

CONCEPTION, CONSTRUCTION ET ENTRETIEN DES TROTTOIRS

UNE RÈGLE DE L'ART DU GUIDE NATIONAL
POUR DES INFRASTRUCTURES
MUNICIPALES DURABLES

National Guide
to Sustainable
Municipal
Infrastructure



Guide national pour
des infrastructures
municipales
durables

Canada

NRC · CNRC



Conception, construction et entretien des trottoirs

Publication n° 1.0

Date de publication : août 2004

© 2004 Fédération canadienne des municipalités et le Conseil national de recherches du Canada

ISBN 1-897094-65-5

The contents of this publication are presented in good faith and are intended as general guidance on matters of interest only. The publisher, the authors, and the organizations to which the authors belong make no representations or warranties, either express or implied, as to the completeness or accuracy of the contents. All information is presented on the condition that the persons receiving it will make their own determinations as to the suitability of using the information for their own purposes and on the understanding that the information is not a substitute for specific technical or professional advice or services. In no event will the publisher, the authors or the organizations to which the authors belong, be responsible or liable for damages of any nature or kind whatsoever resulting from the use of, or reliance on, the contents of this publication.

TABLE DES MATIÈRES

Introduction	v
Remerciements	vii
Résumé	xi
1. Généralités	1
1.1 Introduction.....	1
1.2 Objet et portée.....	1
1.3 Mode d'utilisation du document	1
1.4 Glossaire	2
2. Justification	4
2.1 Contexte	4
2.2 Avantages.....	6
2.3 Risques.....	6
3. Description du travail	7
3.1 Planification et conception.....	7
3.2 Inventaire et évaluation de l'état des trottoirs.....	7
3.3 Conception universelle.....	8
3.4 Lignes directrices relatives à l'emplacement des trottoirs	8
3.4.1 Nouvelles emprises	9
3.4.2 Emprises existantes.....	9
3.4.3 Espace piéton	10
3.5 Matériaux pour trottoirs	11
3.5.1 Choix des matériaux	11
3.5.2 Matériaux	12
3.6 Considération en matière de conception	13
3.6.1 Pentes longitudinales et pentes transversales.....	13
3.6.2 Rampes de voie d'accès pour autos	13
3.6.3 Bateaux de trottoir	14
3.6.4 Fini de surface et jointoiment.....	16
3.6.5 Arbres et aménagement paysager	16
3.6.6 Considérations relatives à la conception en fonction de l'hiver.....	18
3.7 Construction.....	18
3.7.1 Sol de fondation	18
3.7.2 Couche de fondation	19
3.7.3 Matériaux et construction	21
3.7.4 Protection des arbres durant la construction d'un trottoir	25
3.8 Entretien.....	27
3.8.1 Mécanismes de défaillance	27
3.8.2 Racines d'arbres.....	28
3.8.3 Mesures correctives	29
3.8.4 Entretien d'hiver	30
3.8.5 Entretien préventif	31

4. Cas d'utilisation et limitations.....	33
4.1 Cas d'utilisation	33
4.2 Limitations.....	33
5. Avantages de l'utilisation du guide.....	35
6. Domaines de recherche future.....	37
Bibliographie	39

FIGURES

Figure 3-1 : Espace piéton dans une rue résidentielle type	10
Figure 3-2 : Espace piéton dans une zone commerciale type	10
Figure 3-3 : Trottoir en béton contigu à la bordure et au caniveau	11
Figure 3-4 : Rampe de voie d'accès pour autos là où le trottoir n'est pas contigu à la bordure.....	13
Figure 3-5 : Rampe de voie d'accès pour autos là où le trottoir est contigu à la bordure	13
Figure 3-6 : Éléments d'un bateau de trottoir	14
Figure 3-7 : Un seul bateau de trottoir à l'intersection.....	15
Figure 3-8 : Deux bateaux distincts à l'intersection.....	15
Figure 3-9 : Exemple de rainures dans un trottoir.....	15
Figure 3-10 : Exemple de rainures dans un trottoir.....	16
Figure 3-11 : Écran antiracines parallèle au trottoir	16
Figure 3-12 : Retrait en traction d'un trottoir en béton	27
Figure 3-13 : Affaissement d'un trottoir en béton	27
Figure 3-14 : Cintrage d'un trottoir en béton.....	27
Figure 3-15 : Fissures longitudinales.....	28
Figure 3-16 : Figures transversales.....	28
Figure 3-17 : Fissures en coin.....	28

