doivent être balayés au printemps

- Utilisé à Montréal pour les trottoirs, voies cyclables et chaussées (avec des fondants)
- Texturation
 - Approche scandinave
 - Réalisée avec pelle à lame perforée
 - Abrasif utilisé en complément pour intersections, virages serrés et lieux à haut risque d'englacement
 - Non connu à Montréal et applicabilité limitée à cause du climat (La durée plus longue des journées et l'ensoleillement causent des cycles de gel-dégel favorisant la formation de glace de surface comparativement aux pays scandinaves)
 - Cette méthode pourrait être intéressante de fin décembre à mi-mars pour les aménagements en site propre notamment où les abrasifs sont interdits ou non souhaitables
 - Méthode pourrait être utilisée en alternance avec le balai rotatif lorsque la couche de neige damée est fondue
- Chauffage
 - Utilisé dans les villes nordiques
 - Endroit à haut risque d'englacement
 - Aménagements très achalandés (centre-ville, rue piétonnes, cyclopédestres)
 - Aménagement sur des structures en béton armé ou en acier (ponts, passerelles, tunnels)
 - Coûts de construction relativement élevés, cependant les coûts d'entretien ne sont pas beaucoup plus élevés que l'entretien par méthode conventionnelle
 - Pourrait être utilisé à Montréal pour les ponts

Tableau 4. Sommaire des méthodes de contrôle d'adhérence

Méthode	Contexte d'application	Avantages	Inconvénients	Exemples
Sel et autres fondants secs	Surfaces d'asphalte, de béton ou de pavés	Ne s'accumule pas	Impacts sur l'environnement (végétation, cours d'eau) Impacts sur les infrastructures Peut endommager les vélos Inefficace lors de températures très basses Difficile à épandre de façon uniforme, tendance à être échappé en dehors de l'aménagement	Montréal, Vienne*
Saumure	Surfaces d'asphalte, de béton ou de pavés	Ne s'accumule pas Permet un épandage plus précis et plus constant que les fondants secs Réduit la quantité totale de fondant utilisé et les impacts environnementaux associés L'eau dans la saumure « active » le sel	Impacts sur l'environnement (végétation, cours d'eau) Peut endommager les vélos Inefficace lors de températures très basses	Vienne*, Ottawa*, Québec
Pierre concassée de petit calibre	Toutes surfaces	Peu d'impacts sur l'environnement (végétation et cours d'eau) Efficace lors de températures très basses Peut être utilisé dans des lieux où les fondants sont indésirables/interdits	Accumulation excessive peut entraîner des pertes d'adhérence	Montréal
Texturation de surface	Surfaces d'asphalte, de béton, de pavé ou de criblure de pierre (lorsque couverte d'une couche de neige damée) Endroits où l'usage des fondants est indésirable/interdit	Évite des nuisances environnementales liées aux fondants	Seulement praticable en milieu d'hiver lorsqu'il y a assez de neige au sol	Oulu*
Surface chauffée	Surfaces d'asphalte, de béton ou de pavés Endroits à haut risque d'englacement Endroits lourdement achalandés Structure en béton armé ou en acier	Protection continue contre la formation de glace Évite les dommages causés aux armatures par les fondants Évite des nuisances environnementales liées aux fondants	Coût de construction élevé	Amsterdam, Oulu*

*voir Annexe 1

- Priorités et normes de service
 - Deux mouvements :

- Les villes qui entretiennent la quasi-totalité du réseau cyclable en hiver (Copenhague, Oulu)
 - Les villes qui entretiennent une partie plus ou moins importante (Vienne, Minneapolis, Calgary, Montréal)
- Identification des segments à déneiger en priorité en fonction de leur importance pour les cyclistes. Deux niveaux de priorité :
 - Premier niveau (artère) : réseau le plus achalandé (bassins de population dense, centre-ville et grands pôles d'emplois, universités, nœuds TC).
 - Deuxième niveau (axe avec achalandage moyen et voies de rabattement vers les principaux axes).
- Normes de services : critères pour le début des opérations et délais pour le déneigement et le contrôle d'adhérence doivent être complétés.
 - le déneigement et le contrôle d'adhérence doivent être complétés dans un certain délai après le début de la chute de neige
 - Exemple : Calgary**
 - Priorité 1 : complété en 24 heures après le début de la chute de neige
 - Priorité 2 : complété en 72 heures après le début de la chute de neige
 - le déneigement et le contrôle d'adhérence doivent être complétés dans un certain délai
 - Exemple : Oulu**
 - Priorité 1 : entamé après une accumulation de 3 cm de neige et complété avant 7 h le lendemain
 - Priorité 2 : entamé après avoir terminé l'entretien du réseau prioritaire et seulement après une accumulation de 5 cm de neige; contrôle d'adhérence avant 7 h le lendemain, seulement aux endroits à haut risque d'englacement
 - les aménagements cyclables seront praticables pendant une plage horaire déterminée
 - Exemple : Copenhague**
 - Priorité 1 : praticable 24 h, 7 jours/semaine (entretien continu)
 - Priorité 2 : praticable 7 h à 19 h, 7 jours/semaine (entretien matin et jour seulement)

Pour la ville, la définition et l'application rigoureuse de normes de services sont essentielles pour assurer la sécurité des cyclistes et pour limiter les poursuites à la suite d'accidents.

Du point de vue des cyclistes, une bonne communication des normes de service augmente la prévisibilité des conditions sur le réseau cyclable et peut encourager l'usage du vélo en hiver.

- Solution proposée par VéloQuébec pour l'entretien quatre saisons des pistes en site propre à Montréal
 - Problématique : ces aménagements en site propre appartiennent à plusieurs juridictions :
 - Solution 1 : concerter les opérations de déneigement des différentes juridictions
 - Solution 2 : mandater une seule agence responsable de l'entretien sur l'ensemble du réseau (ex : Vienne)
 - Problématique : déneiger sans utiliser de fondants
 - Solution 1: Utiliser des balais rotatifs au début et à la fin de l'hiver et lors des faibles chutes de neige (ex : Calgary)
 - Solution 2 : Au milieu de l'hiver (fortes accumulations de neige), déneiger avec une pelle munie d'une lame perforée ou dentée laissant une surface de neige compactée et texturée (ex : Oulu)
- Recommandations de VéloQuébec pour un réseau quatre saisons (celles pouvant être appliquées à la piste du pont Jacques Cartier)
 - 1) Tester et mettre en œuvre des matériaux et des méthodes de marquage plus durables (matériaux thermoplastiques)
 - 2) Tester et mettre en œuvre des équipements et des méthodes de nettoyage efficaces
 - 3) Définir des priorités de déneigement des voies cyclables et des normes de service, et les mettre en œuvre en concertation avec les arrondissements

- Déterminer les niveaux de priorité sur le réseau (prioritaire, secondaire et tertiaire (non déneigé))
- Déterminer les critères de déneigement applicables à chaque niveau (seuil de démarrage des opérations de dégagement et par la suite de chargement, délai pour les compléter, conditions d'utilisation de fondants ou d'abrasifs, interventions particulières entre les chutes de neige)
- Mettre en œuvre les priorités
- 4) Tester et mettre en œuvre des équipements et méthodes de déneigement plus efficaces (balais rotatifs, lames dentées,)
- 5) Mettre en place des canaux de communication efficaces
 - Mettre en place un comité d'entretien hivernal,
 - Développer une plateforme de communication (ex : Quebec 311, alerte facebook, twitter, site internet)
 - Mettre en place une campagne de communication
- 6) Mettre en place un cadre de suivi

Pedestrian Snow Removal Best Practices and Lessons Learned

Nom du fichier:	TRS1306.pdf
Source:	http://www.dot.state.mn.us/research/TRS/2013/TRS1306.pdf
Date du résumé:	29 avril 2015
Résumé :	
<ul style="list-style-type: none"> • Sondage des DOTs aux États-Unis à propos des infrastructures pour piétons et pour cyclistes • 80 employés de 21 DOTs ont reçu le sondage • 51% des répondants ont indiqué que leur état ne fait pas d'entretien hivernal des infrastructures pour piétons et cyclistes (aucune indication combien d'États sont représentés) • 7 États ont rempli le sondage au complet : Connecticut, Illinois, New Jersey, Pennsylvania, Delaware, Wisconsin et un État non identifié • Des 7 États : <ul style="list-style-type: none"> ○ Aucun État ne fait d'application préventive/proactive ○ Accumulation maximale de neige varie : 0.5 po (2 États), 1 po (1 État), 2 po (1 État), « quand les employés pensent que ça cause une entrave ou quand le public le demande » (Illinois), aucun minimum (NJ), voies cyclables sur route déneigées en même temps que la route, voies cyclables hors routes non déneigées (Wis) ○ Entretien considéré acceptable : chaussée dégagée (5), 0.5 po ou moins de neige ou glace (1), plus d'un pouce de neige (1) ○ Aucun état n'utilise de sable, 3 utilisent du sel, 1 utilise un autre produit chimique (« chemical »), aucun n'utilise de dégivrant (« de-icer ») et 4 ont répondu que la question n'était pas applicable (présumément n'utilisent aucun matériel) ○ Entretien doit être fait dans un délai après la chute de neige de : 4-12 heures (1), 12-24 heures (1), 24-48 heures (1), aucun délai à respecter (4) ○ Équipement utilisé : souffleuse (5), 4-roues/tracteur avec lame (2), 4-roues/tracteur avec balai à neige (3), pelles (3), autres : camionnette avec lame et applicateur (« spreader ») (1), « ice choppers » (1) ○ 	

