

GESTION ET ENTRETIEN DES BORDURES ET TROTTOIRS

Produit par :

Centre d'expertise et de recherche en infrastructures urbaines (CERIU)
321, rue de la Commune Ouest
Bureau 200
Montréal, Québec
H2Y 2E1

Tous droits réservés. Le contenu de cet ouvrage ne peut être reproduit, en tout ou en partie, sans autorisation écrite du CERIU.

AVANT-PROPOS

Le Conseil permanent « Chaussées » du CERIU

Né de la mobilisation des acteurs du milieu, le Conseil permanent « Chaussées» du CERIU favorise la concertation, la mise en commun des compétences et la diffusion des connaissances. Grâce à toute cette expertise et ces connaissances du domaine, le CERIU joue un rôle prépondérant dans le milieu des infrastructures urbaines.

Le Conseil permanent «Chaussées/Ouvrages d'art» valorise et stimule la conservation et la réhabilitation des chaussées municipales (urbaines et rurales). Le Conseil est formé de gens des municipalités du Québec, des firmes d'ingénierie, des universités, des ministères du gouvernement du Québec et des employés du CERIU.

Le comité de travail issu de ce Conseil Permanent « Chaussées/Ouvrages d'art » s'est réuni à plusieurs reprises afin d'échanger l'expertise et les connaissances requises à l'élaboration d'un manuel répertoriant des bonnes pratiques de gestion et d'entretien des trottoirs observées dans les municipalités du Québec.

Mandat du comité de travail

Le comité de travail a le mandat d'élaborer un document de référence traitant de la gestion et de l'entretien des trottoirs.

REMERCIEMENTS

Le CERIU tient à remercier chaleureusement tous les membres du comité de travail «Gestion et entretien des trottoirs» pour leur dévouement et leurs précieuses contributions.

Composition du comité de travail

Participants	Organisation
Alain Blanchette	Terratech
Alain Desrosiers	Construction DJL
Jean Guy Slevan	G&S Consultants
Pierre Lacroix	Ville de Montréal
Pierre-Louis Maillard	Association canadienne du ciment
Sylvain Leroux	BAUVAL
Joseph Jovenel Henry	CERIU
Pierre Wickir Joint	CERIU

Les rencontres

Date	Lieu
29 avril 2005	CERIU
25 mai 2005	CERIU
20 février 2006	CERIU
27 mars 2006	Terratech
8 mai 2006	Construction DJL
15 juin 2006	BAUVAL
14 septembre 2006	Terratech
26 octobre 2006	G&S Consultants
7 décembre 2006	Ville de Montréal
25 Janvier 2007	Terratech
29 Mars 2007	CERIU
24 mai 2007	CERIU

Le CERIU remercie aussi le SETRA, le CRCAC et Construction SRB pour leur contribution à la réalisation de ce document

TABLE DES MATIÈRES

1. INTRODUCTION.....	1
2. OBJECTIFS	1
3. DÉFINITIONS	2
4. AUSCULTATION DES BORDURES ET TROTTOIRS	4
4.1 Relevés visuels	4
4.2 Dégradations observées	4
4.2.1 Informations complémentaires	6
4.2.2 Degré de sévérité des dégradations	7
4.3 Procédure d'inspection des trottoirs	12
4.3.1 Considérations générales	12
4.3.2 Matériel nécessaire.....	12
4.3.3 Relevé des défauts	12
4.3.4 L'évaluation globale de l'élément de trottoir et de l'état de surface.....	14
4.4 Utilisation de la technologie numérique pour les relevés.....	15
4.5 Caractérisation des matériaux	17
4.5.1 Trottoir et bordure	17
4.5.2 Matériaux de fondation.....	17
4.5.3 Échantillonnage environnemental.....	18
4.5.4 Rapport de sondage	18
5. TRAITEMENT DES DONNÉES DES RELEVÉS.....	19
5.1 Considérations générales	19
5.2 Description de la Fiche d'inspection.....	19
5.2.1 Section «Localisation et caractéristiques»	21
5.2.2 Section «Relevé de trottoir»	21
5.2.3 Section «Évaluation globale du trottoir»	22
5.2.4 Section «Besoins d'intervention/niveau de sécurité»	22
6. IDENTIFICATIONS DES TECHNIQUES D'INTERVENTION	23
6.1 Techniques de réhabilitation	23
6.1.1 Chape adhérente	23
6.1.2 Resurfaçage par scarification/meulage.....	23
6.1.3 Techniques de corrections minces	23
6.2 Techniques de reconstruction partielle.....	24
6.3 Réparations temporaires	24
7. GESTION DES INTERVENTIONS	25
7.1 Critères d'intervention.....	25
7.1.1 Critères reliés à la sécurité	25
7.1.2 Critères reliés à la gestion	25
7.1.3 Fréquence des relevés.....	25
7.2 Analyse coûts/bénéfices.....	26
CONCLUSION	28
ANNEXE 1 : Exemple de fiche de relevé complété	29
ANNEXE 2 : Caractérisation des matériaux	30
ANNEXE 3 : Caractérisation des fondations.....	31
ANNEXE 4 : Exemple de rapport de sondage.....	33
ANNEXE 5 : Techniques de réhabilitation.....	34
A5-1 : Chape adhérente	34

A5-2: Resurfaçage par scarification/meulage	37
A5-3: Techniques de corrections minces	39
ANNEXE 6 : Techniques de reconstruction partielle	43
ANNEXE 7 : Réparations temporaires.....	45
ANNEXE 8 : Documents de références.....	47

1. INTRODUCTION

L'évaluation et l'entretien approprié sont essentiels pour conserver certaines caractéristiques du trottoir : la qualité esthétique ou l'apparence, la durabilité, la sécurité et le confort des piétons et tout particulièrement des personnes handicapées. Comme la chaussée, les bordures et les trottoirs, nécessitent une évaluation et un entretien régulier pour réduire les dommages causés par le temps, l'utilisation et le climat.

2. OBJECTIFS

- Faire un état des différentes méthodes de gestion des trottoirs et bordures utilisées au Québec;
- Établir une règle de l'art sur les bonnes pratiques de gestion et d'entretien des trottoirs et bordures;
- Élaborer sur les solutions techniques disponibles au Québec pour la réfection des trottoirs et bordures;
- Produire un manuel sur la saine gestion des trottoirs et bordures en relation avec leurs états, leurs utilités, ainsi que l'interrelation avec les autres infrastructures.

3. DÉFINITIONS

Bateau de porte

Dépression aménagée sur la longueur d'un trottoir en face d'une cour ou d'une habitation, pour donner accès aux voitures, et dont les extrémités se relèvent comme celles d'un bateau.

Note : Les termes *entrée charretière* et *rampe* sont à éviter.

Bordures, bordures caniveau

Élément d'extrémité d'une chaussée ou d'un trottoir franchissable

Cours d'eau

Hauteur du nez du trottoir par rapport à la chaussée.

Durée de vie utile

Temps durant lequel un élément d'actif offre un niveau de service acceptable. On définit la durée de vie économique comme la période à la fin de laquelle la valeur actualisée des coûts d'entretien futurs est égale à la valeur actualisée du remplacement de l'élément d'actif.

Entretien

Toutes les interventions nécessaires au maintien d'un élément d'actif dans un état qui se rapproche le plus possible de son état initial.

Rampe d'accès pour fauteuil roulant

Surbaissement de trottoir pour handicapés. Il est coulé en une seule pièce, c'est-à-dire sans joint longitudinal mais avec un joint d'expansion à chaque extrémité.

Reconstruction

Remplacement complet d'un élément d'actif qui a atteint la fin de sa vie utile, dans le but d'offrir le niveau de service habituel ou tout autre niveau convenu (Cf. InfraGuide).

Action de faire un nouveau trottoir au même endroit qu'une structure existante après l'avoir préalablement démolie. (Cf. NQ 1809-500).

Réhabilitation

Travaux visant à reconstruire ou à remplacer des sections ou des parties d'un élément d'actif en vue de remettre celui-ci dans l'état fonctionnel requis et d'en prolonger la vie utile, ce qui peut incorporer certaines modifications. La réhabilitation entraîne généralement la réparation de l'élément d'actif pour lui permettre de donner le niveau de service initial sans qu'on doive avoir recours à d'importants travaux de renouvellement ou de modernisation, à l'aide des techniques et des normes disponibles.

Trottoir avec bordure

Trottoir dont la bordure y est adjacente. Il y a un joint de construction entre le trottoir et la bordure.

Trottoir boulevard

Trottoir dont la largeur est comprise entre 2 et 5 mètres.

Trottoir monolithique

Dans un trottoir monolithique, le trottoir et la bordure sont coulés en même temps.

4. AUSCULTATION DES BORDURES ET TROTTOIRS

4.1 Relevés visuels

Les relevés visuels doivent être confiés à des personnes qualifiées. Ces relevés doivent se faire sur des fiches uniformisées auxquelles s'ajoutent autant que possibles des photos numériques.

4.2 Dégradations observées

Le tableau suivant présente les dégradations les plus couramment observées sur les infrastructures de trottoirs. Le code est à utiliser dans la fiche d'inspection pour une meilleure utilisation de l'espace. La colonne description renseigne sur la nature du défaut observé, à savoir s'il s'agit d'un défaut lié à la sécurité ou non. Le diagnostic oriente sur la technique à utiliser pour corriger le défaut. L'intégration des colonnes description et diagnostic indique le mode d'intervention à privilégier : entretien ponctuel, réhabilitation ou reconstruction.

Tableau 4.1: Principales dégradations observées

Dégradation	Code	Description	Diagnostic
Béton fracturé	BF	Dalle présentant une fissuration multiple et aléatoire.	Surcharge à bas âge, manque de fondation - Causes multiples - Fin de vie utile de l'élément.
Colmatage de fissures défectueux	CFD	Extrusion du produit de colmatage.	Mauvaise application du matériau (joint posé trop haut, mauvais nettoyage), mauvais choix de produits, etc.
Cône d'éclatement	CE	Cône plus ou moins circulaire avec mise à nu du gros granulat au fond du cône.	Granulats argileux - Éclatement par le gel.
Décalage horizontal	DH	Mouvement différentiel entre deux sections dans le sens horizontal.	Érosion aux appuis sur la partie arrière du trottoir (côté du gazon).
Décalage vertical (plus ponctuel)	DV	Mouvement différentiel entre deux sections dans le sens vertical. Localisé dans une fissure ou dans un joint de dilatation.	Manque de transfert de charge - Absence de goujons aux joints de dilatation - Affaissement de la fondation - Racines.
Écaillage	EC	Perte de la cohésion et désintégration du béton superficiellement sous forme de fines couches de mortier.	Déficiences au niveau de la mise en place - Cure et protection déficientes des matériaux - Déficiences au niveau des propriétés intrinsèques des matériaux du béton - Gel prématuré du béton - Exposition au feu.
Éclatement	EC	Soulèvement et/ou arrachement d'un morceau de trottoir (profondeur < 100 mm).	Mauvais alignement des goujons - Joints bouchés par des incompressibles en période de fortes chaleurs.
Empreintes diverses	ED	Marques diverses détériorant l'uni d'un trottoir : pas, vélos, etc.	Vandalisme - Manque de protection avant la prise complète du béton - Utilisation précoce du trottoir.