INTRODUCTION

INFRAGUIDE – INNOVATIONS ET RÈGLES DE L'ART

Pourquoi le Canada a besoin d'InfraGuide

Les municipalités canadiennes dépensent de 12 à 15 milliards de dollars chaque année dans le domaine des infrastructures, mais cela semble ne jamais suffire. Les infrastructures actuelles sont vieillissantes et la demande pour un plus grand nombre de routes de meilleure qualité, et pour de meilleurs réseaux d'eau et d'égout continue d'augmenter. Les municipalités doivent offrir ces services en partie pour satisfaire les normes plus rigoureuses en matière de sécurité, de santé et de protection de l'environnement, et en réaction à la croissance de la population. La solution consiste à modifier la façon dont nous planifions, concevons et gérons les infrastructures. Ce n'est qu'en agissant ainsi que les municipalités pourront satisfaire les nouvelles demandes dans un cadre responsable sur le plan fiscal et durable sur le plan de l'environnement, tout en préservant la qualité de vie.

C'est ce que le Guide national pour des infrastructures municipales durables : Innovations et règles de l'art (InfraGuide) cherche à accomplir.

En 2001, par l'entremise du programme Infrastructures Canada (IC) et du Conseil national de recherches Canada (CNRC), le gouvernement fédéral a uni ses efforts à ceux de la Fédération canadienne des municipalités (FCM) pour créer le Guide national pour des infrastructures municipales durables (InfraGuide). InfraGuide est à la fois un nouveau réseau national de personnes et une collection de plus en plus importante de règles de l'art publiées à l'intention des décideurs et du personnel technique œuvrant dans les secteurs public et privé. En s'appuyant sur l'expérience et la recherche canadiennes, les rapports font état des règles de l'art qui contribuent à la prise de décisions et de mesures assurant la durabilité des infrastructures municipales dans six domaines clés : la voirie municipale, l'eau potable, les eaux pluviales et les eaux usées, la prise de décisions et la planification des investissements, les protocoles environnementaux et le transport en commun. On peut se procurer une version électronique en ligne ou un exemplaire sur papier des règles de l'art.

Un réseau d'excellence de connaissances

La création d'InfraGuide est rendue possible grâce à une somme de 12,5 millions de dollars d'Infrastructures Canada, des contributions de produits et de services de diverses parties prenantes de l'industrie, de ressources techniques, de l'effort commun des praticiens municipaux, de chercheurs et d'autres experts, et d'une foule de bénévoles du pays tout entier. En regroupant et en combinant les meilleures expériences et les meilleures connaissances des Canadiens, InfraGuide aide les municipalités à obtenir le rendement maximal de chaque dollar investi

dans les infrastructures — tout en étant attentives aux répercussions sociales et environnementales de leurs décisions.

Des comités techniques et des groupes de travail formés de bénévoles — avec l'aide de sociétés d'experts-conseils et d'autres parties prenantes — sont chargés des travaux de recherche et de la publication des règles de l'art. Il s'agit d'un système de partage des connaissances, de la responsabilité et des avantages. Nous vous incitons à faire partie du réseau d'excellence d'InfraGuide. Que vous soyez un exploitant de station municipale, un planificateur ou un conseiller municipal, votre contribution est essentielle à la qualité de nos travaux.

Joignez-vous à nous

Communiquez avec InfraGuide sans frais, au numéro **1 866 330-3350**, ou visitez notre site Web, à l'adresse <www.infraguide.ca>, pour trouver de plus amples renseignements. Nous attendons avec impatience le plaisir de travailler avec vous.

REMERCIEMENTS

Nous apprécions énormément le dévouement des personnes qui ont donné leur temps et partagé leur expertise dans l'intérêt du *Guide national pour des infrastructures municipales durables (InfraGuide)*, et nous les remercions.

La présente règle de l'art a été créée par des intervenants de municipalités canadiennes et des spécialistes du Canada tout entier. Elle est fondée sur des renseignements tirés de l'étude des pratiques municipales et d'une analyse documentaire approfondie. Les membres du comité technique des protocoles environnementaux dont on trouvera les noms ci-après, ont fourni des conseils et une certaine orientation. Ils ont été aidés par les employés de la Direction d'InfraGuide et par ceux d'R.V. Anderson Associates Limited.