Preventing slippery conditions on cycle paths (Prévention des conditions glissantes sur les pistes cyclables)

Nom du fichier:	3-mark-alblas
Auteur	Mark Alblas (Meteogroup)
Source:	Conférence donnée dans le cadre du « winter cycling congress » à Leeuwarden en 2015
Date du résumé:	4 mai 2015

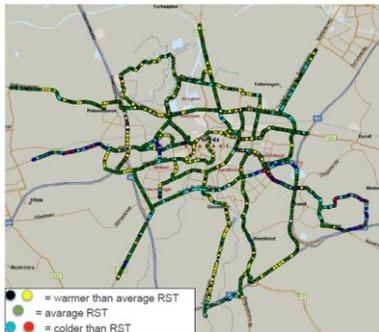
Résumé :

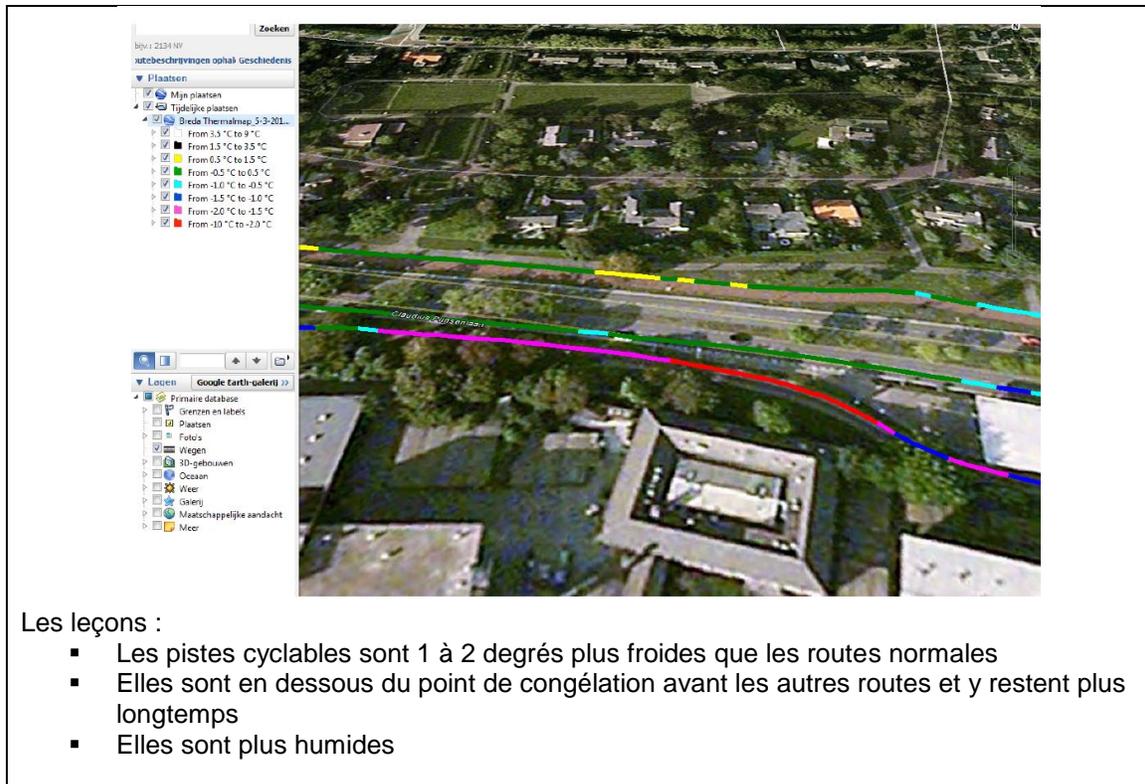
- Mise en place d'un service de prévisions météo avec un entretien hivernal en fonction de celles-ci
- Prévisions météo :
 - stations météorologiques de mesure
 - ballon météo
 - images Satellite
 - Radar
 - Plusieurs modèles météorologiques
 - Salle de contrôle



Station	Temp	Humid	Wind	WindDir	WindGust	Pressure	Cloud	Visibility	Precip	Rain	Snow
Amsterdam	12	75	15	SW	25	1013	5	10	0.0	0.0	0.0
Bruxelles	10	70	12	SW	20	1012	10	10	0.0	0.0	0.0
Paris	11	72	14	SW	22	1013	8	10	0.0	0.0	0.0
London	9	68	10	SW	18	1014	12	10	0.0	0.0	0.0

- Identification d'une cartographie thermique avec mesure de la différence de températures pour les différentes routes ce qui permet d'adapter le sablage (itinéraire et quantité).



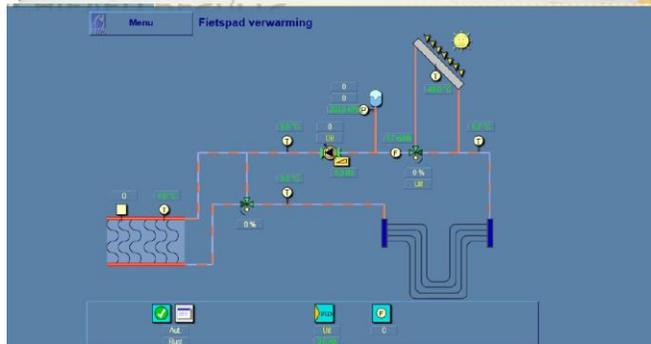


Les leçons :

- Les pistes cyclables sont 1 à 2 degrés plus froides que les routes normales
- Elles sont en dessous du point de congélation avant les autres routes et y restent plus longtemps
- Elles sont plus humides

The heated cycle path (la piste cyclable chauffée)

Nom du fichier:	2-remco-van-ahee
Auteur	Remco van Ahee (compagnie Easypath)
Source:	Conférence donnée dans le cadre du « winter cycling congress » à Leeuwarden en 2015 \\cima.plus\Cima-200\Transport\ Projets\M03567A\030 INTRANTS\20150421 Conférences winter cycling congress\Pays bas 2015\2-remco-van-ahee.pdf
Date du résumé:	4 mai 2015
Résumé :	<p>Les inconvénients du dégivrage classiques sont :</p> <ul style="list-style-type: none">▪ Influence la construction des pistes cyclables qui ne peuvent donc pas supporter des véhicules lourds;▪ Gaspillage d'énergie et de sel▪ Dégradation de l'environnement (sel dans le sol);▪ Les pistes cyclables sont souvent dégivrées après les routes. <p>Installation d'une piste cyclable chauffante</p> <ul style="list-style-type: none">▪ Principe : utilisation du stockage d'énergie thermique. En été le soleil chauffe le béton et est stocké dans le sol à une profondeur d'environ 150 mètres. En hiver, la chaleur est pompée ce qui fait fondre la neige et la glace de surface. Pas d'entretien requis. La pompe est alimentée par panneau solaire.▪ Coût initial d'installation d'une piste cyclable de béton Easypath est environ deux fois le coût d'un chemin d'asphalte traditionnel. Cependant, Easypath béton est conçu pour durer 80 années (3 fois plus longtemps que l'asphalte traditionnel – investissement amorti en 20 à 30 ans). Pompe = durée de vie de 25 ans environ▪ Économie des coûts d'entretien de 60 à 80% aux chemins d'asphalte traditionnels.▪ Technique utilisé aux Pays-Bas au niveau des microclimats où la glace a tendance à se former (tunnels, passages souterrains et ponts) mais également dans les zones à fort trafic piétons/ cyclistes.