Tableau 4.1 : Principales dégradations observées (suite)

Dégradation	Code	Description	Diagnostic
Épaufrure avec ou sans goujons apparents	EP	Dégât mécanique à la surface du béton sous forme d'éclat et pouvant résulter d'un décoffrage précoce ou de chocs mécaniques sur un béton non protégé.	Impact des équipements de déneigement - Sciage hâtif de joints - Manque de compressibilité des matériaux.
Faïençage et microfissuration polygonale	FMP	Formation sur la dalle de fissures très minces se présentant en réseaux plus ou moins hexagonaux.	Assèchement rapide - Réaction alcalis-granulats - Gel et dégel.
Fissure à angle	FA	Fente légère, ouverture étroite et longue.	Surcharge - Capacité portante insuffisante - Soulèvement dû au gel - Retrait thermique - Joint de contrôle de fissuration inapproprié.
Fissure longitudinale	FL	Fissure dont l'orientation est parallèle à l'axe de la rue.	Capacité portante insuffisante - Tassement au niveau de la bordure - Surcharge - Vibration en bas âge.
Fissure transversale	FT	Fissure dont l'orientation est perpendiculaire à l'axe de la rue.	Joints de retrait trop espacés ou faits trop tard, surcharge, problème de fondation.
Mouvement différentiel (sur un bout de rue) par rapport à l'élévation d'origine (tassement, dénivellation)	MD	Dépression, tassement, soulèvement, affaissement, inclinaison d'une section de trottoir sous l'effet d'un gonflement du sol de fondation, du gel ou d'une expansion thermique.	Hétérogénéité du sol support - Phénomène de gel/dégel - Érosion ou perte de support - Racines.
Ouverture du joint longitudinal	OJL	Séparation des sections adjacentes le long du joint longitudinal. S'applique lorsque la largeur du trottoir est supérieure à 2,5 m.	Manque de solidarité entre les sections de part et d'autre du joint - Absence de goujons ou de tirants.
Pente anormale	PA	Pente de plus de 2% vers le rue.	Fondation déficiente - Surcharge.
Pente Inverse	PI	Pente vers les terrains.	Fondation déficiente - Surcharge.
Rapiécage en enrobé	RP	Rapiécage en enrobé bitumineux fait pour colmater un trou, une fente ou une excavation.	Une intervention effectuée par le passé sur une base temporaire.

Note : Le diagnostic est présenté du plus fréquent au moins fréquent

4.2.1 Informations complémentaires

Cette section sert à indiquer toute autre observation jugée pertinente par l'inspecteur. L'espace étant restreint sur la fiche d'inspection, une liste de codes est préparée pour cette section. Le tableau suivant donne la description des abréviations proposées dans cette section.

La liste n'est pas exhaustive. On peut utiliser le verso de la fiche pour compléter les informations. Pour ce faire, vous n'avez qu'à cocher la case correspondante dans la boîte «verso».

Tableau 4.2: Abréviations additionnelles pour compléments d'informations





Classification	Description
AA	Armatures apparentes
BS	Boite de service d'eau potable surélevée ou trop enfoncée par rapport au trottoir
BP	Bateau de porte trop haut ou trop bas par rapport à la rue
GR	Grille dans le trottoir en mauvais état (spécifier quel genre de grille)
PB	Plate bande en mauvais état
PT	Puisard de trottoir en mauvais état
RE	Regard dans le trottoir en mauvais état




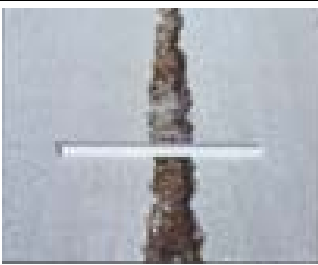
4.2.2 Degré de sévérité des dégradations


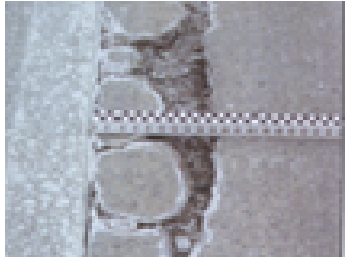


Trois degrés de sévérité ont été retenus pour les besoins des inspections et de gestion des trottoirs et bordures. Un degré de sévérité moyen nécessitera un suivi dans le temps, tandis qu'un degré de sévérité qualifié de sévère nécessitera une intervention dans le futur ou même à court terme.





Tableau 4.3 : Degré de sévérité des dégradations




Note : Cote 1 : pas de défaut

Dégradation	Code	Étendue	Sévérité			Photo
			faible (2)	moyenne (3)	sévère (4)	
Béton fracturé	BF	Déplacement horizontal ou vertical	$L < 5 \text{ mm}$	$5 \text{ mm} \leq L \leq 25 \text{ mm}$	$L > 25 \text{ mm}$	
Colmatage de fissures défectueux	CFD	Longueur colmatée	$L < 5\%$ de la longueur de la fissure	$5\% \leq L \leq 25\%$	$L > 25\%$	
Cône d'éclatement	CE	Surface	$S < 2\%$	$2\% \leq S \leq 5\%$	$S > 5\%$	
Décalage horizontal	DH	Hauteur	$L < 5 \text{ mm}$	$5 \text{ mm} \leq L \leq 25 \text{ mm}$	$L > 25 \text{ mm}$	

Dégradation	Code	Étendue	Sévérité			Photo
Décalage vertical	DV	Hauteur	$h < 5 \text{ mm}$	$5 \text{ mm} \leq h \leq 25 \text{ mm}$	$h > 25 \text{ mm}$	
Écaillage	ECA	Surface	$S < 5\%$	$5\% \leq S \leq 25\%$	$S > 25\%$	
Empreintes diverses	ED	Marques diverses détériorant l'uni d'un trottoir : pas, vélos, etc.	Le défaut doit être reporté sur la fiche technique et commenté sur le rapport de relevé visuel			
Épaufrure avec ou sans goujons apparents	EP	Superficie	$S < 100 \text{ cm}^2$	$100 \text{ cm}^2 \leq S \leq 400 \text{ cm}^2$	$S > 400 \text{ cm}^2$	

Dégradation	Code	Étendue	Sévérité			Photo
Épaufrure bordure et arrière	EBA	Largeur	$L < 50 \text{ mm}$	$50 \text{ mm} \leq L \leq 150 \text{ mm}$	$L > 150 \text{ mm}$	
Épaufrure au niveau des joints et fissures	EPJ	Largeur	$L < 5 \text{ mm}$	$5 \text{ mm} \leq L \leq 25 \text{ mm}$	$L > 25 \text{ mm}$	
Faïençage et microfissuration polygonale	FMP	Diamètre du polygone	$d < 50 \text{ mm}$	$50 \text{ mm} \leq d \leq 150 \text{ mm}$: blocs stables	$d > 150 \text{ mm}$	
Fissure à angle	FA	Largeur	$L < 3 \text{ mm}$	$3 \text{ mm} \leq L \leq 10 \text{ mm}$	$L > 10 \text{ mm}$	

Dégradation	Code	Étendue	Sévérité			Photo
Fissure longitudinale	FL	Largeur	$L < 3 \text{ mm}$	$3 \text{ mm} \leq L \leq 10 \text{ mm}$	$L > 10 \text{ mm}$	
Fissure transversale	FT	Largeur	$L < 3 \text{ mm}$	$3 \text{ mm} \leq L \leq 10 \text{ mm}$	$L > 10 \text{ mm}$	
Mouvement différentiel (sur un bout de rue) par rapport à l'élévation d'origine (tassement, dénivellation)	MD	Variation pente longitudinale	$h < \pm 2 \text{ mm}$	$\pm 2 \text{ mm} \leq h \leq \pm 5 \text{ mm}$	$h > \pm 5 \text{ mm}$	
Ouverture du joint longitudinal	OJL	Largeur	$L < 15 \text{ mm}$	$15 \text{ mm} \leq L \leq 25 \text{ mm}$	$L > 25 \text{ mm}$	

Dégradation	Code	Étendue	Sévérité			Photo
Pente anormale (incluant les bateaux)	PA	Pente de plus de 2% vers la rue	$P < 3\%$	$3\% \leq P \leq 5\%$	$P > 5\%$	
Pente Inverse	PI	Pente vers les terrains	$P < 0\%$	$0\% \leq P \leq 1\%$	$P > 1\%$	
Rapiéçage en enrobé	RP	Surface	Bon état	Fissuré	Désenrobé	

Légendes :

L : ouverture des fissures	h : hauteur du décalage
d: diamètre	S : surface
P: pente	

N.B.: Les valeurs des degrés de sévérité représentent des recommandations des membres du comité. Elles ont fait l'objet d'un consensus. Il incombe à l'utilisateur de voir si elles sont appropriées à ses besoins.

4.3 Procédure d'inspection des trottoirs

L'inspection des trottoirs doit idéalement se faire par beau temps. Les fissures sont souvent difficiles à relever par temps pluvieux. Des vérifications peuvent être effectuées lors des jours de pluies en ce qui concerne les accumulations d'eau sur les trottoirs ondulés ou à pente inverse et au cours d'eau.

4.3.1 Considérations générales

La section localisation de la fiche d'inspection doit être remplie d'avance. Si des cases sont libres, l'information doit être recueillie. Toujours vérifier la largeur du trottoir: si elle diffère de celle inscrite sur la fiche, effectuer la correction.

4.3.2 Matériel nécessaire

Le matériel d'inspection des trottoirs doit obligatoirement inclure un guide méthodologique et tout autre document ou équipement pertinent au mandat spécifique.

4.3.3 Relevé des défauts

Les défauts sont relevés en étendue et en sévérité. Un exemple de fiche complétée est fourni à l'Annexe 1.

a) Relevé des fissures

Pour les trottoirs, on relève les fissures transversales, diagonales (comprenant les fissures d'angles et de coins), longitudinales et polygonales. Par défaut, les fissures dans les bordures sont considérées transversales.

Pour les fissures transversales, diagonales et longitudinales, l'étendue en longueur de fissure et la sévérité en largeur de fissure sont relevées. La figure 4.1 illustre un relevé de ces fissures.

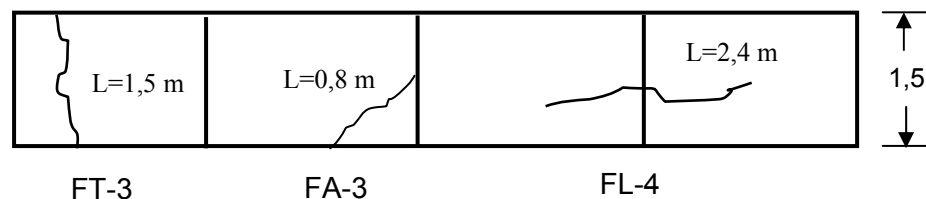


Figure 4.1 : Relevé de fissures transversales, diagonales et longitudinales

Pour les fissures multiples, l'étendue est relevée en surface (m²) et la sévérité correspond à l'ouverture moyenne des fissures et aux déplacements des fragments. La figure 4.2 illustre un relevé de ces fissures.

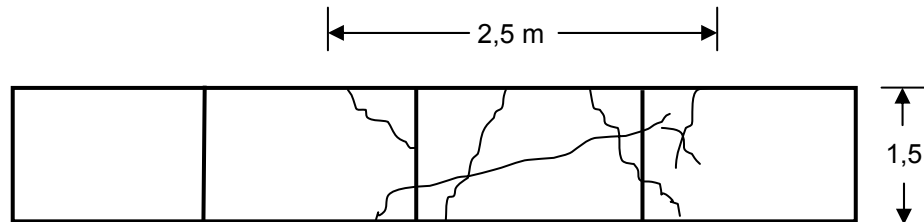


Figure 4.2 : Relevé de fissures multiples

L'ouverture d'une fissure se mesure au niveau des parois verticales de ces dernières. La figure 4.3 démontre cela.