Mike Sheflin	Ancien APA de la municipalité d'Ottawa-Carleton (Ontario)
Brian Anderson	Ontario Good Roads Association, Chatham (Ontario)
Vince Aurilio	Ontario Hot Mix Producers Association, Mississauga (Ontario)
Don Brennan	Province of Newfoundland
Don Brynildsen	Ville de Vancouver (Colombie-Britannique)
Al Cepas	Ville de Edmonton (Alberta)
Brian Crist	Ville de Whitehorse (Yukon)
Bill Larkin	Ville de Winnipeg (Manitoba)
Tim Smith	Cement Association of Canada, Ottawa (Ontario)
Sylvain Boudreau	Conseiller technique, Conseil national de recherches Canada, Ottawa (Ontario)
Shelley McDonald	Conseiller technique, Conseil national de recherches Canada, Ottawa (Ontario)

De plus, le Comité désire exprimer son appréciation aux personnes qui suivent pour leur participation aux groupes de travail.

Don Brynildsen	Ville de Vancouver (Colombie-Britannique)
Brian E. Crist	Ville de Whitehorse (Yukon)
Michel Dion	Axor Experts-Conseils Inc., Montréal (Québec)
Tim J. Smith	Cement Association of Canada, Ottawa (Ontario)
Alan Covey	Ville de Lethbridge (Alberta)
Brian E. Crist	Ville de Whitehorse (Yukon)
Michel Dion	Axor Experts-Conseils Inc., Montréal (Québec)
Darwin Kupskay	Ville de Winnipeg (Manitoba)
Harold McColm	R.V. Anderson Associates Limited

Dr. Balvant Rajani Conseil national de recherches Canada,
Ottawa (Ontario)

Le Comité voudrait aussi remercier les individus suivants pour participation aux révisions par les pairs :

Richard Jennings, Councillor	Ville de Gatineau (Québec)
Colin K. Sizer	Ville de Brampton (Ontario)
France Bernard	Ville de Verdun (Québec)
Rob Burak	Interlocking Concrete Paving Institute Members of the CNIB Advocacy Network

Cette règle de l'art n'aurait pu voir le jour sans le leadership et les directives du conseil de direction du projet, le Comité sur les infrastructures municipales et le Comité sur les relations dans le domaine des infrastructures du *Guide national pour des infrastructures municipales durables (InfraGuide)* dont les membres sont comme suit :

Conseil de direction

Joe Augé	Gouvernement des Territoires du Nord-Ouest, Yellowknife (Territoires du Nord-Ouest)
Mike Badham	Conseiller, ville de Regina (Saskatchewan)
Sherif Barakat	Conseil national de recherches, Ottawa (Ontario)
Brock Carlton	Fédération des municipalités canadiennes, Ottawa (Ontario)
Jim D'Orazio	Greater Toronto Sewer and Watermain Contractors Association, Toronto (Ontario)
Douglas P. Floyd	Delcan Corporation, Toronto (Ontario)
Derm Flynn	Ville d'Appleton (Terre-Neuve-et-Labrador)
John Hodgson	Ville d'Edmonton (Alberta)
Joan Lougheed	Conseillère, ville de Burlington (Ontario)
Saeed Mirza	Université McGill, Montréal (Québec)
Umendra Mital	Ville de Surrey (Colombie-Britannique)
René Morency	Régie des installations olympiques, Sutton (Québec)
Vaughn Paul	Services consultatifs techniques, Premières Nations d'Alberta, Edmonton (Alberta) Edmonton (Alberta)
Ric Robertshaw	Travaux publiques, région de Peel Brampton (Ontario)
Dave Rudberg	Ville de Vancouver (Colombie-Britannique)
Van Simonson	Ville de Saskatoon (Saskatchewan)
Basil Stewart, maire	Ville de Summerside (Île-du-Prince-Édouard)
Serge Thériault	Gouvernement du Nouveau-Brunswick

	Fredericton (Nouveau-Brunswick)
Tony Varriano	Infrastructure Canada, Ottawa (Ontario)
Alec Waters	Département des infrastructures d'Alberta, Edmonton (Alberta)
Wally Wells	The Wells Infrastructure Group Inc. Toronto (Ontario)

Comité sur les infrastructures municipales :

Al Cepas	Ville d'Edmonton (Alberta)
Wayne Green	Ville de Toronto (Ontario)
Mr. Haseen Khan	Gouvernement de Terre-Neuve-et-Labrador St-John's (Terre-Neuve-et-Labrador)
Ed S. Kovacs	Ville de Cambridge (Ontario)
Saeed Mirza	Université McGill, Montréal (Québec)
Umendra Mital	Ville de Surrey (Colombie-Britannique)
Carl Yates	Halifax Regional Water Commission (Nouvelle-Écosse)