Towards four season cycling in Montreal – Policy, design and maintenance considerations for a year-round bicycle network

Nom du fichier:	WCCWPG-Presentation-Komorowski
Auteur :	Bartek Komorowski – Vélo québec
Source:	Vélo-Québec – conférence donnée dans le cadre du « winter cycling congress » à Winnipeg en 2014 \cima.plus\Cima-200\Transport\ Projets\M03567A\030 INTRANTS\20150421 Conférences winter cycling congress\Winnipeg 2014\WCCWPG-Presentation-Komorowski.pdf
Date du résumé:	27 avril 2015
Résumé :	<p>1. Montréal</p> <ul style="list-style-type: none">▪ 700 km de liens cyclables ouvert du 1er avril au 15 novembre versus 60 km de liens entretenus durant la période hivernale▪ Plan de transport 2008 – introduction du réseau blanc (65 km du réseau cyclable déneigé)▪ Enquête auprès des cyclistes – les préférences des cyclistes montréalais pour le vélo en hiver :<ul style="list-style-type: none">○ Préférence pour les aménagements cyclables séparés :<ul style="list-style-type: none">▪ Plus confortable;▪ Plus susceptibles d’être déneigés;▪ Pas de contact avec les voitures en cas de dérapage ou de chute;○ Opinion divisées concernant l’utilisation du sel :<ul style="list-style-type: none">▪ Pour : bon pour la protection contre les dérapages;▪ Contre : mauvais pour l’environnement et pour les vélos.▪ Différentes pratiques à Montréal<ul style="list-style-type: none">○ Chaussée désignée (voies partagées avec les véhicules) :<ul style="list-style-type: none">▪ Maintenu de facto;▪ Faible priorité;▪ Largeur utile réduite avec accumulation de neige sur les côtés;▪ Cohabitation avec les véhicules pas toujours évidente.○ Bande cyclable sur rue :<ul style="list-style-type: none">▪ Maintenu de facto (déneigement en même temps que la chaussée);▪ La priorité dépend de la route;▪ Problème d’effacement du marquage sur la chaussée;▪ Accumulation possible de neige et de glace dans la bande cyclable.○ Pistes cyclables saisonnières :<ul style="list-style-type: none">▪ Opération du 1er avril au 15 novembre;▪ Source de confusion pour les cyclistes et les automobilistes au début et à la fin de la saison;▪ Création de discontinuité dans le réseau car non déneigé en hiver.○ Pistes cyclables permanentes :<ul style="list-style-type: none">▪ Ouverte à l’année;▪ Haute priorité d’entretien en hiver;▪ Problème de la neige souillée (via les rues transversales et les propriétés privées);▪ Complexité des opérations de déneigement.○ Piste cyclable hors rue :<ul style="list-style-type: none">▪ Actuellement non maintenu en hiver;▪ Utilisable en l’absence de neige et de glace

- Problème – pas de contrôle de dérapage – elle peut être dangereuse à utiliser;
- Utilisation de fondants limitée;
- Sous diverses juridictions.
- Les problèmes d'entretien identifiés sont :
 - Le stockage de la neige;
 - L'effacement du marquage sur la chaussée;
 - L'accumulation de sable et d'autres débris;
- Problème de gestion et manque d'une structure commune (déneigement diffère en fonction des arrondissements);
- Pas de soutien financier spécifique pour accomplir le déneigement des liens cyclables.

2. Les bons exemples pris ailleurs

- Techniques d'entretien
 - Balayeuse à neige (balais rotatifs) :
 - Moins de résidus que la charrue traditionnelle;
 - Adaptabilité à Montréal : oui, uniquement après les chutes de neiges modérées
 - Exemples : Copenhague, Calgary.
 - Charrue de trottoirs (à utiliser dans les pistes cyclables)
 - Pour les pistes cyclables unidirectionnelles
 - Adaptabilité à Montréal : oui
 - Exemples : Ottawa, Vienne, Toronto
 - Charrue avec des lames perforées :
 - Neige tassée avec surface striée;
 - Utilisation combinée avec des abrasifs (pas de sel);
 - Adaptabilité à Montréal : nécessite des tests.



- Équipement dédié à l'épandage de saumure :
 - Permet une meilleure adhérence (en lien avec surface de neige striée);
 - Permet l'utilisation de moins de sel;
 - Adaptabilité à Montréal : oui avec des températures douces.



- Politique et planification
 - Priorisation des liens cyclables (Calgary, Oulu)
 - Communication – fournir des informations claires sur la politique d'entretien hivernal (Calgary)

3. Les recommandations de VéloQuébec

- Améliorer l'entretien des bandes cyclables (réduire le temps de stockage de la neige sur les liens cyclables);
- Tester de nouvelles pratiques (balayeuse ou charrue à lames perforées + saumure);
- Améliorer l'entretien en début et fin de saison;
- Tester des nouveaux matériaux de marquages;

Winter Bike Lane Maintenance : A Review of National and International Best Practices

Nom du fichier:	winter-bike-riding-white-paper-alta.pdf
Source:	http://www.altaplanning.com/wp-content/uploads/winter-bike-riding-white-paper-alta.pdf
Date du résumé:	24 avril 2015
Résumé :	
<ul style="list-style-type: none"> ▪ Porte sur les É-U et l'international ▪ Chasse-neige : <ul style="list-style-type: none"> ○ Utilisation de chasse-neige spéciaux pour les endroits trop étroits pour les chasse-neige réguliers ○ Utilisation de lames de chasse-neige sur des véhicules tout terrain (surtout pour les trottoirs) ○ Utilisation de lames de chasse-neige montées sur des camionnettes ○ Utilisation de chasse-neige Bombardier et de lames sur VTT pour les voies trop étroites pour les camionnettes ○ Beaucoup de villes donnent le déneigement à contrat et ne le font pas eux-mêmes ○ « Milling the area of pavement three millimeters deep where thermoplastic pavement markings are applied has shown to be effective in reducing damage as a result of snowplows in a 2010 study » étude disponible ici : http://www.easts.info/publications/journal_proceedings/journal2010/100292.pdf ○ Pour les voies cyclables qui sont déneigées régulièrement, ce processus peut être moins cher à long terme ○ Des villes comme Chicago, New York et Salt Lake City ont des voies cyclables protégées, donc qui ne peuvent pas être déneigées avec des chasse-neige traditionnels ○ 3 types de chasse-neige : <ul style="list-style-type: none"> ▪ Chasse-neige traditionnels sur camions (voies cyclables sur routes) ▪ Chasse-neige sur camionnette, peuvent aussi avoir de l'équipement de dégivrage ▪ Petits chasse-neige (tracteurs, bombardier, VTT, chargeur à direction à glissement (skid steer) auxquels une lame peut être ajoutée). Ce type peut être équipé de lames pour pousser la neige, de balais à neige et de souffleuse, ainsi que d'équipement de dégivrage ▪ Dégivrage : <ul style="list-style-type: none"> ○ Réactif ou proactif ○ Doit considérer les avantages et inconvénients d'utiliser du sel ou du sable sur les voies cyclables ○ Minneapolis n'utilise pas de sel et sable à grande échelle sur leur voies cyclables mais font du « spot salting and sanding » après une période de dégel et regel pour traiter les endroits glissants ▪ Méthodes innovantes et expérimentales : <ul style="list-style-type: none"> ○ Utilisées dans quelques pays européens. Plus efficaces mais plus coûteuses ○ Voies cyclables chauffantes : 	

- Amsterdam : utilise une technologie géothermique pour stocker la chaleur en été et l'utiliser en hiver. Coût d'environ 90 000\$ par mille ou 40 000 euros/km (<http://www.ecf.com/news/dutch-to-heat-cycle-lanes-ecf-newswatch/>)
- Umea, Suède : utilise des voies chauffantes où il serait difficile de déneiger. Coût d'environ 300 SEK par m² ou ~42\$/m² (détails document marie_frosvinge_umea_winter_cycling_conference.pdf p.42)
- Sable mouillé chaud (warm wetted sand) :
 - Équipement comprend un réservoir d'eau, un chauffe-eau et un réservoir de sable. Le sable et l'eau chaude sont mélangés lors de l'application par une épandeur à l'arrière du véhicule
 - Résultats initiaux d'une étude à Umea, en Suède, montrent une meilleure traction et une réduction de la glace
 - Avantages comparé au sel : non corrosif pour les vélos, meilleur pour l'environnement
 - Avantages comparé au sable sec : meilleure traction sur la glace, beaucoup moins de sable sur les vélos et cyclistes
 - Détails : (incluant le fait que cette méthode semble appropriée sur la glace) document oulu_2013_warm_wetted_sand_aniska.pdf