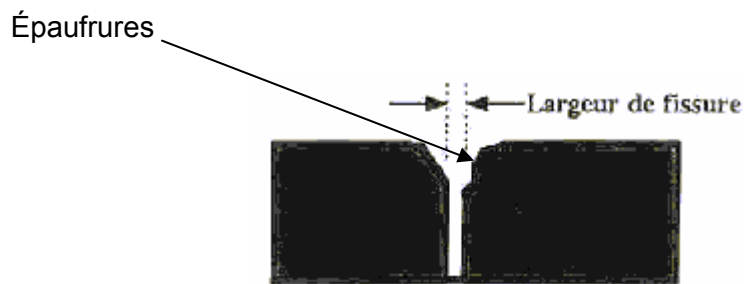


Figure 4.3 : Ouverture d'une fissure

b) Relevé des pentes anormales

Les pentes transversales doivent être de l'ordre de 2 % vers la rue pour favoriser un drainage adéquat.

Deux types d'anomalies peuvent survenir:

- les pentes excessives qui sont supérieures à 2 % vers la rue;
- les pentes inverses qui sont inférieures ou égales à 0%.

On en mesure l'étendue et la sévérité. Le tableau 4.4 complète l'information fournie. L'information qui y est présentée est pour un trottoir de 1,5 m de large.

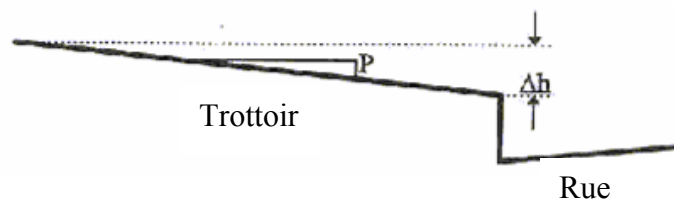


Figure 4.4 : Pente anormale

Tableau 4.4 : Mesures référant à la figure 4.4

		Pente normale				
Pente	%	0	1	2	3	4
Δh	mm	0	15	30	45	60

Ces mesures aideront les inspecteurs à apprécier les pentes transversales et à en déterminer la sévérité.

4.3.4 L'évaluation globale de l'élément de trottoir et de l'état de surface

Après avoir effectué le relevé des dégradations d'un élément de trottoir, l'inspecteur doit poser une évaluation **globale** de l'élément. Pour ce faire, il doit se baser sur l'échelle suivante. Le tableau suivant est un exemple d'évaluation globale de l'état d'une section de trottoir.

Tableau 4.5: Évaluation globale d'un trottoir

Évaluation globale	Description
Aucune dégradation	Aucun désordre apparent.
Dégradation faible	Défauts de faible sévérité; peu de défaut, aucune réparation à envisager.
Dégradation moyenne	Défauts de sévérité moyenne; présences de défauts.
Dégradation sévère	Défauts de sévérité élevée; présence de plusieurs rapiécages; surface dégradée; sections pouvant représenter un danger; reconstruction à court terme ou une intervention urgente.

4.4 Utilisation de la technologie numérique pour les relevés

Les relevés de la condition des trottoirs et des bordures peuvent être réalisés à l'aide d'un enregistrement vidéo sur bandes numériques ou par la saisie d'images numériques séquentielles (figure 4.5). La séquence maximale de saisies recommandée pour l'évaluation de la condition des trottoirs est de 5 mètres.



Figure 4.5: Exemples de photos lors d'un relevé par caméra

Les relevés peuvent être réalisés à partir de véhicules légers circulant directement sur le trottoir ou en complément à un relevé de chaussée avec des caméras installés sur le côté. De plus certains équipements sont munis d'inclinomètre pour permettre l'évaluation de la pente transversale des trottoirs.

Le type d'installation pour les relevés est montré sur les photographies de la figure 4.6.

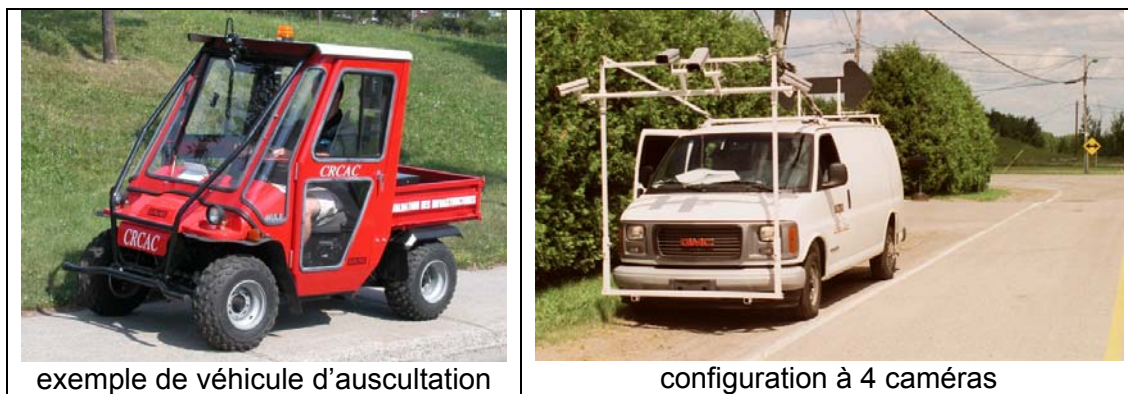


Figure 4.6 : Type de véhicule d'auscultation et d'installation

Les images numérisées sont par la suite analysées à l'aide de logiciels afin d'établir la sévérité des dégradations. Les images sont livrables au propriétaire pour consultation et suivi futur tandis que les résultats sur la condition des trottoirs et bordures sont généralement transmis dans des fichiers informatiques pour faciliter les besoins des gestionnaires.

De plus, pour fin d'inventaire, le relevé permet de déterminer ou de confirmer le type de bordure (ex. : bordure préfabriquée ou bordure monolithique) ou de trottoir (ex. : trottoir et bordure monolithique, trottoir boulevard) de même que les matériaux qui les composent (ex. : bordure en béton de ciment ou de granit ; trottoir en béton de ciment ou trottoir en pavés imbriqués).

- **Relevés**

La campagne de relevés des trottoirs et bordures doit démarrer avec le plan codifié des segments de la municipalité. Les travaux sont établis en fonction des conditions climatiques afin d'optimiser la qualité des ouvrages.

L'équipement moteur doit être muni de tout l'équipement électronique nécessaire aux relevés (magnétoscope numérique ou caméra, ordinateur, etc), d'un support à caméras et d'un odomètre de précision ou d'un GPS.

- **Analyse**

L'analyse est réalisée au moyen d'un logiciel de traitement en référence au protocole d'identification des dégradations et elle doit tenir compte de l'étendue de celles-ci. Des facteurs de pondération sont attribués au degré de sévérité des dégradations et certains facteurs peuvent être accentués pour certaines dégradations que l'entité municipale veut faire ressortir du relevé demandé.

Les résultats des analyses seront présentés en terme de sévérité et d'étendue permettant, par sommation pondérée sur la longueur de la section de calculer un indice. Cet indice servira de base à la gestion des résultats. L'analyse doit aussi permettre de comptabiliser la longueur des trottoirs à réhabiliter en fonction des critères établis et des priorités de l'entité municipale.

4.5 Caractérisation des matériaux

La recherche des causes de certaines des dégradations peut souvent se limiter à l'examen visuel de l'inspecteur et à son expertise (par exemple un mouvement différentiel relié à une entrée de service, un décalage vertical associé à une racine d'un arbre mature, etc.). Cependant dans le cadre d'un projet de réhabilitation, un programme d'échantillonnage et de caractérisation sera requis.

4.5.1 Trottoir et bordure

L'échantillonnage des éléments est réalisé avec une carotteuse à gaz ou électrique muni d'un carottier diamanté de 75 à 100 mm de diamètre nominal.

La caractérisation des trottoirs et bordures comprend la détermination de leur épaisseur, leur résistance à la compression, le facteur d'espacement des vides d'air et la durabilité des surfaces au gel et dégel en présence des sels de déglacage.

D'autres essais spécialisés peuvent s'ajouter lorsqu'un comportement déficient est observé principalement dans les années de garantie légale. Les principaux essais et leur pertinence sont présentés à l'Annexe 2.

4.5.2 Matériaux de fondation

En l'absence de données sur la structure des trottoirs ou lorsqu'une portance déficiente des sols est appréhendée, une caractérisation géotechnique est à prévoir. Les sondages doivent être nécessairement implantés dans le trottoir. Quand la chaussée et le trottoir ont la même fondation, les sondages peuvent être réalisés dans la chaussée.

Le contractant doit retenir les services d'un professionnel reconnu ayant une bonne connaissance des matériaux de chaussée pour décrire et analyser les résultats des sondages. Un technicien qualifié et expérimenté en surveillance de travaux de sondage doit être affecté en permanence lors des échantillonnages. Il dressera au fur et à mesure les données de sondage, notera toutes les particularités des sondages et des échantillons. Il s'assurera que toutes les opérations, incluant le prélèvement des échantillons et la description des matériaux, soient réalisés conformément aux normes en usage.

Avant le début des travaux de sondage par forage, le contractant devra s'assurer auprès des responsables des divers réseaux techniques urbains qu'aucun dommage aux structures, conduites ou câbles enfouis ne sera causé par ses travaux. Il devra également se procurer les permis d'obstruction temporaire du domaine public auprès des autorités compétentes.

Chaque sondage doit permettre d'identifier la nature et les épaisseurs des différents matériaux composants la structure du trottoir: l'épaisseur des matériaux liés (enrobés bitumineux, béton de ciment ou matériaux stabilisés), des différentes couches de matériaux granulaires (criblure, pierre nette, concassée ou gravier) avec désignation par les symboles d et D qui représentent la plus petite et la plus grande des dimensions des classes granulaires. Les sondages doivent être prolongés jusque dans le sol d'infrastructure.

L'Annexe 3 comprend les lignes directrices pour la caractérisation des fondations, sur lesquelles le gestionnaire pourra demander des services professionnels en géotechnique.

4.5.3 Échantillonnage environnemental

Un échantillonnage environnemental pourrait être demandé. L'échantillonnage et la conservation des sols, des sédiments, des déchets devront être effectués selon les règles de l'art, en conformité avec les directives émises dans les différents cahiers du Guide d'échantillonnage à des fins d'analyses environnementales du ministère du Développement durable, de l'Environnement et des Parcs (MDDEP), et de manière à obtenir des échantillons représentatifs des conditions du terrain. Tous les matériaux prélevés seront récupérés et les portions non requises pour fins d'analyses chimiques sont gardées dans des contenants séparés pour usage et référence futurs.

Les descriptions individuelles de tous les échantillons devront être faites suivant les prescriptions de la norme ASTM D 2488, en utilisant la terminologie usuelle qui définit les proportions des composants (terminologie de Burmister); on devra indiquer clairement dans chaque cas la proportion de déchets contenus dans les échantillons. L'identification des échantillons devra être essentiellement à caractère numérique.