Comité sur les relations dans le domaine des infrastructures :

Geoff Greenough	Ville de Moncton (Nouveau-Brunswick)
Barb Harris	Ville de Whitehorse (Yukon)
Joan Lougheed	Conseillère, ville de Burlington (Ontario)
Osama Moselhi	Université Concordia, Montréal (Québec)
Anne-Marie Parent	Parent Latreille et Associés, Montréal (Québec)
Konrad Siu	Ville d'Edmonton (Alberta)
Wally Wells	The Wells Infrastructure Group Inc. Toronto (Ontario)

Membre fondateur :

Association canadienne des travaux publics (ACTP)

RÉSUMÉ

La présente 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'asphalte 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, l'émondage des racines d'arbres et la réparation des défauts localisés avant que le problème prenne de l'ampleur.

1. GÉNÉRALITÉS

1.1 INTRODUCTION

Les trottoirs sont un élément intégral du paysage municipal, qui doit être sécuritaire et accessible à tous. Ils doivent permettre la circulation de tous les usagers, y compris ceux ayant une déficience visuelle ou à mobilité réduite. En incitant les gens à utiliser les trottoirs au lieu d'utiliser l'automobile, on favorise un style de vie plus sain.

La planification, la conception, la construction et l'entretien adéquats des trottoirs contribuent à l'atteinte de ces objectifs. L'appui des élus municipaux et de l'équipe de la haute direction de la municipalité est nécessaire à la mise en place et à la durabilité d'un réseau de trottoirs sécuritaire et accessible.

1.2 OBJET ET PORTÉE

La présente règle de l'art a pour objet d'aider les décideurs à comprendre l'importance de la sécurité et de l'accessibilité des trottoirs, et de proposer aux gestionnaires et aux employés des outils servant à améliorer les infrastructures de trottoirs. Il est important que les trottoirs soient universellement accessibles à toute la gamme des usagers, y compris les personnes ayant une déficience visuelle ou à mobilité réduite. En outre, lorsque les trottoirs sont sécuritaires, les risques pour les clients diminuent et la satisfaction de ces derniers augmente.

Lorsqu'on le conçoit et qu'on le construit selon les règles de l'art, on peut prolonger la vie utile d'un trottoir et ainsi réduire les coûts du cycle de vie. Il est ainsi possible d'optimiser des ressources financières municipales limitées.

1.3 MODE D'UTILISATION DU DOCUMENT

La section 2 contient certains renseignements généraux, de même que les avantages et les risques possibles qui sont associés à la mise en pratique de la règle de l'art.

La section 3 contient de l'information sur la planification, la conception, la construction et l'entretien des trottoirs.

La section 4 présente certaines considérations relatives à la mise en pratique de la règle de l'art relative aux trottoirs.

La section 5 décrit les avantages de la mise en pratique de la présente règle de l'art.

La section 6 donne un aperçu de suggestions de domaines de recherche liés aux trottoirs.

Tout au long du présent guide, le lecteur trouvera divers ouvrages de référence qu'il pourra consulter pour trouver de l'information supplémentaire ou obtenir des renseignements détaillés sur les spécifications et les normes contenus dans la présente règle de l'art.

1.4 GLOSSAIRE

Client — Dans la présente règle de l'art, les résidents et les usagers sont appelés « clients ».

Contrôle de la qualité — Mesures prises par un producteur ou un entrepreneur pour contrôler ce qui est en cours de fabrication ou d'exécution de manière à respecter les normes de bonne pratique relatives aux travaux.

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.

Élément d'actif — Élément physique d'une installation, qui possède une certaine valeur, permet la prestation de services et possède une vie économique de plus de 12 mois.

Entraînement d'air — Introduction intentionnelle d'air sous forme de bulles minuscules et déconnectées (généralement d'un diamètre inférieur à 1 mm) durant le malaxage d'un béton de ciment Portland, d'un mortier, d'un coulis ou d'un enduit, dans le but d'en améliorer les caractéristiques souhaitables, telles que la cohésion, la maniabilité et la durabilité.

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.

Groupe de travail/Section d'aménagement — Groupe multidisciplinaire composé de dix membres, formé par un comité technique et responsable de travaux techniques bien ciblés, liés à l'établissement de règles d'art.

Méthode du coût complet sur le cycle de vie — Méthode d'expression du coût, suivant laquelle on tient compte aussi bien des coûts d'immobilisations que des coûts d'exploitation et d'entretien au moment de comparer différents choix.