Winter cycling above the Arctic Circle

Nom du fichier:	Christensen-Bike-North-of-Arctic-circle
Auteur	Christensen- Nowegian public roads administration
Source:	Conférence donnée dans le cadre du « winter cycling congress » à Leeuwarden en 2015 \\cima.plus\Cima-200\Transport\ Projets\M03567A\030 INTRANTS\20150421 Conférences winter cycling congress\Pays bas 2015\Christensen-Bike-North-of-Arctic-circle.pptx
Date du résumé:	4 mai 2015
Résumé :	
Contexte	
<ul style="list-style-type: none"> ▪ Exemple dans le nord de la Norvège (Villes de Alta, Tromso, Bodo) ▪ Présence de la nuit polaire ▪ Impact du Golf Stream sur le climat mais également vent polaire (température basse) 	
Politique de déneigement du réseau cyclable avant révision de celle-ci;	
<ul style="list-style-type: none"> ▪ Entretien quotidien entre 6h00 et 22h00 dès 3 cm de neige fraîche (max 8 cm de neige); ▪ Retrait du sable dès la fin de l'hiver (et avant le 17 mai); ▪ La route doit être déneigée avant 6h00; ▪ Politique identique à la chaussée. 	
Politique de déneigement après la révision	
<ul style="list-style-type: none"> ▪ Entretien quotidien entre 6h00 et 23h00 dès 1 cm de neige fraîche (nettoyage toutes les 2-3 heures quand il neige); ▪ Retrait du sable dès la fin de l'hiver (dans un délai de 2 semaines max); ▪ La route doit être déneigée avant 6h00; ▪ Politique identique à la chaussée pour les bandes cyclables. Meilleur nettoyage des pistes cyclables 	

Annexe D Étude de cas – Exemples de villes

Annexe D

Étude de cas – exemple des villes scandinaves et nord-américaines

Table des matières

Calgary.....	2
Edmonton.....	4
Hamilton.....	5
Madison.....	9
Minneapolis, Minnesota.....	10
New York.....	10
Ottawa.....	11
Oulu (Finlande).....	12
Syracuse, NY.....	13
Toronto.....	14
Québec (pont de Québec).....	15

Ville:	Calgary
Sources:	<p>Calgary centre city cycle track network – winter maintenance strategies and recommendations</p> <p>\cima.plus\Cima-200\Transport\ Projets\M03567A\030_INTRANTS\20150421_Conférences winter cycling congress\Pays bas 2015\2-anders-swanson.pdf</p> <p>http://www.calgary.ca/CSPS/Parks/Pages/Pathways/Snow-clearing.aspx</p> <p>http://www.calgary.ca/CSPS/Parks/Pages/Pathways/snow-clearing-priority.aspx</p>
Date du résumé:	24 avril 2015
<p>Résumé :</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ 800 km de sentiers, 350 km sont déneigés <p>1. Niveau de service</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ Hiérarchisation du réseau cyclable en fonction des priorités de déneigement; ▪ Le réseau primaire (à destination du centre-ville) est prioritaire : <ul style="list-style-type: none"> ○ Opération de déneigement dès 3 cm d'accumulation de neige; ○ Déneigement dans un délai max de 4 heures; ○ Déneigement réalisé afin que les conditions de circulation sur les liens cyclables soient maximisées du lundi au vendredi de 7h00 à 19h00 (attention particulière pour un déneigement optimal des heures de pointes 7h00 à 8h00 et de 16h00 à 17h00). ▪ Priorisation du déneigement <ul style="list-style-type: none"> ○ Priorité 1: terminé dans les 24 heures suivant le début des chutes de neige; ○ Priorité 2: terminé dans les 72 heures suivant le début des chutes de neige. <p>2. Conception des pistes cyclables</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ La piste ne doit pas comporter d'obstacles verticaux permanents dans la mesure du possible sauf si elle dispose d'une largeur de stockage de la neige suffisante; ▪ Faire attention aux problèmes de drainage printanier (à prévoir dans la conception); ▪ Mise en place de chauffage souterrain pour éviter les visites de maintenance répétées au niveau des sections en pente (ponts, viaducs); ▪ Le coût de l'entretien hivernal est inclus dans le cycle de vie du projet. <p>3. Techniques d'entretien</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ Minimiser l'enlèvement de la neige (snow removal) (à l'opposition du déneigement snow clearing) autant que possible pour réduire les coûts de maintenance; ▪ Maximiser l'utilisation de la souffleuse à neige et des camions travaillant en tandem lorsque l'enlèvement de la neige est nécessaire; ▪ Application d'un liquide antigivrage avec une teneur en sel minimum plutôt que le dégivrage; ▪ Retirer le sable / gravier sur la surface de la piste cyclable dès que possible au printemps. ▪ La ville ne déneige en général pas les sentiers ayant de forte dénivellations, en raison de la sécurité des utilisateurs et des employés en charge du déneigement – possibilité de glace et surfaces extrêmement glissantes lors de périodes de gel/dégel. <p>4. Organisation opérationnelle</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ Priorité les trottoirs, puis les liens cyclables puis les routes; ▪ Révision des règlements municipaux pour interdire le déversement de la neige du trottoir sur le lien cyclable; ▪ Réalisation d'un plan d'identification des zones perpétuellement problématiques (base de données). 	



5. Contrôle et évaluation

- Réalisation d'enquête auprès des cyclistes pour connaître leur satisfaction;
- Surveillance des commentaires émis via le système 311 par les utilisateurs (à la fois les positifs et les négatifs);
- Mise en place de compteurs permanents des cyclistes
- Projet pilote utilisation de matériel spécialisé (Portable Friction Tester ou PFT) qui permet de mesurer le coefficient de frottement dynamique de revêtement de sol (adhérence à la surface de la piste).

6. Communication

- Gestion des plaintes via le système 311 et application mobile pour orienter les priorités d'entretien et les changements de procédure;
- Cartographie de l'entretien hivernal en temps réel basé sur le GPS (à l'étude);
- Inclure les informations actualisées sur le déneigement sur le site internet de la Ville.



Ville:	Edmonton
Sources:	<p>From policy to implementation : on-street bike facility winter maintenance pilot project Transforming Edmonton \cima.plus\Cima-200\Transport\ Projets\M03567A\030 INTRANTS\20150421 Conférences winter cycling congress\Winnipeg 2014\On-street-Bicycle-Facility-Snow-Clearing-Pilot City-of-Edmonton Maida-Zederayko 2014-02-14-WCC.ppt http://www.edmonton.ca/transportation/cycling_wa king/winter-cycling.aspx</p>
Date du résumé:	1 ^{er} mai 2015
<p>Résumé :</p> <p>Contexte :</p> <ul style="list-style-type: none"> • Température moyenne Janvier Temp: -10 ° C; • Chutes de neige moyenne annuelle: 125 cm (première chute fin octobre/ début novembre); • Les hivers sont généralement ensoleillés. • Le Conseil municipal a déployé beaucoup d'efforts pour reconnaître Edmonton en tant que Ville d'hiver - l'objectif est d'habiter la ville toute l'année, y compris les mois d'hiver. • Politique approuvée par le Conseil municipal en 2011 • Trois objectifs (Stratégie WinterCity) : <ul style="list-style-type: none"> ○ Fournir des options de transport sûrs pour les 4 saisons; ○ Améliorer la sécurité et le confort; ○ Améliorer le transport pour les piétons, cyclistes et usagers TC. ▪ Développement d'un projet pilote (déneigement dans les 48h et salage) <p>Priorité de déneigement – liens cyclables</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ Priorité 1 (déneigement dans les 36 heures après la fin des chutes de neige) : Les autoroutes, les artères, les quartiers d'affaires et des voies réservées pour les autobus; ▪ Priorité 2 (déneigement dans les 48 heures après la fin des chutes de neige) : Collectrice et rues avec des services d'autobus; ▪ Priorité 3 (déneigement dans les 5 jours après la fin des chutes de neige) : Routes industrielles locales ▪ Priorité 4 (à lame pour niveler le manteau neigeux; commencer dans les 48 heures après les chutes de neige et complète en 5 jours) ▪ Les rues résidentielles, les ruelles, les sentiers partagés et trottoirs partagés doivent être déneigé dans les 48 heures après la fin des chutes de neige. 	