4.5.4 Rapport de sondage

Pour chaque sondage, le contractant doit produire un rapport présentant le type de matériau, l'échantillonnage, la stratigraphie, etc.

Les renseignements suivants au minimum doivent figurer sur tous les rapports de sondage : le laboratoire peut en rajouter d'autres.

- a) identification du tronçon de rue (nom, de, à, numéro de référence à la géobase);
- b) numéro de projet;
- c) numéro du sondage;
- d) la localisation du sondage;
- e) nom de la personne qui a fait le relevé;
- f) dates du sondage;
- g) diamètre du sondage;
- h) type et dimensions de la foreuse ou de la carotteuse.

De plus, le rapport, divisé en colonnes, doit donner les indications suivantes :

- 1) profondeur de chaque échantillon prélevé;
- 2) description de chaque couche de matériau rencontrée en utilisant la terminologie approuvée;
- 3) description de toute anomalie observée y compris la présence de contaminants.

Les rapports doivent être vérifiés et signés. Pour les sondages comportant une ou des analyses, les rapports d'essais en laboratoire doivent être joints au rapport de sondage. Un exemple de formulaire est présenté à l'Annexe 4.

5. TRAITEMENT DES DONNÉES DES RELEVÉS

5.1 Considérations générales

La présente section renferme l'information nécessaire à la réalisation de l'inspection des trottoirs et bordures. Les tronçons sont classés par type de structure et côté de la rue (pair et impair), si possible par période de construction et toute autre information conforme au mandat.

5.2 Description de la Fiche d'inspection

L'inspection des trottoirs est une opération préalable importante aux activités d'entretien ou de réhabilitation des trottoirs. Le présent comité de travail a mis au point cette fiche (figure 5.1) qui est destinée à améliorer les inspections manuelles de trottoir dans les municipalités. L'utilisation de cette fiche amènera à l'uniformisation des évaluations et assurera l'objectivité et la précision des évaluations.

Cette fiche intègre de manière complète les données se rapportant à différents types de dégradations du trottoir (tableau 4.3). Les données recueillies peuvent servir dans le cas d'un programme de réhabilitation ponctuelle ou pour un système de gestion plus global des infrastructures.

FICHE D'INSPECTION DES TROTTOIRS					
Localisation	Caractéristiques				
Nom de la rue : _____ Tronçon : _____ Rue transversale : _____ Longueur du tronçon : _____ Côté : <input type="checkbox"/> Pair Largeur du trottoir : _____ <input type="checkbox"/> Impair	<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 50%;"> Type : <input type="checkbox"/> Trottoir <input type="checkbox"/> Bordure <input type="checkbox"/> Trottoir boulevard <input type="checkbox"/> Monolithique </td> <td style="width: 50%;"> Matériaux : <input type="checkbox"/> Béton <input type="checkbox"/> Enrobé <input type="checkbox"/> Granit <input type="checkbox"/> Autre </td> </tr> <tr> <td colspan="2" style="text-align: center;"> Hauteur du cours d'eau adjacent au tronçon (mm) Début : _____ 1/3 : _____ 2/3 : _____ Fin : _____ </td> </tr> </table>	Type : <input type="checkbox"/> Trottoir <input type="checkbox"/> Bordure <input type="checkbox"/> Trottoir boulevard <input type="checkbox"/> Monolithique	Matériaux : <input type="checkbox"/> Béton <input type="checkbox"/> Enrobé <input type="checkbox"/> Granit <input type="checkbox"/> Autre	Hauteur du cours d'eau adjacent au tronçon (mm) Début : _____ 1/3 : _____ 2/3 : _____ Fin : _____	
Type : <input type="checkbox"/> Trottoir <input type="checkbox"/> Bordure <input type="checkbox"/> Trottoir boulevard <input type="checkbox"/> Monolithique	Matériaux : <input type="checkbox"/> Béton <input type="checkbox"/> Enrobé <input type="checkbox"/> Granit <input type="checkbox"/> Autre				
Hauteur du cours d'eau adjacent au tronçon (mm) Début : _____ 1/3 : _____ 2/3 : _____ Fin : _____					

Relevé de trottoir				
Schéma du tronçon	# civique ou chaînage	Code de dégradation (ref. tableaux 4.1 et 4.2)	Description des défauts (ref. tableaux 4.1 et 4.3) et références aux photographies	Cote de sévérité (ref. tableau 4.3)

Besoins d'intervention/niveau de sécurité _____ Commentaires (réf. section 7.1) _____ _____	<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <th colspan="4" style="text-align: center;">Évaluation globale du trottoir (réf. tableau 4.5)</th> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">Aucune</td> <td style="text-align: center;">Faible</td> <td style="text-align: center;">Moyenne</td> <td style="text-align: center;">sévère</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">%</td> <td style="text-align: center;">%</td> <td style="text-align: center;">%</td> <td style="text-align: center;">%</td> </tr> </table>	Évaluation globale du trottoir (réf. tableau 4.5)				Aucune	Faible	Moyenne	sévère	%	%	%	%
Évaluation globale du trottoir (réf. tableau 4.5)													
Aucune	Faible	Moyenne	sévère										
%	%	%	%										
Identification du personnel Réalisé par : _____ Date : _____ Vérifié par : _____ Date : _____													

Voir verso

Figure 5.1: Fiche d'inspection des trottoirs

6. IDENTIFICATIONS DES TECHNIQUES D'INTERVENTION

Les techniques d'intervention se divisent en trois familles soit les techniques de réhabilitation, la reconstruction partielle et les réparations temporaires.

6.1 Techniques de réhabilitation

6.1.1 Chape adhérente

Cette méthode a été développée et est utilisée par la Ville de Québec et son Service de l'ingénierie. Elle n'est pas appliquée pour les bordures seules.

Une chape de béton est mise en place après une préparation des surfaces par scarification. (Voir annexe A5-1)

6.1.2 Resurfaçage par scarification/meulage

La méthode permet de corriger les défauts de surface en utilisant des équipements existants qui sont utilisés dans la construction de chaussées de béton. La méthode comprend une scarification à un niveau prédéterminé suivi d'un meulage afin de réduire la rugosité de la surface scarifiée

La méthode décrite a été initialement utilisée pour la correction de 6 000 m² de surface au début des années 1990. La surface est corrigée en deux opérations. Initialement la surface est scarifiée jusqu'au niveau désiré. La scarification enlève environ 5 mm par passage. La texture est par la suite améliorée par un meulage rotatif horizontal. (Voir annexe A5-2)

6.1.3 Techniques de corrections minces

La technique repose sur l'application d'une faible épaisseur, de l'ordre de 3 à 25 mm d'un mortier cimentaire à la surface du trottoir et pouvant inclure des épaufrures dans la bordure.

Des équipes mobiles existent dans certaines villes dont la Ville de Longueuil et la technique fait, ou a fait l'objet de recherche à la Ville de Québec et dans l'arrondissement Villieray/Saint-Michel/Parc Extension de la Ville de Montréal. (Voir annexe A5-3)

6.1.3.1 Resurfaçage

Divers autres types de matériaux et de techniques peuvent être évalués pour le resurfaçage des surfaces cependant elles ne sont généralement pas courantes.

Ces techniques incluent, sans s'y limiter :

- Les resurfaçeurs à base asphaltique avec ou sans charge minérale. La couleur noire limite son utilisation pour des trottoirs. Ce type de matériaux est principalement utilisé pour la correction et l'entretien de pavage;
- Les resurfaçeurs acryliques, avec ou sans charge minérale. Ce type de matériaux est couramment utilisé pour les courts de tennis;

- Les scelleurs acryliques pénétrants et colorés. Leur fiche technique ne recommande généralement pas leur utilisation sur des surfaces horizontales où il peut y avoir de l'abrasion. Ce type de scelleur a été utilisé pour uniformiser la couleur du béton (par exemple au Port de Montréal).

6.1.3.2 Correction par sciage d'un soulèvement horizontal

La méthode consiste à enlever l'épaisseur requise pour recréer une surface acceptable pour les usagers. La méthode comprend le sciage avec une ou des lames diamantés de la surface en surplomb.

Cette technique est la même que pour scier une bordure ou un trottoir monolithique par contre la surface obtenue est moins rugueuse.

Une surface de béton dangereuse pour les usagers peut être corrigée temporairement par un sciage horizontal. L'intervention est temporaire dans la mesure où il n'y a pas d'intervention sur la cause du désordre.

6.2 Techniques de reconstruction partielle

La largeur minimale d'une intervention dans un trottoir est égale à la distance entre deux joints esthétiques ou son équivalent dans une bordure. Sauf pour les bordures, le découpage à la scie diamanté à l'eau est toujours réalisé à l'endroit d'un joint existant. Les boues de sciage doivent être enlevées immédiatement après le sciage.

Toutes les réparations aux cours d'eau, aux entrées charretières et aux revêtements de sol (engazonnement) doivent, si les conditions climatiques le permettent, être réalisées dans les 10 jours ouvrables suivant le bétonnage des bordures et trottoirs.

Les enrobés bitumineux peuvent être mis en place dès que le béton a atteint une résistance d'au moins 20 MPa.

Les travaux de reconstruction partielle sont comparables à une construction neuve sauf pour l'insertion des goujons, la protection accrue des aires de travaux et la cure des éléments qui peut être dirigée vers l'utilisation des produits de cure faisant membrane. Les travaux de reconstruction devraient satisfaire les exigences de la norme BNQ 1809-500 « Travaux de construction – Trottoirs et bordures en béton. (Voir annexe 6).

6.3 Réparations temporaires

Pour la sécurité du public, des solutions temporaires peuvent être envisagées pour la réparation des trottoirs, (telles l'application d'une couche d'enrobé, ou de mortier à prise rapide). Ces interventions ont l'avantage d'être rapides. Cependant pour des raisons d'esthétique et de durabilité ces travaux doivent être repris. (Voir annexe 7).

7. GESTION DES INTERVENTIONS

En termes de gestion, il y a lieu de distinguer des critères de gestion des éléments d'intervention.

7.1 Critères d'intervention

7.1.1 Critères reliés à la sécurité

Les critères suivants peuvent affecter la sécurité des usagers de trottoirs dans le cas où les dégradations sont jugées sévères. La liste énumérative des dégradations reliées à la sécurité des trottoirs s'établit comme suit :

- béton fracturé;
- décalage vertical;
- mouvements différentiels;
- ouverture du joint longitudinal;
- décalage horizontal;
- pentes inverses occasionnant une accumulation de glace.

En regard de ces éléments, les prises de décision devraient tenir compte de l'accessibilité des trottoirs pour les personnes malvoyantes et handicapées.

Les plaintes des citoyens doivent aussi être jugées en regard de ces éléments affectant la sécurité.

Il revient au gestionnaire de sensibiliser son personnel à ces types de dégradations. Quand elles sont jugées sévères, l'intervention de correction doit être réalisée à court terme.

Pour les pentes inverses, la condition de sécurité est reliée à la formation de glace en condition hivernale. L'inspecteur accordera une attention spéciale aux conditions de drainage.

Le cône d'éclatement, bien qu'il puisse affecter l'aspect esthétique des trottoirs, n'est pas un élément déterminant la décision d'intervenir par la municipalité.

Pour tous ces éléments, il y a une analyse à faire par le gestionnaire sur la nécessité d'intervenir à court terme.