Niveau de service — La qualité de service définie en rapport avec une activité ou un domaine de service particulier et en rapport avec laquelle il est possible de mesurer l'efficacité du service. Les niveaux de service se rapportent habituellement à la qualité, à la quantité, à la fiabilité, à la réactivité, à l'acceptabilité sur le plan environnemental et au coût.

Pourtour de l'arbre à l'aplomb de la ramure — Le pourtour à l'aplomb de la ramure est la bordure définie par l'étendue du feuillage ou de la croissance de l'arbre.

Réhabilitation — Travaux visant à reconstruire ou à remplacer des pièces ou des constituants 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.

Remplacement — 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.

Usager d'un trottoir — Toute personne utilisant le trottoir, y compris les piétons et les personnes en fauteuil roulant.

2.0 JUSTIFICATION

2.1 CONTEXTE

Selon l'Institut de recherche en construction du Conseil national de recherches du Canada, on compte environ 100 000 km de trottoirs au Canada. On estime que 15 à 20 p. 100 de cette longueur ont besoin d'être remplacés, au coût estimé de 1,5 à 2,4 milliards de dollars.

Les ressources financières des municipalités sont limitées et les fonds disponibles ne permettent généralement pas de suivre le rythme de la détérioration des infrastructures. La durée de vie utile d'un trottoir en béton bien planifié, bien conçu et bien entretenu peut atteindre environ 80 ans. Cependant, d'après un sondage effectué dans le cadre de la préparation de la présente règle de l'art, la majorité des municipalités interviewées ont indiqué que la durée de vie utile de leurs trottoirs en béton était de 20 à 40 ans. Le présent document vise à offrir de l'information qui permettra de prolonger la durée de vie utile et donc d'économiser des sommes considérables, qui pourront être réaffectées de façon plus efficace et plus efficiente.

Les trottoirs sécuritaires, accessibles et agréables à l'œil sont un élément important des infrastructures de la municipalité. Il est important d'offrir aux usagers d'un trottoir un espace accessible et sécuritaire qui leur permettra de circuler à l'extérieur de la zone de circulation automobile. La détérioration des trottoirs peut entraîner des risques qui auront une incidence sur la sécurité du public.

La population du Canada est vieillissante et un plus grand nombre de personnes âgées circulent par conséquent sur les trottoirs. Selon la recherche effectuée par la ville de Lethbridge, en Alberta, les personnes âgées qui se déplacent à pied ne s'éloignent normalement pas de plus de deux pâtés de maisons de leur résidence. Une blessure causée par une chute sur le trottoir peut avoir d'importantes répercussions sur le style de vie d'une personne âgée et entraîner un coût important pour le système de soins de santé, non seulement en ce qui a trait aux soins dispensés immédiatement à la suite de la blessure, mais également pour ce qui est du suivi lié à la perte de mobilité.

L'emplacement d'un trottoir doit être fonction des besoins et de la sécurité des piétons. Compte tenu des ressources limitées dont elle dispose pour la construction et l'entretien des trottoirs, la municipalité doit optimiser le financement disponible et satisfaire les besoins les plus importants de la collectivité. Après avoir construit un trottoir dans l'emprise publique, la municipalité assume les coûts d'entretien, de réhabilitation ou de remplacement connexes.

Certaines pratiques en matière de conception et de construction des trottoirs n'ont toujours pas été modifiées, ce qui permettrait de contrer la défaillance prématurée des ouvrages. Les mauvaises pratiques d'entretien d'hiver peuvent elles aussi causer des dommages aux trottoirs, ce qui en réduit la durée de vie utile.

2.2 AVANTAGES

Les trottoirs accessibles et sécuritaires, lorsqu'ils sont correctement conçus, construits et entretenus, présentent un certain nombre d'avantages pour la collectivité et la société en général.

- Les trottoirs attrayants et fonctionnels favorisent l'exercice sain que constitue la marche, et réduisent le recours aux transports véhiculaires.
- Une conception et une construction appropriées facilitent l'utilisation des trottoirs par les personnes à mobilité réduite ou ayant une déficience visuelle.
- Les poussettes et tout autre matériel récréatif familial sur roues peuvent circuler confortablement.
- Les clients font moins de commentaires.
- Les coûts du cycle de vie sont réduits
- La durée de vie utile des trottoirs est prolongée.
- The service life of sidewalks is extended and the risk of injury to users is reduced.

2.3 RISQUES

On assume les risques énumérés ci-après quand on ne suit pas les règles de l'art.