Ville:	Hamilton
Sources:	http://www.hamilton.ca/NR/rdoonlyres/1FB374FF-010F-496B-833B-0B21B7C927EE/0/Jun20EDRMS_n180033_v1_8_1_PW10096a.p df http://www.hamilton.ca/NewsandPublications/NewsReleases/2014N ews/Cannon+St+Winter+Control.htm Conversation avec Daryl Bender de la ville de Hamilton
Date du résumé:	24 & 28 avril 2015
Résumé : <ul style="list-style-type: none"> • Hamilton a fait un projet pilote en 2011-2012 avec entretien de certaines voies cyclables. • Pour l'hiver 2014/2015, la voie cyclable séparée sur Cannon sera déneigée comme suit : <ul style="list-style-type: none"> ○ Les bacs à fleurs seront remplacés par des « bollards » pour éviter que les bacs soient renversés dans les voies cyclables ○ Des chasse-neige seront utilisés sur la rue et sur la voie cyclable ○ Puis lorsque nécessaire une souffleuse sera utilisée sur la voie cyclable ○ L'entretien se fera durant la nuit <p>Résumé de conversation avec Daryl Bender, Ville de Hamilton :</p> <ul style="list-style-type: none"> • Voie cyclable séparée (« cycle track ») sur Cannon : <ul style="list-style-type: none"> ○ Dépendamment des sections, séparation des voies de circulation automobile à l'aide de : <ul style="list-style-type: none"> ▪ Bordure en caoutchouc (« rubber curb ») ▪ Bollards (« knock-down sticks ») ▪ Bacs à fleurs – sont enlevés pendant l'hiver pour faciliter le déneigement et sont remplacés par des bollards • Voie cyclable sur King St <ul style="list-style-type: none"> ○ Voie cyclable à 2 directions séparée de la circulation par des bollards ○ King St est à sens unique ○ Utilisation de chasse-neige dans la voie cyclable ○ La neige est poussée vers la rue, de façon à créer une barrière additionnelle entre les voies cyclables et la circulation. Cause une largeur réduite pour les vélos, mais tout de même praticable et 2 vélos peuvent se rencontrer • Voie cyclable 2 directions séparée de la circulation sur un viaduc au-dessus de la 403 sur Main St : <ul style="list-style-type: none"> ○ Séparation par des Jersey en béton • Ils ont fait un projet pilote pendant 1 hiver et en sont à déterminer quels sont les standards acceptables • L'entretien est harmonisé avec les voies de la route adjacente <ul style="list-style-type: none"> ○ Le même type d'entretien s'applique ○ Organisé pour que la neige des voies de circulation ne se retrouve pas dans les voies cyclables • Les coûts plus élevés sont pour enlever la neige lors de chutes importantes que pour gratter/pousser la neige ou appliquer des matériels dégivrants • Une considération est d'avoir un budget maximal pour l'entretien hivernal et s'il est atteint de fermer les voies cyclables pour le reste de l'hiver • Hamilton voulait garder les voies ouvertes tout l'hiver et ne pas avoir de fermetures temporaires • Climat de Hamilton est plus en gel/dégel et ils ont quelques chutes de neige importantes • Hamilton étaient prêts à enlever la neige, mais Darryl ne sait pas s'ils ont dû le faire l'hiver dernier. Équipement « snow blower with augers » • Hamilton a une politique d'avoir les rues sur l'asphalte en hiver, incluant les pistes cyclables (et non sur une couche de neige compactée) • Semblent avoir comme philosophie de traiter les voies cyclables de façon aussi importante que 	

- les voies de circulation
- Utilisation d'un mélange de sel et de sable
 - Doit trouver un équilibre avec la bonne quantité de sable (« grit ») pour assurer l'adhérence sur une surface glissante, mais ne pas rendre la surface glissante à cause du sable
 - Utilisation d'un balai de rue nécessaire pendant l'hiver pour enlever du sable afin de garder l'équilibre favorisant la meilleure adhérence
 - Hamilton n'a pas de plan de communication en place pour communiquer l'état des voies cyclables aux résidents ou utilisateurs
 - Attention au drainage lors du dégel – l'eau ne devrait pas s'écouler vers la voie cyclable
 - Déneigement devrait être fait pour les 2 voies de la piste cyclable. Au minimum 1,5 voie devrait être déneigée pour permettre aux vélos de se rencontrer sans que les cyclistes aient à descendre de leur vélo. 1 voie déneigée peut arriver mais est moins qu'idéal puisque les cyclistes se rencontrant devront descendre de leur vélo.
 - Budget pour la voie cyclable séparée sur Cannon Street :
 - Voie de 3 km de long
 - 200 000\$ pour l'année
 - La majorité de ce montant est pour l'entretien hivernal
 - 180 000\$ pour la neige (« windrow removal »), planifiaient de 5 à 6 chutes de neige
 - 3 000\$ pour le balayage
 - Réparations/remplacement des délinéateurs endommagés
 - Environ 180 000\$ pour l'entretien hivernal de 3 km de voies cyclables séparées
 - Voir aussi photos envoyées – photos et descriptions à la fin de ce document
 - Les coordonnées de Daryl sont les suivantes :
 - Daryl Bender B.E.S.
 - Project Manager, Alternative Transportation
 - Public Works, City of Hamilton
 - 905-546-2424 x 2066
 - www.hamilton.ca/Cycling
 - Daryl.Bender@hamilton.ca

Photos envoyées par Hamilton :

Ville :	Hamilton
Source :	Envoyées par Daryl Bender le 28 avril 2015
Photo	Description
	Voies cyclables sur Cannon et souffleuse, montre qu'il faut enlever les bacs à fleurs pendant l'hiver



Montre l'état des voies cyclables une ou deux journées après une importante chute de neige en février. Voie cyclable sur Cannon St



Voie cyclable sur King St.

2^e et 3^e photos montrent la voie cyclable qui traverse un arrêt d'autobus. L'arrêt d'autobus et la voie cyclable ne sont pas déneigées par les mêmes entités et le déneigement doit donc être coordonné.



Voie cyclable sur King St, traverse une bretelle d'entrée sur l'autoroute



Voie cyclable sur King, on peut voir que la neige a été poussée vers la rue et que la largeur de la voie cyclable était réduite mais que plus d'une voie était ouverte.



Seulement 1 voie de déneigée. On peut voir que l'eau draine en s'éloignant de la voie cyclable. A envoyé la photo pour générer des discussions sur le drainage et le fait qu'une seule voie déneigée ne permet pas aux cyclistes de se rencontrer

Ville:	Madison
Source:	City of Madison - Public Works Bikeway Maintenance Making bicycling a viable mode of transportation (5 pages) \\cima.plus\cima\Cima-200\Transport\ Projets\M03567A\030 INTRANTS\20150421 Conférences winter cycling congress\Winnipeg 2014\440e3df-1b4d-49fa-bbfc-5e94495a7e63.pdf
Date du résumé:	24 avril 2015
Résumé :	<ul style="list-style-type: none"> ▪ La ville de Madison compte plus de 200 km de liens cyclables; ▪ Plusieurs instances publiques participent au déneigement des liens cyclables ▪ La ville dispose d'un inventaire SIG de l'entretien des liens cyclables (mis régulièrement à jour). Le type d'entretien est basé sur l'âge de la chaussée et la qualité de celle-ci. Classement de 1 à 10 ▪ Plusieurs catégories de liens cyclables- l'entretien diffère fonction le type : <ul style="list-style-type: none"> ○ Voie artérielle cyclable (arterial bikeways); ○ Bande cyclable sur rue; ○ Autres liens cyclables; ○ Stationnement <p>1. Voie artérielle cyclable</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ Axe prioritaire; ▪ Déneigement avant 7h00 du lundi au vendredi (sauf jours fériés) pour faciliter les utilisateurs se rendant au travail et à l'école; ▪ Opération de déneigement sur ces axes commencent au plus tard à 4h00 du lundi au vendredi et 7h00 en fin de semaine ▪ Déneigement également au cours de la journée pour faciliter la circulation aux heures de pointe du matin et de l'après-midi. ▪ Déneigement prévue la veille en fonction des conditions et des prévisions météo; ▪ Sel et sable utilisés avec parcimonie et seulement si nécessaire pour faire fondre la neige; <p>2. Bande cyclable sur rue</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ Déneigement de la bande cyclable en même temps que le reste de la chaussée (enlèvement de la neige); ▪ Opération comprenant le salage, le sablage, et ramassage de la neige; ▪ Madison pratique une politique de « salage sensible ». Les sels et chlorure de sodium liquide sont appliqués uniquement aux itinéraires prédéterminés (rues avec lignes de bus, rues principales, rues de raccordement, rues desservant les écoles). Pas de salage sur les autres axes. ▪ Déneigement lorsque accumulation de 3 pouces et plus ▪ Généralement 5 ramassages par hiver (la ville fait appel à des entrepreneurs privés pour combler ses équipes)- généralement l'opération est achevée dans un délai de 10 à 12h00. <p>3. Autres voies cyclables</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ Toutes les autres pistes cyclables sont incorporées dans les itinéraires de déneigement de la Ville pour les trottoirs; ▪ Ces zones doivent être déneigés et utilisables au plus tard à 16h30 le lendemain de l'intempérie (glace ou neige)- incluant les fins de semaines et jours fériés.