7.1.2 Critères reliés à la gestion

La présence des autres dégradations identifiées au tableau 4.3 ne porte pas préjudice à la sécurité des usagers; mais ces dégradations sont plutôt reliées à l'esthétique des trottoirs. Tout dépend du plan de gestion de la municipalité. Ces dégradations fournissent cependant des critères de gestion. Avec ces critères, le renouvellement des trottoirs se fait sous la base d'autres considérations telles que : le plan de gestion intégré des infrastructures, les plaintes des citoyens, la localisation des trottoirs, etc. En particulier, les plaintes des citoyens constituent un critère important mais elles demeurent un critère parmi d'autres.

7.1.3 Fréquence des relevés

Cependant pour s'assurer de rencontrer les exigences au niveau des critères de sécurité, un relevé des conditions des trottoirs devrait être réalisé à tous les 5 ans. Un

premier relevé permet généralement de planifier d'autres relevés dans le temps quant aux critères de sécurité et de gestion.

7.2 Analyse coûts/bénéfices

Le choix de la technique d'intervention repose généralement sur des considérations telles que :

- L'état du trottoir : type, étendue et sévérité des dégradations;
- L'année de construction ou de la dernière réhabilitation;
- L'utilisation du trottoir : résidentielle, commerciale, récréative et autre;
- L'accès aux matériaux et techniques de réhabilitation;
- La période de l'année durant laquelle le trottoir sera reconstruit;
- La durée des travaux en terme de nuisance aux usagers (secteur commercial);
- L'évaluation globale du trottoir.

Les traitements potentiels doivent être classés par ordre de priorité selon les avantages et les coûts estimés. On peut procéder de plusieurs façons pour choisir les traitements les plus appropriés dont entre autre les analyses coûts-bénéfices. La justification du choix d'une technique de conservation des trottoirs de préférence à une réhabilitation ou une reconstruction doit être fonction de tous les coûts et avantages pertinents. L'analyse coûts-bénéfices permet de combiner et de quantifier les coûts et les avantages au cours d'une période d'analyse déterminée. Dans le cas des trottoirs, cette période est habituellement de plus de 40 ans.

À l'aide de ces analyses, il est possible d'évaluer l'avantage lié au fait de payer pour un entretien maintenant et de reporter la réhabilitation à plus tard. La programmation de l'entretien et de la réhabilitation des trottoirs doit être faite de concert avec les programmes de remise en état des chaussées et des infrastructures souterraines.

Le tableau suivant pourra servir de base à l'analyse des coûts-bénéfices

Tableau 7.1 : Estimation des coûts des interventions par rapport à une construction neuve

Description	Pourcentage d'une reconstruction (%)	Durée de vie (années)
Trottoir		
Reconstruction	100	> 40
Construction initiale (nouveau secteur)	55 - 65	> 40 ⁽¹⁾
Réhabilitation (±25 % de reconstruction)	110 - 130	Vie utile restante
Intervention locale (une section)	125 - 145	Vie utile restante
Scarification et meulage	35 - 45	Vie utile restante
Chape de béton (préparation par scarification)	60 - 75	> 10
Mortier de resurfaçage (préparation à l'eau sous-pression)	35 - 60	5 à 10
Intervention locale (±0,1 m ² /m ²)	60 - 75	5 à 10
Intervention à un bateau de porte	130 - 155	Vie utile restante
Correction par sciage d'un déplacement vertical	100 - 115	5 à 10 ans
Sciage d'un bateau de porte dans l'existant	20 - 25	Vie utile restante
Bordure		
Reconstruction	100	> 40
Construction initiale (nouveau secteur)	60 - 70	> 40 ⁽¹⁾
Réhabilitation (±25 % de reconstruction)	110 - 130	Vie utile restante
Sciage d'un bateau de porte dans l'existant	20 - 25	Vie utile restante

(1) Considérant une intervention sur 25 % des trottoirs après 25 ans.

Note : Estimation basée sur un projet de 4 à 6 rues en milieu urbain. Les estimations comprennent la mobilisation et la démobilitation, le travail, la disposition des rebus, la correction du pavage et des espaces gazonnés et la sécurité au chantier. Les estimations ne comprennent pas la gestion de la circulation et les coûts de l'utilisation du domaine public.

CONCLUSION

Ce document produit par le CERIU, au meilleur de la connaissance des membres du Comité, vise à établir les bases pour une meilleure gestion et évaluation des trottoirs. En l'absence de document de ce genre, ce guide vient combler un besoin exprimé par le milieu.

Ce document donne une aide à la décision pour le choix de la meilleure technique de réhabilitation à utiliser face à une dégradation des trottoirs

ANNEXE 1 : Exemple de fiche de relevé complété

FICHE D'INSPECTION DES TROTTOIRS	
Localisation	Caractéristiques
Nom de la rue : Rue Sainte-Anne	Type : <input checked="" type="checkbox"/> Trottoir
Tronçon :	<input type="checkbox"/> Bordure
Rue transversale : De la Chapelle et Quai fédéral	<input type="checkbox"/> Trottoir boulevard
Longueur du tronçon : 100 mètres Côté : <input checked="" type="checkbox"/> Pair	<input type="checkbox"/> Monolithique
Largeur du trottoir : 1.20 mètres <input type="checkbox"/> Impair	Matériaux : <input checked="" type="checkbox"/> Béton
	<input type="checkbox"/> Enrobé
	<input type="checkbox"/> Granit
	<input type="checkbox"/> Autre
	Hauteur du cours d'eau adjacent au tronçon (mm)
	Début : 120 1/3 : 150 2/3 : 120 Fin : 150

Relevé de trottoir					
Schéma du tronçon	# civique ou chaînage	Code	Description	Cote	
		de dégradation (ref. tableaux 4.1 et 4.2)	des défauts (ref. tableaux 4.1 et 4.3) et références aux photographies	de sévérité (ref. tableau 4.3)	
<p>De la chapelle</p> <p>rue transversale</p> <p>Quai fédéral</p>	260	ED	Photo 1 Marque: superficie de 100 cm ² Profondeur maximale de 40 mm		
	266	FA ECA EP	Photo 2 – bateau de Fissures à angles Écaillage Épaufrure	Moyenne (3) Moyenne (3) Sévère (4)	
	266	DV	Photo 3 Décalage vertical	Moyenne (3)	

Besoins d'intervention/niveau de sécurité Commentaires (réff. section 7.1)	Photo 1 : le décalage vertical représente un risque d'accident								
	Photo 2 : réparations à envisager pour éviter une dégradation plus sévère								
Identification du personnel Réalisé par : Employé travaux publics Date : 19 mars 2007 Vérifié par : Superviseur Date : 20 mars 2007	Évaluation globale du trottoir (réf. tableau 4.5) <table border="1"> <thead> <tr> <th>Aucune</th> <th>Faible</th> <th>Moyenne</th> <th>Sévère</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>90%</td> <td>0%</td> <td>5%</td> <td>5%</td> </tr> </tbody> </table>	Aucune	Faible	Moyenne	Sévère	90%	0%	5%	5%
Aucune	Faible	Moyenne	Sévère						
90%	0%	5%	5%						

Voir verso

ANNEXE 2 : Caractérisation des matériaux

Trottoir et bordure

Les principaux essais pour la caractérisation du béton des trottoirs et bordures et leur usage sont listés ci-après

- **Épaisseur**

Généralement mesurée à l'aide d'un ruban à mesurer. Elle est déterminée selon la norme ASTM C 174M « Standard Test Method for Measuring Thickness of Concrete Elements Using Drilled Concrete Cores » pour le contrôle qualitatif et pour les expertises.

L'essai permet d'établir la conformité à l'exigence de conception.

- **Résistance à la compression**

Elle est déterminée selon la norme CSA A23.2-14C « Prélèvement et détermination de la résistance à la compression de carottes de béton » suite à un conditionnement à l'humidité défini dans la norme. Des jeux de trois (3) essais de résistance sont requis pour évaluer la conformité de cette caractéristique aux exigences de conception.

- **Facteur d'espacement de bulles d'air**

Il est déterminé selon la norme ASTM C 457 « Standard Test Method for Microscopical Determination of Parameters of the Air-Void System in Hardened Concrete ». Les résultats d'essais permettent de qualifier la conformité du béton aux exigences de durabilité requise pour ces éléments.

- **Durabilité des surfaces au gel et dégel en présence de sels de déglçage**

Elle est déterminée selon l'Annexe B de la norme 2621-900 « Détermination de la résistance à l'écaillage du béton soumis à des cycles de gel-dégel en contact avec des sels de déglçage ». Les résultats d'essais permettent de qualifier la finition et la cure du béton.

- **Examen pétrographique du béton**

Cet essai peut s'ajouter dans le cadre d'expertise pointue.

L'essai est réalisé selon la norme ASTM C 856 « Petrographic Examination of Hardened Concrete ». L'essai peut inclure la description de lames minces du béton et plus rarement des observations sous un microscope électronique à balayage (MEB) ou à pression variable (MPV).

ANNEXE 3 : Caractérisation des fondations

• Description des sols, échantillonnage

La description des sols doit être faite selon le Manuel canadien d'ingénierie des fondations, chapitre 3, édité par la Société canadienne de géotechnique.

Un minimum d'un sondage par sections de rue (± 100 m) ou par déficience devrait être prévu.

Tous les sondages devraient avoir une profondeur minimale de 750 mm à partir de la surface du trottoir. Dans le cas d'une expertise en profondeur, il pourra être requis de prolonger les sondages jusqu'au terrain naturel

L'échantillonnage dans les sondages doit être fait en continu.

Un échantillon doit être prélevé sur le premier 200 mm sous les matériaux liés (béton ou enrobé). Par la suite, chaque couche doit être échantillonnée, décrite et la compacité évaluée (dense, compact, lâche). La présence de contamination (odeurs, rebuts) doit être notée.

Les sondages devraient se terminer à une profondeur d'au moins 150 mm dans le sol d'infrastructure. À la fin de l'échantillonnage les trous seront remplis de sable pour la fraction sol des sondages, avec un coulis ou mortier à prise rapide dans la portion béton.

Les sondages sont exécutés avec une carotteuse et/ou foreuse munie d'un carottier diamanté pour recouper les matériaux bitumineux et le béton et par battage d'un échantillonneur (type cuillère fendue) de diamètre intérieur de 118 mm ou plus, afin de prélever un volume d'échantillon représentatif des matériaux composant la structure.

Au besoin l'essai de pénétration standard (SPT) pourra être réalisé par un battage initial d'une cuillère fendue de 51 mm de diamètre extérieur pour la détermination des indices de pénétration des sols d'infrastructure et des sous fondations. Les détails concernant l'échantillonneur fendu et la procédure d'essai sont décrits à la norme ASTM D 1586.

• Essais en laboratoire

Les essais en laboratoire doivent au moins inclure pour les matériaux granulaires des analyses granulométriques. Ces analyses sont réalisées selon la méthode d'essai LC 21-040 « Analyse granulométrique » du ministère des Transports du Québec comprise dans la norme NQ 2560-114, ou selon la méthode CAN/CSA A23.2-2A « Analyses granulométriques des granulats fins et des gros granulats ». Elles permettent une évaluation initiale de la gélimité des matériaux.

Les caractéristiques physiques et mécaniques des matériaux granulaires seront évalués au besoin selon la norme NQ 2560-114-I « Travaux de génie civil – Granulats – Partie I : Définitions, classification et désignation », comprenant la Détermination du coefficient d'usure par attrition du gros granulats au moyen de l'appareil micro-Deval, procédure LC 21-070, et la Détermination de la résistance à l'abrasion au moyen de l'appareil Los Angeles, procédure LC 21-400.