- Les usagers des trottoirs sont moins en sécurité, ce qui résulte en une augmentation des blessures qu'ils subissent et fait augmenter les coûts connexes en soins de santé.
- Le niveau de service est réduit, ce qui mène à plus de demandes de renseignements de la part des usagers au sujet des trottoirs.
- La durée de vie utile est réduite, ce qui oblige la municipalité à remplacer les trottoirs plus tôt que prévu. Cela signifie une augmentation des coûts du cycle de vie des trottoirs.
- L'accessibilité pour les personnes à mobilité réduite ou ayant une déficience visuelle est moindre, ce qui limite leur utilisation des trottoirs.
- Les coûts d'entretien globaux augmentent.

Au départ, la mise en pratique de la présente règle de l'art risque de faire augmenter les coûts d'immobilisations, d'exploitation et d'entretien pendant la période durant laquelle la municipalité exécutera les travaux en retard. Cependant, à plus long terme, celle-ci profitera des avantages des règles de l'art en réalisant des économies nettes et en s'assurant de la durabilité des trottoirs, faisant ainsi preuve de diligence raisonnable.

3.0 DESCRIPTION DU TRAVAIL

3.1 PLANIFICATION ET CONCEPTION

La durée de vie moyenne d'un trottoir dépend de divers facteurs, notamment les conditions environnementales, les matériaux, les normes de conception, la qualité de la construction et les normes d'entretien. Quand les règles de l'art sont respectées pendant tout le cycle de vie d'un trottoir, la durée de vie prévue de l'ouvrage s'établit comme suit :

- Béton — 80 ans;
- Pavés autobloquants — 80 ans; et
- Asphalte — 40 ans.

Les trottoirs mal conçus et mal construits, et qui font l'objet de normes d'entretien inappropriées ont une durée de vie utile substantiellement plus courte. Dans certains cas, il a fallu remplacer les trottoirs moins de cinq ans après leur construction à cause de pratiques inappropriées.

Les renseignements qui se trouvent dans les sections suivantes donnent un aperçu des pratiques en matière de conception, de construction et d'entretien destinées à aider les municipalités à prolonger la durée de vie utile des trottoirs. Le coût moyen du cycle de vie du trottoir est alors plus bas et le financement dont la municipalité dispose est utilisé de façon plus efficiente.

3.2 INVENTAIRE ET ÉVALUATION DE L'ÉTAT DES TROTTOIRS

Chaque municipalité doit posséder un inventaire à jour de ses trottoirs qui inclut des renseignements sur l'emplacement des diverses défaillances. L'inventaire peut servir à fixer les priorités en matière de réparation ou de remplacement et à déterminer les crédits budgétaires qui assureront un financement durable.

L'inventaire doit être mis à jour régulièrement de manière à refléter les trottoirs ajoutés au réseau, de même que les réparations ou les remplacements récents. L'inventaire des trottoirs peut être combiné à celui des autres éléments d'actif municipaux. Le système d'inventaire doit également être capable de suivre les demandes de renseignements des clients et leur statut. Avec ces renseignements, les responsables peuvent suivre d'année en année l'état général des trottoirs et en informer la haute direction et le Conseil.

3.3 CONCEPTION UNIVERSELLE

La conception des trottoirs doit prendre en compte les besoins de tous les usagers. Parmi les caractéristiques des trottoirs qui ont une incidence importante sur l'accessibilité, on retrouve la pente et le type de surface ainsi que la conception et la construction des bords de trottoir. Ceux-ci permettent de passer du trottoir à la rue et ont donc une incidence directe sur l'accessibilité. Les lignes directrices recommandées sont présentées ci-après en partant de la Section 3.4.

Les piétons ayant une déficience visuelle ont en rapport avec la conception et la construction des trottoirs des besoins différents de ceux des clients qui se déplacent en fauteuil roulant. La surface et les bords du trottoir communiquent à ces piétons d'importants renseignements qui leur permettent de s'orienter. Cela est particulièrement important au niveau des bords de trottoir. **On trouvera ci-dessous** de plus amples renseignements sur un modèle de bord de trottoir recommandé qui vise à faciliter la circulation des piétons ayant une déficience visuelle. On peut trouver de l'information supplémentaire sur l'accessibilité pour les personnes en fauteuil roulant ou ayant une déficience visuelle dans un rapport préparé par la Federal Highway Administration du US Department of Transportation (1999) et intitulé *Designing Sidewalks and Trails for Access Part I of II: Review of Existing Guidelines and Practices*.