Ville:	Minneapolis, Minnesota
Sources:	http://www.minneapolismn.gov/www/groups/public/@publicworks/documents/webcontent/convert_261656.pdf Document sauvegardé sous : convert_261656.pdf Voir aussi le Midtown Greenway : http://www.minneapolismn.gov/bicycles/midtown-greenway
Date du résumé:	29 avril 2015
Résumé :	<ul style="list-style-type: none"> • Région reçoit en moyenne 55 po de neige par hiver • Utilisation de chasse-neige relativement rapidement après une chute de neige, les artères (« arterial trails ») sont souvent déneigées avant plusieurs rues • Utilisation de sable et de sel selon les besoins • Voies hors-routes : <ul style="list-style-type: none"> ○ Les voies sont entretenues de façon à être raisonnablement libre de neige et de glace ○ Utilisation de chasse-neige avant la fin de la journée ouvrable suivant la chute de neige • Voies sur rues : <ul style="list-style-type: none"> ○ Même niveau de service que la rue adjacente • Chasse-neige : <ul style="list-style-type: none"> ○ Petits camions et camionnettes avec lames • Les voies cyclables sont balayées lorsque la température le permet et lorsque la demande est faite • Comprend une voie cyclable hors route importante : le Midtown Greeway : <ul style="list-style-type: none"> ○ Ouverte à l'année, 24 heures par jour, 7 jours par semaine ○ 5.66 milles ○ Plus de 1 000 cyclistes par jour en moyenne, volume plus grand durant l'été, mais quand même utilisée l'hiver

Ville:	New York
Sources:	http://www.fhwa.dot.gov/publications/publicroads/05may/06.cfm
Date du résumé:	30 avril 2015
Résumé :	<ul style="list-style-type: none"> • Information pour les routes en général, non spécifié s'ils utilisent les mêmes techniques sur les voies cyclables : <ul style="list-style-type: none"> ○ Pour les 4 ponts enjambant la « East River », NYCDOT essaie de trouver des matériaux dégivrants très peu corrosifs et meilleurs pour l'environnement, puisque le sel cause beaucoup de dommage aux structures en acier des ponts ○ NYCDOT utilise présentement de l'acétate de potassium sur les 4 ponts ○ L'acétate de potassium agit différemment du sel : il prévient la formation d'un lien entre la glace et la chaussée donc ils le vaporisent et ensuite grattent la chaussée pour enlever la « slush » ○ Ils utilisent aussi du sable, et appliquent possiblement le sable et l'acétate de potassium ensemble

Ville:	Ottawa
Sources:	http://cusjc.ca/wintertimes/winter-cycling-route-expansion-expected-in-2015/ http://www.bikeottawa.ca/index.php/22-winter-cycling/103-winter-maintenance http://ottawa.ca/fr/hotel-de-ville/consultations-publiques/transport/foire-aux-questions
Date du résumé:	24 avril 2015
Résumé : <ul style="list-style-type: none"> • Agrandissement du réseau cyclable déneigé de 21 km à 40 km doit coûter 200 000\$-250 000\$ par année en entretien. (~10 500-13 160\$/km) • Entretien des voies cyclables au même niveau que les routes adjacentes : <ul style="list-style-type: none"> ○ Après le début de l'intempérie : <ul style="list-style-type: none"> ▪ 2.5 cm/4 heures : entretien des voies cyclables au centre-ville ▪ 5 cm/12 heures : entretien des voies cyclables • Projet pilote de voie cyclable séparée sur Laurier : <ul style="list-style-type: none"> ○ Voie déneigée et ouverte l'hiver ○ Voie fermée quand les conditions sont trop dangereuses, comme lors de tempêtes et lorsqu'il y a de la glace noire ○ Déneigement de la chaussée selon les mêmes normes que pour la rue ○ Équipement utilisé pour le dégagement : <ul style="list-style-type: none"> ▪ Brosse à balayage mécanique ▪ Déneigeuses ▪ Souffleuses ○ Après le dégagement de la neige, vaporisation d'un liquide de déglçage ○ Utilisation de sel et gravillons réduite au minimum ○ Possibilité d'appeler au 311 ou utilisation des médias locaux pour savoir si les voies sont ouvertes ou fermées 	

Ville:	Oulu (Finlande)
Sources:	Winter maintenance in Oulu – the winter cycling capital of the world \cima.plus\Cima-200\Transport\ Projets\M03567A\030 INTRANTS\20150421 Conférences winter cycling congress\Finlande 2013\3-pekka-tahkola.pdf
Date du résumé:	29 avril 2015
Résumé :	
Contexte :	
<ul style="list-style-type: none"> ▪ Oulu s'est déclarée comme étant la capitale mondiale du vélo d'hiver; ▪ 845 km de routes – 98 % maintenus durant l'hiver; ▪ Les pistes cyclables hors rues sont séparées de la chaussée par une bande verte qui permet de stocker l'accumulation de neige durant l'hiver; ▪ Tous les liens cyclables disposent d'éclairage adapté. 	
La ville d'Oulu a des dispositifs préalables à l'entretien hivernal :	
<ul style="list-style-type: none"> ▪ La piste cyclable doit avoir un maximum de 3 mètres dégagés (ce qui permet d'avoir un espace pour mettre l'accumulation de neige); ▪ Espace sans végétation, arbres et panneaux de signalisation; ▪ La ville est responsable des pistes cyclables; ▪ Le drainage a lieu par les égouts (pas de fossé ouvert). 	
Friction / asphalte	
<ul style="list-style-type: none"> ▪ Traitement en sable naturel tamisé 0-6 mm; ▪ Solution de chlorure de calcium (anti-givrage) seulement sur l'asphalte et non sur les zones enneigées 	
Friction / neige	
<ul style="list-style-type: none"> ▪ Gravier naturel 2-6 mm lavé et tamisé ▪ Le matériel doit être accepté par la ville ▪ Le matériel ne doit pas perforer les pneus ▪ Le sel n'est pas autorisé 	
Classification	
<ul style="list-style-type: none"> ▪ Route de première classe (priorité 1) : <ul style="list-style-type: none"> ○ Déneigement dans les 4h qui suivent la chute de neige (3 cm)- entre 7h00 et 16h00; ○ 2 cm chutes de neige, le lendemain matin. ▪ Route de seconde classe (priorité 2) : <ul style="list-style-type: none"> ○ Entretenu après les routes de priorité 1; ○ 5 cm de chute de neige dans les 6 heures. ▪ Déneigement <ul style="list-style-type: none"> ○ Une fine couche de neige est maintenue; ○ La surface doit être propre de neige folle et non glissante; ○ La neige ne doit pas être entassée au niveau des passages piétons, ni des intersections. ▪ Entretien de printemps <ul style="list-style-type: none"> ○ Retrait de la surface de neige ○ Nettoyage de la surface de gravier 	