Lorsque nécessaires, des essais en laboratoire doivent être réalisés pour déterminer les paramètres qui ne peuvent pas l'être par une inspection visuelle, comme le nombre

péetrographique du remblai granulaire. Cet indice combiné avec les analyses granulométriques peut se révéler important dans la prise de décision.

Le nombre péetrographique sera déterminé selon la norme CAN/CSA A23.2-15A «analyse péetrographique des granulats» ou selon la norme archivée BNQ 2560-900 «Granulats – Détermination du nombre péetrographique». Cette dernière procédure d'essai permet une comparaison avec les spécifications répandues lors de la construction initiale des nombreuses infrastructures.

Les essais préconisés pour la caractérisation des sols sont aussi compris à la section 3 du Manuel canadien d'ingénierie des fondations où il est stipulé que les essais en laboratoire (limites d'Atterberg, résistance non drainée, résistance au cisaillement, indice de densité) et la classification des sols au Canada suivent de près les procédures de l'American Society for Testing for Materials (ASTM).

ANNEXE 4 : Exemple de rapport de sondage

MUNICIPALITÉ OU COMPAGNIE				
LOGO	Client :	_____	Dossier N° :	_____
	Projet :	_____	Sondage N° :	_____
Rapport de sondage	Équipement :	_____	Date :	_____
		_____	Par :	_____

Profondeur - ()	STRATIGRAPHIE		Symbole	Niveau d'eau	ÉCH.	Essais de laboratoires et remarques
	Élévation - ()	DESCRIPTION			Numéro	

REMARQUES :	
Réalisés par : _____	Approuvé par : _____

ANNEXE 5 : Techniques de réhabilitation

A5-1 : Chape adhérente

a) Phases principales de réalisation

Elle comprend :

- le planage du trottoir entre 25 et 75 mm d'épaisseur;
- la disposition des déchets générés par la scarification et les démolitions partielles de la bordure;
- le nettoyage du béton;
- la fourniture et la pose des coffrages;
- l'ajustement des puisards et des têtes des structures d'accès aux services;
- la fourniture et la mise en place du béton;
- la réalisation des joints;
- la finition, la cure et la protection du béton;
- la protection du trottoir;
- le décoffrage et le nettoyage du site.

b) Principe de la mise en œuvre

- **Scarification de la surface**

L'entrepreneur doit scarifier la surface du trottoir à l'épaisseur désignée. L'épaisseur moyenne devrait être supérieure à 50 mm.

Les essais in-situ ont montré que la technique de préparation de la surface la mieux adaptée est la scarification. Les avantages sont la disponibilité d'équipements de taille réduite, la rapidité d'exécution, une faible génération de bruit vis-à-vis les autres méthodes, une faible production de poussière et l'enlèvement automatisé des déchets solides. Les coûts de préparation en utilisant la scarification sont inférieurs de l'ordre de 65 à 75 % par rapport à l'utilisation de marteaux pneumatique et à l'hydro-démolition.

La technique d'hydro-démolition peut être utilisée cependant la gestion de l'eau limite sa rentabilité et le niveau sonore est trop élevé. Le procédé d'hydro-démolition procure une démolition sélective du béton qui est obtenue par le contrôle de la pression et du débit de l'eau utilisée à la sortie du jet d'eau rotatif concentrique à déplacement latéral. Des pressions de près de 120 MPa ont été utilisées.

La scarification de la surface du trottoir est suivie de la démolition partielle de la bordure. L'arête en rive de rue de la bordure est démolie à l'aide d'un marteau-piqueur, afin d'obtenir un angle de $\pm 45^\circ$ jusqu'au niveau du pavage. La surface à obtenir est montrée à la figure A5-1.

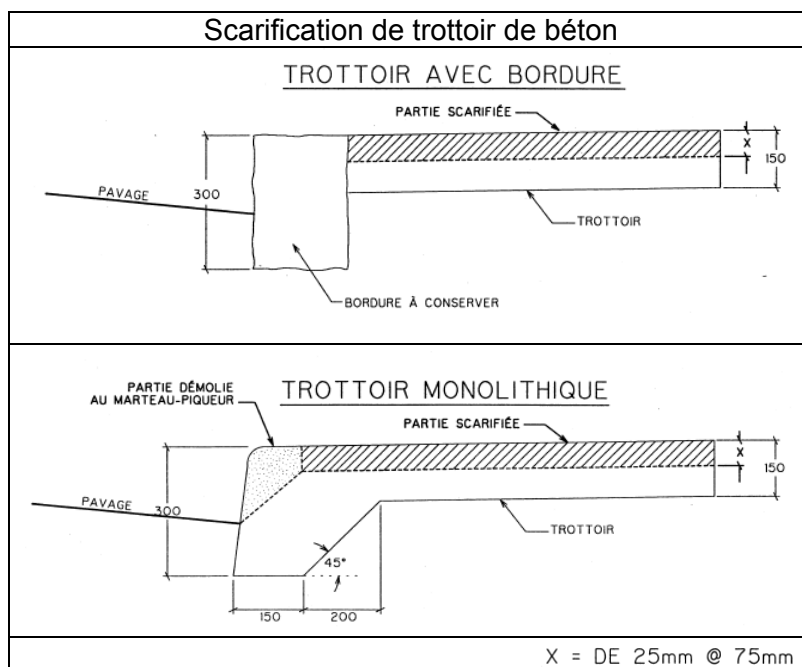


Figure A5-1 : Scarification de trottoir de béton

La préparation de la surface peut être limitée par l'arrière de la bordure. L'utilisation d'un balai (aspirateur mécanique) est nécessaire pour retirer les débris et les particules

L'utilisation de marteaux pneumatiques pour la préparation du trottoir est à proscrire car c'est une méthode lente, bruyante et coûteuse puisqu'elle représente près de 60 % du coût d'une intervention. De plus elle est potentiellement préjudiciable à l'adhérence en induisant une microfissuration plus ou moins importante dans le support selon la puissance de l'équipement utilisé.

- **Nettoyage de la surface**

Le nettoyage du trottoir et de la bordure doit être fait avec un jet d'eau sous pression ou d'air comprimé avec une pression acceptable afin de s'assurer que le béton conservé est bien solide et propre.

Le béton est saturé d'eau une heure avant le début du bétonnage et les accumulations d'eau sont évacuées par un jet d'air avant la mise en place du béton.

- **Qualité de béton requise**

Un béton d'une classe de résistance de 32 MPa, à gros granulat d'une grosseur maximale de 14 mm, à air entraîné, possédant un affaissement de 50 à 110 mm peut être spécifié.

L'utilisation de béton haute performance (BHP) est aussi envisageable.

Une barbotine de ciment et latex peut-être appliquée sur la surface avant la réalisation de la chape. Le gain d'adhérence qui peut être obtenu est contrecarré par les difficultés d'application et de respect du délai entre l'ajout du latex au ciment et au temps de recouvrement avec le béton de la chape qui doit être inférieur à 30 minutes généralement.

Un ciment de type GU est généralement utilisé. L'utilisation de béton contenant un ciment composé avec des ajouts cimentaires doit être documentée pour sa résistance en présence des sels de déglacage.

Un contrôle du retrait peut être obtenu par l'ajout d'un adjuvant réducteur de retrait et l'ajout de fibres structurales synthétiques.

- **Réalisation des joints**

Tous les joints doivent être localisés avant de débiter la scarification, afin d'être refaits exactement aux mêmes endroits. Pour chaque joint de dilatation et de retrait longitudinal, l'entrepreneur doit fournir et mettre en place une planche asphaltique satisfaisant les exigences de la norme ASTM D 1751, sur ces mêmes joints à la hauteur requise.

- **Mise en place du béton**

Un vibreur est utilisé pour s'assurer d'une consolidation adéquate de la bordure.

c) Application

Cette technique de réparation de trottoirs entraîne des économies initiales de près de 50% du coût d'une reconstruction lorsque la méthode est maîtrisée par les entrepreneurs.

Cette technique de réparation réduit la quantité de déchets solides d'environ 90%. Elle réduit également la consommation de matériaux neufs, bien que les coûts de la main d'œuvre et les équipements soient plus significatifs que le coût des matériaux.

En utilisant une durée de vie de 30 ans pour une reconstruction, la durée de vie de cette technique de réparation doit correspondre à un peu plus de 10 ans. Sur la base du comportement des sections réalisés par le passé cette durée du vie devrait être largement dépassée; ce qui permet de considérer la technique comme étant économique.

d) Restrictions et limites

La technique s'applique à la surface du béton, par conséquent le cœur du trottoir se doit d'être de qualité, sain et non fissuré. La méthode ne s'applique pas à des trottoirs présentant des problèmes de fondation (tassement, fissuration multiple, etc).

Des délaminations peuvent s'amorcer à partir des joints de contrôle de la fissuration. La méthode est sensible à une mauvaise qualité de la main d'œuvre (possibilité d'une faible adhérence à l'interface de la chape avec le béton d'assise).

e) Produits finis

La surface apparente est celle d'un trottoir standard.

A5-2: Resurfaçage par scarification/meulage

a) Phases principales de réalisation

La méthode comprend :

- la scarification de la surface
- le meulage
- la récupération des résidus

b) Principe de la mise en œuvre- Équipements

La technique utilisée pour enlever une épaisseur de matériel à la surface du trottoir, consiste à disposer sur un même arbre plusieurs lames diamantées, chacune étant espacée d'environ 2.5 mm. Lors du déplacement de la machine, les lames ainsi montées enlèvent donc l'épaisseur désirée de façon uniforme.

Les mécanismes de suivie des points de contact de l'appareil avec le trottoir doivent être conçus et agencés de manière à ce que l'arbre et ses lames diamantées suivent le profil et les ondulations du trottoir.

L'équipement de scarification doit être couplé à un dépoussiéreur afin d'éliminer au maximum les projections de béton et de récupérer les poussières. De plus une citerne à eau et un balai mécanique doivent être prévus pour le nettoyage et la récupération des débris.

L'équipement utilisé doit être auto-propulsé et doit avoir une largeur de travail la plus grande possible soit au moins 500 mm de largeur par passe et l'on doit pouvoir ajuster la profondeur de la coupe à n'importe quel niveau entre 0 et 10 mm.

L'équipement doit être conçu pour suivre facilement la trajectoire requise à l'aide d'une roue dirigeable.

Les appareils de planage ou de scarification composés des dents d'acier ne sont pas acceptables.

Les caractéristiques dimensionnelles typiques sont les suivantes :

Hauteur :	2,10 m;
Largeur :	1 m;
Longueur :	2,40 m;
Poids :	+/- 700 kg.

Typiquement, pour une largeur de travail de 500 mm, l'équipement comprend un minimum de 100 lames diamantées de 3 mm de largeur chacune.

c) Application

Le but des travaux de correction n'est pas d'éliminer les ondulations ni de reprofiler la surface du trottoir mais bien d'en enlever une couche plus ou moins épaisse correspondante à l'épaisseur des défauts.

La méthode est bien adaptée au problème des surfaces relié à la finition et à la cure et de formation de cônes d'éclatement. Elle est applicable lorsque les désordres sont superficiels.

d) Restrictions et limites

La méthode est limitée par l'encombrement, les obstacles. L'équipement ne peut s'approcher à plus de 250 mm du côté d'un mur, d'une bordure, d'un obstacle et à plus de 380 mm d'une façade.

e) Produits finis

La surface obtenue présente une série de stries. Cette texture produite par l'équipement se compare à un « Corduroy » où la profondeur des stries n'excède pas 1,8 millimètre. Les stries sont généralement espacées de 4 millimètres de centre en centre.