Le Access Board des États-Unis a élaboré des lignes directrices préliminaires relatives à la conception des divers éléments d'une emprise publique. On peut trouver les renseignements pertinents sur son site Web, à l'adresse – <http://www.access-board.gov/>.

Lorsqu'on reconstruit un trottoir au niveau d'une intersection ou d'une voie d'accès pour autos, on doit envisager de réviser la conception du trottoir et de la bordure de manière à y incorporer une rampe qui respecte les critères stipulés dans les lignes directrices relatives à l'accessibilité.

Dans les zones où la pente naturelle dépasse la pente maximale de 8 % permise pour les usagers handicapés, on doit envisager d'identifier le problème au moyen d'affiches et peut-être de prévoir une route de remplacement.

3.4 LIGNES DIRECTRICES RELATIVES À L'EMPLACEMENT DES TROTTOIRS

Les trottoirs doivent offrir un espace sécuritaire et confortable aux piétons, loin de la circulation automobile. Après avoir construit des trottoirs dans l'emprise publique, la municipalité assume la responsabilité de toute réparation, reconstruction, exploitation ou entretien futur durant la vie utile de l'élément d'actif. Il est donc important qu'elle reconnaisse sa responsabilité financière à long terme lorsqu'il s'agit de décider du moment et de l'endroit où des trottoirs sont requis.

3.4.1 NOUVELLES EMPRISES ROUTIÈRES

De façon générale, les municipalités ont élaboré des ententes qui indiquent les grandes lignes des types de nouvelles rues où il doit y avoir des trottoirs et qui précisent s'il doit y avoir un trottoir d'un seul côté ou des deux côtés de la rue. Le promoteur immobilier construit le trottoir selon les normes de conception et le devis descriptif municipal en vigueur, et transfère ensuite le trottoir à la municipalité.

3.4.2 EMPRISES ROUTIÈRES EXISTANTES

Dans le cas des vieux quartiers de la municipalité, surtout dans le cas des zones résidentielles, il se peut qu'aucun trottoir n'ait été prévu lors de la construction initiale de la chaussée. On doit prendre en compte les facteurs mentionnés ci-après au moment de déterminer les endroits dans la municipalité où il y a lieu de construire des trottoirs supplémentaires.

- Ajout de lignes de transport en commun ou d'itinéraires d'autobus scolaires;
- Provision d'un accès pour les personnes âgées ou handicapées;
- Augmentation du nombre de piétons;
- Ajout d'une installation, notamment d'une école, d'un établissement, d'un parc ou d'un complexe sportif;
- Présence d'autres installations qui créent une circulation piétonne (bibliothèque, centre communautaire, église, hôpital, zone ou centre commercial);
- Continuité des trottoirs (éviter les tronçons de trottoir manquants dans la mesure du possible);
- Recommandations de la collectivité;
- Vitesse des véhicules, circulation et nombre de camions;
- Données sur les collisions impliquant des piétons;
- Trottoir existant de l'autre côté de la rue;
- Type d'accotement et largeur de la chaussée; et
- Densité de la population.

La municipalité reçoit des requêtes et des demandes de renseignements de la part des clients relativement à la construction de nouveaux trottoirs le long de diverses rues. Il est recommandé que la municipalité utilise les critères mentionnés plus haut pour élaborer sa propre méthodologie et sa propre procédure de sélection lorsqu'elle envisage d'ajouter des trottoirs.

Lorsqu'il n'y a aucun trottoir, les piétons marchent normalement sur la chaussée, ce qui augmente la probabilité qu'ils subissent des blessures. Du point de vue de la sécurité, on doit donc envisager de construire un trottoir au moins d'un côté de la rue, dans le cas des routes à grande circulation et des routes collectrices. Dans le cas des rues locales, on doit évaluer les facteurs mentionnés plus haut et

déterminer les endroits où il y a lieu de construire des trottoirs. La mise en place d'un trottoir présente un risque, mais le fait de ne pas en construire peut aussi comporter un certain risque. La municipalité doit donc procéder à une évaluation qui lui permettra de déterminer sa responsabilité possible dans les zones où il n'y a aucun trottoir.

3.4.3 ESPACE PIÉTON

La largeur de l'espace piéton du trottoir doit être fonction de la demande en matière de circulation piétonne, qui est déterminée par le type d'utilisation des sols adjacents. Chaque municipalité doit fixer ses propres lignes directrices relativement à la largeur minimale de l'espace piéton, selon certains facteurs, tels que le volume de piétons, la classification de la route, l'utilisation des sols adjacents et la largeur de l'emprise routière.