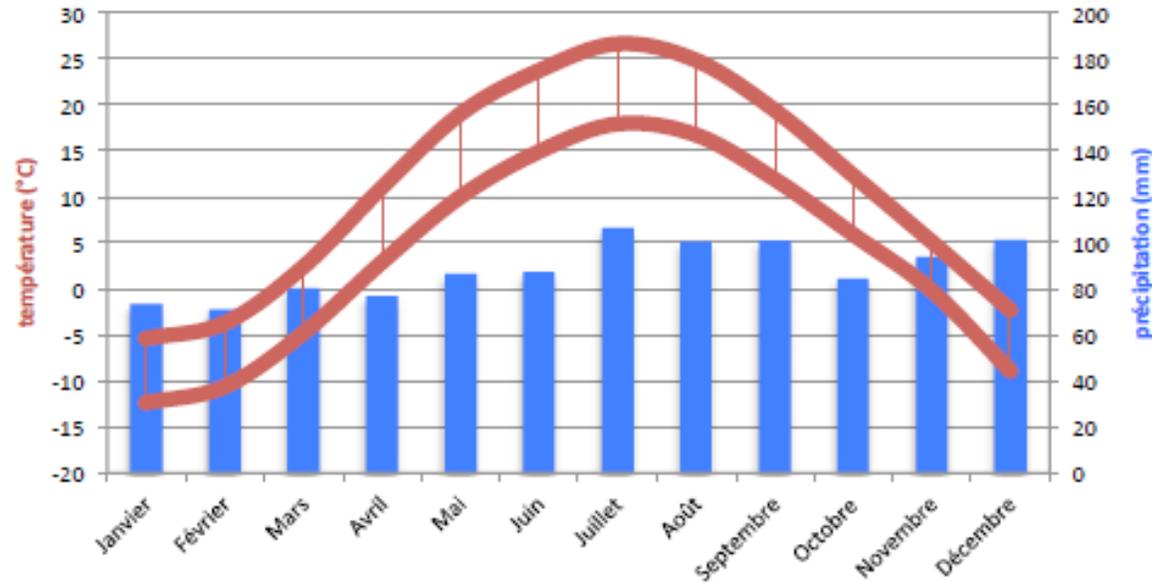


Ville:	Syracuse, NY
Sources:	http://www.syr.gov.net/BIMP.aspx Fichiers sauvegardés dans intrants
Date du résumé:	30 avril 2015
Résumé :	<ul style="list-style-type: none"> • Considérations pour les voies cyclables séparées (« cycle tracks ») : <ul style="list-style-type: none"> ○ Doivent avoir assez d'espace pour accumuler la neige entre la voie cyclable et la chaussée ○ Doivent être assez large pour qu'un petit chasse-neige (« small plow ») puisse y circuler

Ville:	Toronto
Sources:	http://www.toronto.ca/legdocs/mmis/2014/pw/bgrd/backgroundfile-69023.pdf http://www.toronto.ca/legdocs/mmis/2014/pw/bgrd/backgroundfile-68450.pdf
Date du résumé:	24 avril 2015
<p>Résumé :</p> <ul style="list-style-type: none"> • Documents datés de 2014 • Aucun niveau de service formel pour les voies cyclables • Niveau de service informel est d'entretenir (déneigement et application de sel) les voies cyclables à la même fréquence que les rues adjacentes • Il y a maintenant une « condition de la chaussée désirée » pour les voies cyclables, comme pour les rues • Recommandation d'une combinaison d'application de sel, de déneigement (chasse-neige) et d'enlèvement de la neige (souffleuse) plus agressive • Plan d'action : <ul style="list-style-type: none"> ○ Application répétées de sel après les chutes de neige afin de briser le lien entre la neige et la chaussée, tout étant respectueux de l'environnement ○ Utilisation d'un racleur (« slusher blade ») où la neige a été compactée ○ Enlèvement de la neige après 5-15 cm lorsqu'il n'y a pas de cycle prévu de gel/dégel qui pourrait faire fondre la neige ○ Projets pilotes pour tester différentes méthodes d'atteindre une chaussée dégagée, incluant l'exploration de liquides, autres déglaçants et équipement spécialisé plus approprié pour les voies cyclables • La ville n'a pas trouvé de meilleures pratiques (« best practices ») pour l'entretien des voies cyclables en hiver : <ul style="list-style-type: none"> ○ Les niveaux de service varient en fonction de la quantité de précipitations de neige et des températures hivernales des municipalités – même chose pour les rues ○ Pour les villes où les températures moyennes sont sous le point de congélation, l'entretien des voies cyclables consiste à enlever la neige libre (« loose snow ») et garder une couche de neige compactée <ul style="list-style-type: none"> ▪ Si la surface de neige compactée n'est pas lisse et offre de l'adhérence, les cyclistes peuvent circuler à la condition de le faire à une vitesse prudente ▪ Exemples de villes qui font l'entretien avec un niveau de surface de neige compactée : Winnipeg, Oulou (Finlande), Bodeo (Norvège), Umea (Suède) ○ Pour les villes où la température passe au-dessus du point de congélation de façon régulière, il est possible d'obtenir une chaussée complètement dégagée avec l'utilisation de sel et de chasse-neige • Les manufacturiers d'équipement pour les trottoirs et les voies cyclables sont plus lents que ceux d'équipement pour les routes, ce qui fait que l'utilisation de liquide sur les voies cyclables n'est pas encore courante • Voies cyclables sur Sherbourne et la Martin Goodman Trail sont déneigées à l'aide de chasse-neige et balais pour les trottoirs • Niveaux de service : <ul style="list-style-type: none"> ○ Martin Goodman Trail : toute chute de neige : chasse-neige et application de sel dans les 6 à 8 heures ○ Voies cyclables séparées (cycle tracks) : <ul style="list-style-type: none"> ▪ Jusqu'à 5 cm : application de sel plus grande que celle de la rue adjacente ▪ 5 cm et plus : chasse-neige et application de sel dans les 6 à 8 heures 	

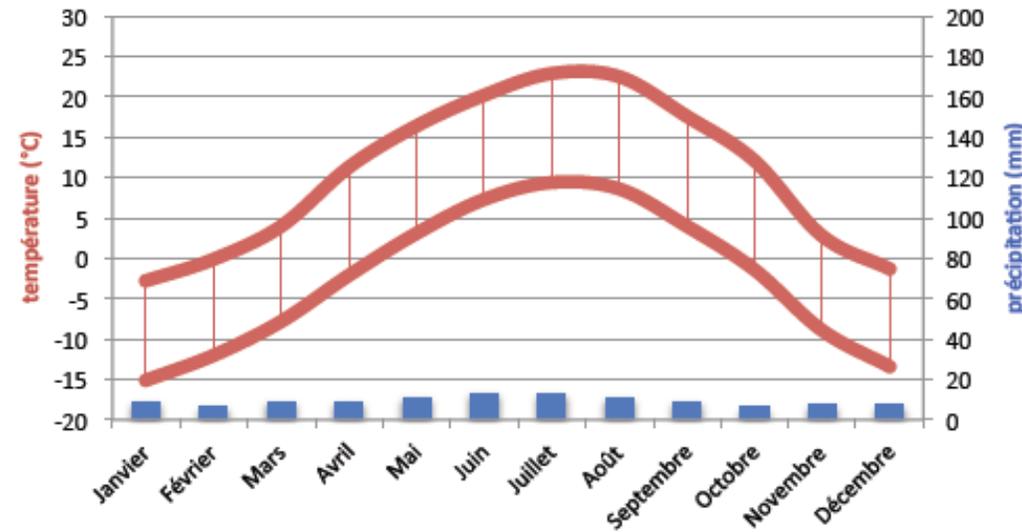
Ville:	Québec (pont de Québec)
Sources:	Christian Mercier – module secteur des structures Ministère des Transports du Québec Direction territoriale Chaudières-Appalaches Tel. : 418-839-5581
Date du résumé:	25 mai 2015
<p>Résumé :</p> <p>Contexte :</p> <ul style="list-style-type: none"> • Le pont de Québec comprend une passerelle piétonne de 700 m • Les cyclistes ont le droit de l'emprunter mais ils doivent marcher à côté de leur vélo, ce qu'ils ne font pas • La surface de la passerelle est faite d'une plaque striée d'acier • La piste est entretenue toute l'année mais elle n'est pas très fréquentée l'hiver <p>Type d'équipement et produits :</p> <ul style="list-style-type: none"> • La passerelle est déneigée à l'aide d'une souffleuse et la neige est soufflée au fleuve • Les voies de circulation étaient aussi déneigées avec une souffleuse qui rejetait la neige au fleuve mais cette pratique a changé depuis un an. Maintenant, la neige est ramassée • Le produit utilisé est le « bleu fusion », un produit écologique qui comprend du sel enrobé de chlorure de magnésium. Ce produit permet de réduire la dégradation des structures. Ce produit est utilisé sur les voies de circulation. <p>Priorité de déneigement – liens cyclables</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ La passerelle est déneigée de 24 à 48 heures après une tempête de neige <p>Dispositifs particuliers</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ Une barrière ajourée est installée entre la passerelle et les voies de circulation. Cette barrière sera remplacée par une barrière pleine <p>Systèmes d'épandage/système d'information aux usagers</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ Aucun 	