Les stries sont atténuées par meulage de la surface avec une meule à disques.

La surface finale s'apparente à un béton à gros granulats exposés par dénudage chimique de faible profondeur (1 à 3 mm).



Figure A5-2 : Surface d'un trottoir après scarification meulage

A5-3: Techniques de corrections minces

a) Phases principales de réalisation

Elle comprend :

- la préparation des surfaces par un nettoyage à l'eau sous pression et par des traits de scie
- l'application d'un mortier modifié de polymères
- la cure et protection

b) Principe de la mise en œuvre

Les surfaces devant recevoir une application de mortier cimentaire doivent être préparées afin d'obtenir une surface rugueuse pour permettre l'adhérence des couches de correction.

En fonction de la durée de vie recherchée pour les correctifs un scarificateur ou un nettoyage à l'eau sous-pression sera utilisé pour la préparation des surfaces.

Dans le cas d'un nettoyage à l'eau, la surface est traitée à l'aide d'un équipement à haute pression muni d'une buse rotative. La pression de nettoyage sera de 20 à 30 MPa (3000 à 4000 lb/po²).

Les mortiers cimentaires en sac utilisés pour la réhabilitation des surfaces doivent être faciles d'utilisation. La technique nécessite une équipe minimale (de 2 à 3 personnes) dont un cimentier applicateur.



Figure A5-3 : Unité mobile pour la réparation des trottoirs de la Ville de Longueuil, arrondissement Vieux-Longueuil

c) Utilisation de la technique

La technique est utilisée pour :

1. Les corrections de surfaces;
2. Les réparations des fissures, trous et épaufrures;
3. Les réparations d'une dénivellation.

1. Correction de surfaces

Les réparations de ce type comprennent des défauts à la surface des trottoirs et en dépression par rapport à l'élévation normale de ces derniers, ce qui comprend principalement des surfaces écaillées ou présentant, en superficie, une quantité significative de cônes d'éclatement.

Il peut s'agir de trottoirs présentant une bonne capacité structurale et des défauts ponctuels. Ce qui inclut les trous, les marques de pas, les écaillages et autres défauts semblables.

- **Matériaux**

Les matériaux doivent offrir une bonne adhérence au béton en place en plus de résister aux cycles de gel et de dégel en présence de sels de déglçage.

Il faut souligner que Laboratoire des chaussées du ministère des Transports du Québec a évalué et approuvé plusieurs mortiers cimentaires dont la liste est disponible sur le réseau Internet à l'adresse :

http://www.mtq.gouv.qc.ca/fr/publications/reseau/06liste_materiaux.pdf

Ils sont regroupés en trois catégories sous la norme MTQ 3801 en fonction du temps de prise : normale (N), rapide (R) et très rapide (TR). Les produits à prise normale (N) ou rapide (R) sont préconisés.

- **Mise en place**

Un jet d'air doit être utilisé pour évacuer l'excès d'eau des dépressions. Si les réparations ne sont pas réalisées durant l'heure qui suit les opérations de nettoyage, les surfaces doivent être saturées d'eau. Il faut suivre les recommandations du manufacturier des produits cimentaires pour la préparation, le dosage en eau et en latex, le temps et les équipements de malaxage, l'application et la cure des mortiers.

La plupart des mortiers étant modifiés avec des polymères, ils doivent être appliqués dans les trente (30) minutes qui suivent l'ajout de l'eau au mélange.

La finition de la réfection est conventionnelle et est effectuée au moyen d'une truelle de bois ou de magnésium pour l'obtention d'un fini rugueux. Il faut éviter une deuxième passe des équipements de finition afin de ne pas déchirer la surface de la couche de mortier.

Immédiatement après avoir complété la finition de la surface réparée, un matériau de cure doit être appliqué au taux recommandé par le manufacturier.

Lors de réparations tardives à l'automne, les mortiers doivent être protégés contre un premier gel et contre l'application de sels de déglçage. Cette protection, généralement obtenue avec des couvertures isolantes, doit être d'un minimum de 7 jours.

Il faut effectuer un joint scié d'au moins 10 mm de profondeur au-dessus de tous les joints de retrait.

2. Réparation de fissures, trous et épaufrures

Les réparations de ce type comprennent des défauts linéaires ou localisés sur les surfaces horizontales ou verticales des trottoirs.

Cette technique n'élimine pas les fissures car celles-ci se réfléchissent dans la correction de surface souvent après le premier hiver. Cependant, l'obturation des épaufrures ralentit la dégradation de la section de trottoir.

- **Préparation**

Il est nécessaire de procéder au nettoyage des fissures, trous ou épaufrures des trottoirs à réparer. Les morceaux de béton désagrégés doivent être enlevés de façon à ce qu'il ne reste que la partie saine du trottoir. La surface en béton à réparer est tout d'abord nettoyée avec un jet d'eau sous pression. Un jet d'air sous pression est ensuite appliqué pour évacuer l'excès d'eau des dépressions. Si les réparations ne sont pas réalisées durant l'heure qui suit les opérations de nettoyage, les surfaces à réparer doivent être saturées d'eau avant l'application des produits cimentaires.

Les surfaces peuvent être préparées pour qu'elles présentent un fini rugueux à l'aide d'un petit marteau à percussion d'au plus 8 kg en masse. Pour augmenter la durée de vie des réparations, il est possible d'installer des ancrages.

Dans le cas des réparations d'épaufrures de la bordure des trottoirs, des coffrages en bois ou en acier, huilés, avec des supports adéquats sont requis, afin de permettre une bonne consolidation des mortiers et assurer une bonne adhésion du mortier cimentaire à la bordure. Pour augmenter la durée de vie des réparations, les épaufrures doivent être délimitées par un trait de scie et des ancrages doivent être installés.

- **Matériaux et mise en place**

Les mêmes instructions et recommandations décrites en 1 pour les corrections de surfaces s'appliquent.

3. Réparation d'une dénivellation

Ce type de réparation est généralement requis pour corriger un tassement du sol ou des fondations ou des soulèvements par le gel ou par des racines d'arbres.

Les surfaces devant recevoir le mortier cimentaire peuvent être bouchardées pour qu'elles présentent un fini rugueux. Au minimum un nettoyage à l'eau sous pression sera réalisé. La réparation de dénivellation doit être délimitée par un trait de scie d'au moins 10mm de profondeur. Le travail de préparation et de réparation des surfaces est exécuté en appliquant les règles décrites en 1 pour les corrections de surface. Le mortier cimentaire sera choisi en fonction de l'épaisseur requise. Il pourrait inclure l'ajout de gros granulat, de classe granulaire 0-10 mm, au mortier.

Soulignons que les dénivellations peuvent aussi être corrigées temporairement par un enrobé bitumineux de type EB-10C, contenant un bitume régulier de classe PG 58-28 (consulter la section b) de l'Annexe 7).

c) Application

La technique de réhabilitation de trottoirs et bordures par correction mince est une méthode économique et rapide qui aide à assurer le confort et la sécurité des piétons tout en prolongeant la durée de vie des ouvrages jusqu'au moment de leur reconstruction.

Dans le cas des rues ayant fait récemment l'objet de réfection, il est très dommageable de procéder à la réfection de nouvelles sections de trottoirs et de créer des nouveaux joints dans le pavage en bon état. Lorsqu'on refait des sections de trottoirs dans des pavages en bon état, on réduit considérablement la durée de vie des pavages à cause de l'apparition de nouveaux joints dans les revêtements bitumineux. De plus, il faut considérer la mauvaise image attribuée à la gestion de la municipalité lorsqu'on doit reconstruire des sections de trottoirs dans un pavage neuf ou récemment refait.

L'utilisation de cette technique peut avantageusement être intégrée aux opérations d'entretien des infrastructures puisqu'elle permet de répondre rapidement aux plaintes des citoyens par une intervention rapide due à la légèreté de l'équipe requise.

Pour cause de limitations budgétaires et pour une bonne gestion des argents disponibles, les trottoirs ne peuvent pas tous être reconstruits dans une même période. La technique de corrections minces permet de mieux gérer les résultats des inspections, les observations ponctuelles et les plaintes de citoyens.

Des unités de réparations mobiles contenant tout le matériel requis pour les réparations de béton permettent l'exécution des travaux en régie.

Pour les municipalités où les ressources matérielles sont restreintes, elles peuvent faire appel à des entrepreneurs spécialisés. Le bordereau d'appel d'offres doit être basé sur un nombre d'intervention (et non pas la surface de chacune des interventions), le type d'intervention et les superficies (moins de 1 m², 1 à 3 m² par exemple).

d) Restrictions et limites

C'est une technique de correction qui est jugée temporaire mais elle est une alternative intéressante en attendant une reconstruction. La durée de vie anticipée de ce type d'intervention est de 5 à 10 ans.

La durée de vie des trottoirs peut être prolongée. Ainsi, certaines sections d'un trottoir, ayant atteint leur vie utile, peuvent être conservées de cinq à dix années de plus avant leur reconstruction dans un cadre plus global de réfection des infrastructures.

Les coûts reliés à cette technique sont estimés à environ 33% de coût de reconstruction des trottoirs.

e) Produits finis

Les trottoirs sont des éléments de sécurité publique mais l'aspect esthétique doit être pris en considération. La correction de la surface couvre donc la sécurité du public et l'esthétique. La finition correspond à celle d'un trottoir.

ANNEXE 6 : Techniques de reconstruction partielle

Travaux d'excavation

- **Sciage de la surface, enlèvement du béton en place**

Pour une réparation en profondeur, les traits de scie se font sur toute l'épaisseur de la dalle. Un soin particulier doit être pris pour éviter l'épaufrure des parois verticales, soit en faisant un sciage double de la partie à enlever.

- **Exécution du remblai**

Si requis, les remblais sous la fondation du trottoir doivent être faits par couches successives n'excédant pas une épaisseur de 300 mm avant compactage. Le fond de l'excavation sera généralement compacté avant la mise en place de la première couche de remblai.

Les remblais doivent être des matériaux compactables de nature minérale, et de même perméabilité que les sols environnant, excluant les sols organiques et les matériaux qui sont contaminés. L'utilisation d'un matériau granulaire MG doit être approuvé par un ingénieur en géotechnique.

Le compactage des remblais doit être fait selon les exigences des plans et devis de l'ingénieur. Le degré de compacité requis est généralement d'au moins 90% de la masse volumique maximale sèche déterminé selon la procédure d'essai du Proctor modifié (CAN/BNQ 2501-255).

- **Fondation de la chaussée**

Le long de la ligne d'infrastructure, le sol devrait être compacté avant la mise en place des fondations.

Pour un matériau granulaire de classe granulaire 0 – 20 mm ou 0-56 mm (tel que le MG 20 ou MG 56), le degré de compacité des couches successives doit être d'au moins 95% de la masse volumique maximale sèche déterminée selon la procédure d'essai du Proctor modifiée.

La compacité des matériaux à granulométrie étalée doit être vérifiée à l'aide d'un nucléodensimètre en conformité avec la norme ASTM D 2922.

- **Matériaux de la fondation du trottoir**

Il est fortement recommandé de prévoir une couche de matériau granulaire d'au moins 150 mm d'épaisseur entre le sol de fondation et le trottoir

Le matériau granulaire utilisé dans la fondation des trottoirs et bordures peut être une pierre nette de 20 à 40 mm de diamètre maximal ou d'une classe granulaire 0 – 20 mm bien graduée. Les matériaux granulaires satisfaisant les exigences de la norme NQ 2560-114-II ou IV peuvent être spécifiées.

Dans le cas de la pierre nette, l'utilisation d'une plaque vibrante est recommandée pour la mise en place de la fondation à son niveau final.

L'utilisation de matériau recyclé et tout autre type de matériau doit être approuvé par l'ingénieur avant d'être utilisé. Pour les reconstructions partielles et locales, les nouveaux matériaux granulaires doivent être de même nature et classe granulaire que l'existant afin de favoriser leur recyclage lors d'une reconstruction future.

- **Les goujons**

Ils sont constitués de barres lisses de 20 mm de diamètre.

Des goujons doivent être installés dans les coupes par sciage lors de la réfection de trottoir et bordure. Les trous sont avancés par percussion et rotation. Ces trous doivent être nettoyés avec un jet d'air comprimé avant l'insertion des goujons.

Leur espacement de centre en centre est de 300 mm. Ils sont placés au moment du coffrage. Ils doivent être insérés dans le trottoir au centre de l'épaisseur à 150 mm des bords du trottoir. Un minimum de deux goujons est à prévoir dans la coupe de bordure.

Les trous d'insertion et les goujons doivent être correctement alignés, parallèles entre eux et parallèles à la surface du trottoir de façon à permettre le mouvement horizontal du joint. On doit veiller à ne pas déplacer les goujons durant la mise en place du béton. Il est recommandé que les goujons soient fixés solidairement sur des supports ou des chaises, afin qu'ils conservent leur alignement dans tous les plans après la mise en place du béton.

- **Assurance qualité**

La norme NQ 1809-500, en son chapitre 5, donne les fréquences auxquelles réaliser les différents essais et contrôle sur les matériaux.

ANNEXE 7 : Réparations temporaires

a) Réparation au mortier

Les mortiers devraient être modifiés de polymères et satisfaire les exigences suivantes :

- Résistance minimale à la compression sur cylindre standard 35 MPa;
- Résistance maximale à la compression sur cubes 50 MPa;
- Adhérence au béton supérieure à 1,5 MPa à 28 jours ou rupture dans un béton de support de 30 MPa ou plus;
- Durabilité au gel et dégel supérieure à 80 après 300 cycles de gel et de dégel lorsque déterminée selon la norme ASTM C 666, procédure A;
- Perte surfacique à l'écaillage inférieure ou égale à 1 kg/m² ou 0,5 kg/m² lorsque soumis à 50 ou 56 cycles de gel et de dégel en présence de sels de déglacages lorsque évaluée selon la norme ASTM C672 ou NQ 2621-900, Annexe B. D'autres procédures d'essais sont aussi disponibles et peuvent être recommandées.

Pour les épaufrures, un mortier contenant des fibres structurales synthétiques est recommandé.

Pour des réparations temporaires dans la section bordure des trottoirs, il est recommandé d'installer des ancrages. Ils seront galvanisés ou recouverts d'un revêtement de protection contre la corrosion.

• Exécution

- Les aires devront être délimitées par des traits de scie d'au moins 15 mm de profondeur.
- La surface sera préparée par bouchardage au moyen d'un équipement léger à l'air ou d'un petit marteau-piqueur de moins de 8 kg de masse totale. L'épaisseur minimale d'une réparation devrait être de 15 mm.
- Des ancrages et un treillis métallique galvanisé ou un fil galvanisé devraient être installés dans les réparations d'épaufrures. Installer au minimum un ancrage par aire à réparer et un ancrage par 0,01 à 0,02 m² de surface (100 x 100 mm à 150 x 150 mm).
- Les surfaces seront nettoyées au jet d'air à la fin des préparations de surface.
- Installer un coffrage au besoin.
- Le béton doit être préhumidifié à saturation au moins 1 heure avant l'application du mortier.
- Ne pas préparer plus de mortier qu'il ne sera possible d'appliquer dans un laps de temps de 30 minutes après l'addition du latex au mélange.
- Avant l'application d'une première couche à la truelle, la surface devrait être enduite de mortier brossé avec une brosse à poils raides.
- Appliquer un produit de cure à couleur temporaire ou translucide ou une toile adsorbante imbibée d'eau pour les premières 24 heures.

Note : La durée de vie d'une réparation temporaire telle que le remplissage des marques de pas au mortier avec uniquement un nettoyage de la surface, est estimée de 5 à 7 ans.

b) Réparation à l'enrobé bitumineux

- Mettre en place un mélange présentant les caractéristiques suivantes EB-10C ou CH-10, bitume PG 58-28. Les gros granulats doivent satisfaire les exigences minimales d'une catégorie 4 et les granulats fins doivent satisfaire les exigences minimales d'une catégorie 2 selon la norme NQ 2560-114-I.
- Mettre en place en couches successives d'au plus 30 mm d'épaisseur.
- Chaque couche doit être cylindrée de façon à obtenir une compacité minimale de 92 % de la masse volumique maximale du mélange.
- L'épaisseur du trottoir en enrobé est généralement de 80 mm.

ANNEXE 8 : Documents de références

a) Règle de l'art du Guide National, 2004, Conception, construction et entretien des trottoirs

Cette règle de l'art a pour objet d'aider les décideurs à comprendre l'importance de construire des trottoirs sécuritaires et accessibles, et de proposer aux gestionnaires et aux employés des outils servant à améliorer les infrastructures de trottoirs. Il est important que l'accessibilité des trottoirs soit universelle pour la gamme complète des usagers, y compris ceux ayant une déficience visuelle ou à mobilité réduite. Les trottoirs sécuritaires réduisent également le risque pour les usagers et améliorent la satisfaction de ces derniers. Dans le présent document, on décrit les règles de l'art relatives à la conception, à la construction et à l'entretien des trottoirs qui se trouvent à l'intérieur de l'emprise publique. On y donne les grandes lignes de plusieurs aspects de la planification des trottoirs, notamment l'inventaire et l'évaluation des conditions actuelles, les lignes directrices relatives à la conception universelle et à l'emplacement des trottoirs, et le fondement du choix du matériau.

On présente des recommandations liées à divers aspects techniques de la conception des trottoirs, notamment l'emplacement des intersections et des voies d'accès pour autos. Le document inclut les lignes directrices relatives à l'amélioration de l'accessibilité aux trottoirs pour les usagers ayant une déficience visuelle ou à mobilité réduite. On y donne un aperçu des techniques qui permettent de minimiser les dommages causés aux trottoirs par les racines d'arbres, de même que des considérations relatives à la conception en fonction de l'hiver.

Les pratiques en matière de construction ont d'importantes répercussions sur la durée de vie utile des trottoirs. Le document contient les grandes lignes des méthodes de construction et des spécifications de matériau recommandées relativement au béton coulé en place, à l'enrobé bitumineux et aux pavés autobloquants. Après leur construction, il se peut que les trottoirs se soulèvent, s'inclinent ou se fissurent suivant divers motifs et ce, pour diverses raisons. On décrit divers mécanismes de défaillance et les mesures correctives pertinentes.

L'entretien d'hiver des trottoirs varie de façon importante à travers le Canada. Certaines municipalités déneigent les trottoirs et y épandent du sel et du sable, tandis que d'autres municipalités considèrent que c'est là la responsabilité des propriétaires riverains. On présente dans le document une recommandation quant à la manière d'aborder l'entretien d'hiver.

L'entretien préventif est une mesure rentable qui permet de minimiser les coûts du cycle de vie des trottoirs. Parmi les mesures connexes, on retrouve un drainage adéquat de la surface du trottoir et de l'accotement, la coupe des racines d'arbres et la réparation des défauts localisés avant que le problème prenne de l'ampleur.

b) Benoît Bissonnette, Pierre Gauthier, Michel Pigeon, INFRA 2000, développement et exploitation d'une technique de réhabilitation des trottoirs en béton

Cette présentation résume les différentes étapes d'un projet expérimental mené conjointement par la Ville de Québec et la Chaire industrielle sur le béton projeté et les réparations en béton de l'Université Laval et qui s'est soldé par la mise en application

d'une technique d'entretien préventif consistant en une remise en état des trottoirs présentant des désordres de surface par la pose d'une chape de recouvrement adhérente. Au cours des phases d'expérimentation in-situ qui se sont échelonnées sur trois ans, trois techniques de préparation de la surface et trois types de béton de réparation ont été étudiés. Les résultats obtenus ont démontré qu'il est possible de mettre en œuvre des «réparations minces» (50 à 75 mm) durables avec un béton à trottoir de formulation usuelle et que la technique de préparation de la surface la mieux adaptée est la scarification à froid, appelée communément planage. Depuis 1997, la technique est utilisée à plus grande échelle et près de 5000 m² de trottoir ont été réparés à ce jour sur le territoire de la Ville de Québec. Comparativement à la reconstruction intégrale, la technique proposée entraîne des économies de l'ordre de 50% et permet de réduire la quantité de déchets solides d'environ 90%.

c) NQ, 1809-500, 2006, Travaux de construction – Trottoirs et bordures en béton

Ce devis normalisé spécifie les clauses techniques pour la construction et la reconstruction de trottoirs et de bordures en béton afin d'obtenir des ouvrages durables et de qualité. Il traite notamment de la préparation de l'assise des trottoirs et des bordures, des différents types de coffrages et de la mise en place du béton, de sa finition, de sa cure et de sa protection.

Il s'applique à la construction et à la reconstruction de trottoirs et de bordures de chaussées et d'entrées privées ainsi que des trottoirs d'accès à tout lieu d'habitation et à tout autre type de bâtiment.

d) Carlos Chiva, Marquis Houle, 2004, Réhabilitation de trottoirs par la méthode de correction de surface à l'aide de mortiers cimentaires, arrondissement de Villeray-Saint-Michel-Parc-Extension

La technique de réhabilitation de trottoirs par correction de surface à l'aide de mortiers cimentaires à haute performance rejoint le principe de maintien de la pérennité des infrastructures en prolongeant la durée de vie des trottoirs endommagés mais qui présentent néanmoins une bonne condition structurale. Ainsi cette technique convenablement exécutée avec des ouvriers spécialisés peut permettre de prolonger la durée de vie de 8 ans.

Cette technique est un complément aux méthodes généralement employées. Elle est temporaire et permet de retarder la reconstruction.

Les mortiers cimentaires utilisés présentent des résistances en compression de l'ordre de 60 MPa alors que les spécifications de la résistance en compression pour du béton de ciment utilisé pour la reconstruction des trottoirs sont de 32 MPa.

Le fini esthétique avec de cette technique est intéressant: la possibilité d'appliquer l'agent de cure sur toute la surface de la dalle de béton en dépassant la zone spécifique donne l'impression que tout le trottoir a été refait. Elle n'élimine, cependant pas les fissures, car celles-ci se reproduisent sur la correction de surface après le premier hiver. L'obturation des épaufrures causée par les fissures ralentit néanmoins la dégradation de la section de trottoir.

C'est une technique délicate et sensible aux variations des conditions de pause. Les spécifications de manufacturiers de produits cimentaires doivent être rigoureusement respectées pour atteindre le degré d'efficacité requis.