Annexe E Fiches de climat



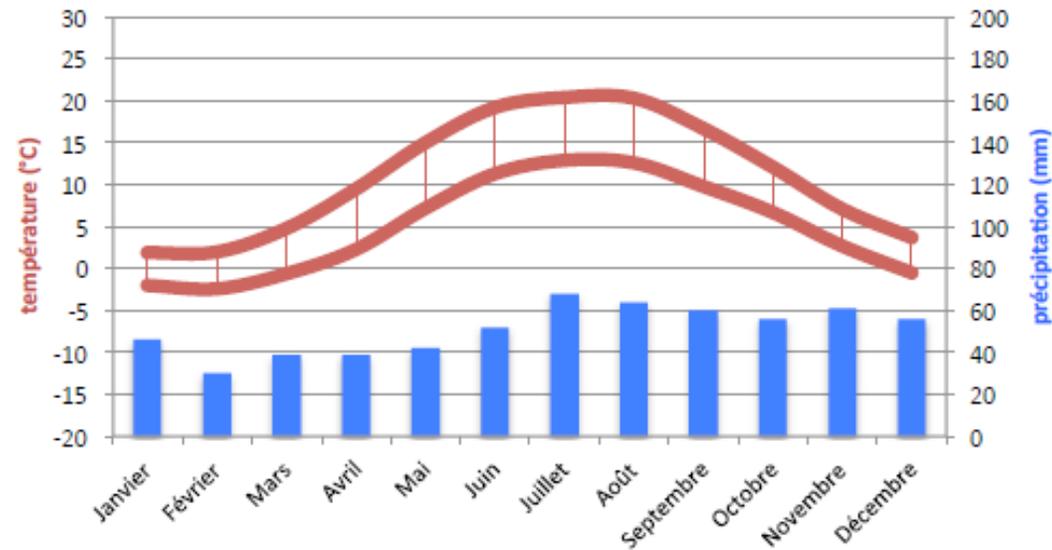
Source: Véloquébec

- Enneigement annuel très important : ± 240 cm / 54 jours par an
- Début et fin de la couverture neigeuse très variable
- Température très variable (pic de froid extrême)
- Longueur du réseau cyclable: 700 km
- Entretien hivernal: 60 km entretenus (environ 8%)



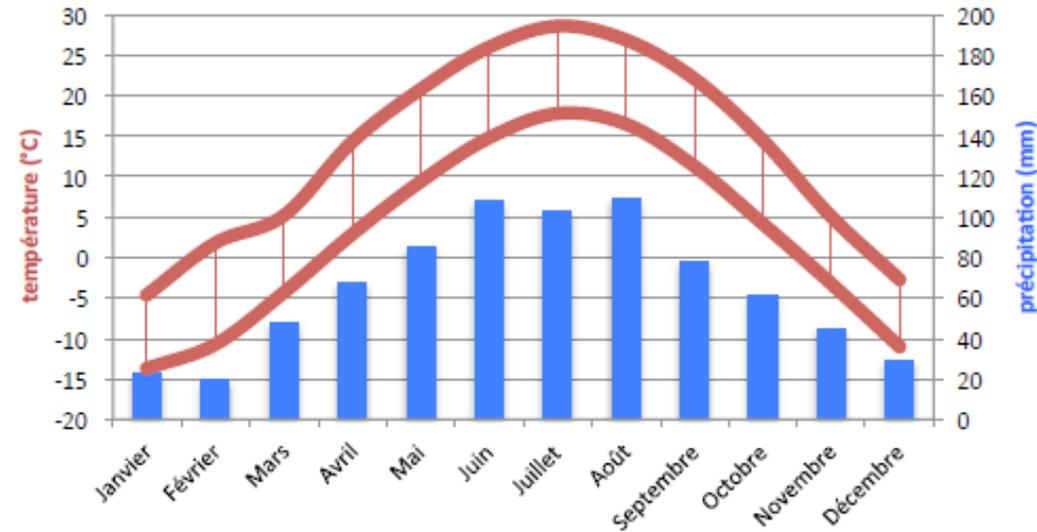
Source: Véloquébec

- Enneigement annuel très important \pm 130 cm
- Température max/min en janvier: -3°C / -15°C
- Longueur du réseau cyclable: 700 km (principalement en site propre)
- Entretien hivernal: 2 niveaux de priorité



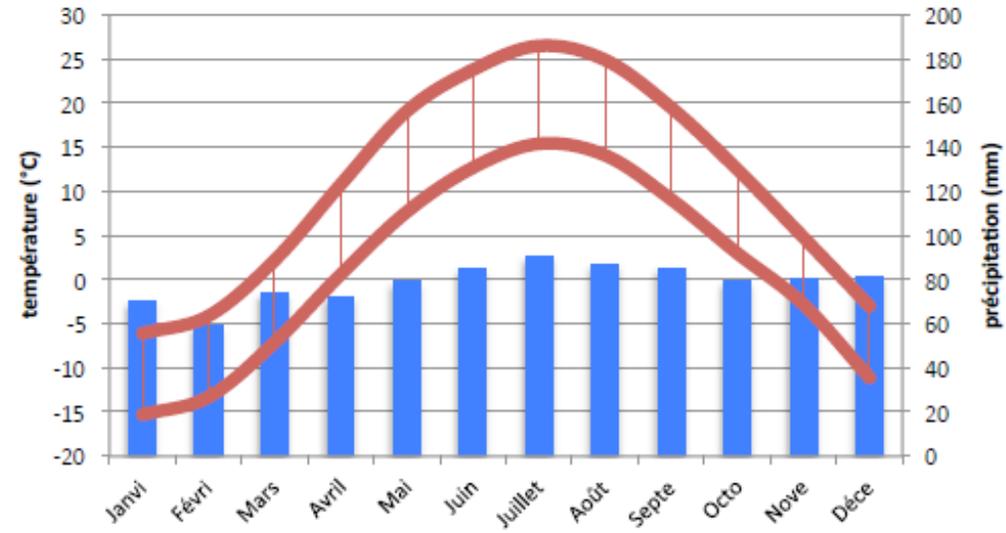
Source: Véloquébec

- Enneigement annuel très important ± 50 cm
- Température max/min en janvier: $+2^{\circ}\text{C}$ / -2°C
- Longueur du réseau cyclable: 410 km
- Entretien hivernal: 3 niveaux de priorité pour l'entretien
- Jusqu'à 80% des cyclistes font du vélo quatre saisons
- Budget de 350 000\$ pour entretien hivernal



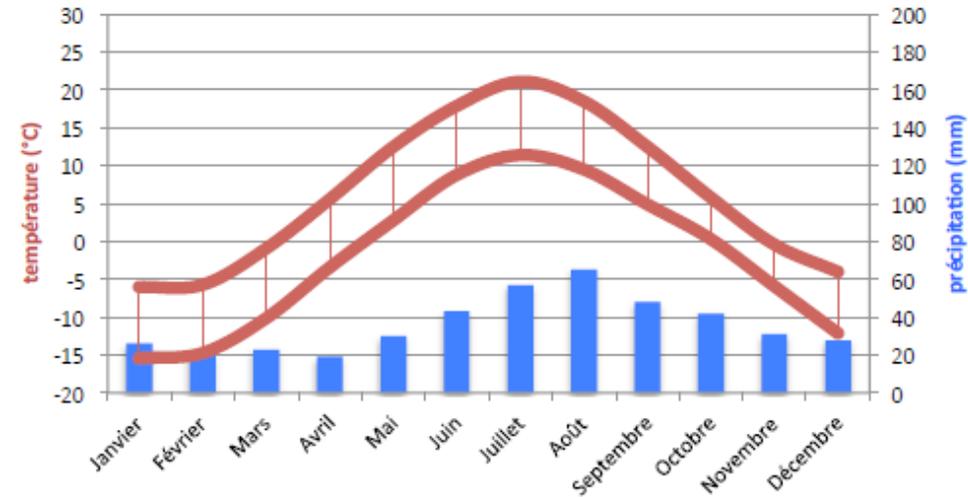
Source: Véloquébec

- Température max/min en janvier: -5°C / -13°C
- Enneigement annuel: 140 cm
- Longueur du réseau cyclable: 290 km (150 km sur rue et 140 km en site propre)
- Entretien hivernal: Quasi-totalité du réseau avant la plupart des rues
- Jusqu'à 25% des cyclistes font du vélo quatre saisons



Source: Véloquébec

- Température max/min en janvier: -6°C / -15°C
- Enneigement annuel: 240 cm
- Longueur du réseau cyclable: 540 km (280 km sur rue et 260 km en site propre)
- Entretien hivernal: Projet pilote de la piste cyclable de Laurier - Aucun entretien dédié



Source: Véloquébec

- Température max/min en janvier: -6°C / -15°C
- Enneigement annuel: 430 cm
- Longueur du réseau cyclable: 650 km
- Entretien hivernal: 98% du réseau entretenu l'hiver
- 2 classes de priorités
- 200 km au sud du cercle polaire (journées très courtes en hiver, moins de cycle de gel-dégel)