L'espace où circulent les piétons doit être entièrement dégagé. Il ne doit y avoir aucun mobilier urbain, arbre, service public, poteau ou autre élément du paysage de rue. Les figures 3-1 et 3-2 illustrent des espaces piétons types de zone résidentielle et de zone commerciale. La pente et le fini du trottoir dans l'espace piéton doivent être compatibles avec les lignes directrices relatives à la conception universelle.

La présente règle de l'art recommande une largeur de trottoir minimale de 1,5 mètre. Lorsque le trottoir est contigu à la bordure sur une voie carrossable importante, on doit augmenter la largeur à 1,8 mètre. La largeur privilégiée qui permet à un adulte de croiser en toute sécurité une personne qui pousse un carrosse ou qui se déplace en fauteuil roulant, ou un enfant sur un tricycle, est de 1,8 mètre.

À proximité des hôpitaux, des écoles, des bureaux et des zones industrielles ou commerciales, là où le volume de piétons peut être important, on doit augmenter la largeur du trottoir en conséquence. Dans les zones commerciales ou de divertissement, on doit envisager une largeur de trottoir d'au moins 2 mètres.

Dans les zones résidentielles, les trottoirs doivent être loin de la chaussée, adjacents à la limite de propriété. Il faut désaxer le trottoir latéralement pour s'assurer de le construire dans l'emprise publique. Le désaxage procure également un corridor permettant la mise en place de divers éléments des services publics, tels que les bouches à clé et les robinets de canalisations de gaz.

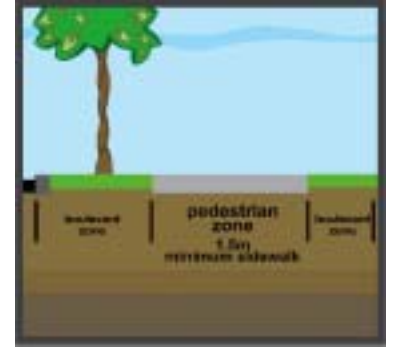


Figure 3-1 : Espace piéton dans une zone commerciale type.



Figure 3-2 : Espace piéton dans une zone commerciale type.

On recommande un désaxage d'au moins 0,5 mètre. Celui-ci permet également d'obtenir un certain dégagement par rapport aux murs de soutènement, aux clôtures et aux bordures de voies privées d'accès pour autos, ce qui facilite l'entretien des trottoirs municipaux durant l'hiver.

3.5 MATÉRIAUX DE TROTTOIR

3.5.1 MATÉRIAUX

Béton

Ce sont les trottoirs en béton qui sont les plus répandus en Amérique du Nord, à cause de leur aptitude au service à long terme et de leur faible coût d'entretien. Le coût de construction initial d'un trottoir en béton est plus élevé que celui d'un trottoir en asphalte. Le béton réfléchit plus de lumière que l'asphalte, ce qui réduit le coût de l'éclairage des trottoirs. Quand la chaussée adjacente est en béton bitumineux, il existe au niveau des couleurs un contraste visuel qui permet de bien distinguer la chaussée du trottoir.

Asphalte

Les trottoirs en asphalte présentent un coût de construction initial plus bas et une durée de vie utile plus courte que ceux d'un trottoir en béton. Ils sont toutefois plus susceptibles d'être endommagés dans le cadre des opérations de déneigement et exigent normalement plus d'entretien que les trottoirs en béton. On les utilise normalement là où la durée de vie utile peut être plus courte.

Pavés autobloquants

Un trottoir en pavés autobloquants peut être plus agréable à l'œil qu'un trottoir en béton ou en asphalte. Le coût de construction est normalement plus élevé que celui d'un ouvrage en béton. Il est recommandé que les pavés de béton utilisés dans le cadre d'un projet municipal respectent ou dépassent les exigences stipulées dans la norme CSA-A231.2 (dernière édition) de l'Association canadienne de normalisation, dont le titre est *Pavés de béton manufacturé*.

Les pavés autobloquants n'exigent aucun temps de cure en place et ne risquent donc pas de faire l'objet de vandalisme durant la cure. Ils peuvent tolérer un léger tassement de la surface de la fondation sans se fissurer. On sait que les joints des pavés autobloquants se remplissent à la longue de sédiments et de détritrus. Cela améliore les possibilités de ruissellement, mais la formation de flaques d'eau sera exacerbée en raison d'affaissements localisés si on ne prend pas soin de bien compacter le sol de fondation et la fondation supérieure.

Autres matériaux

Certaines municipalités des États-Unis utilisent le caoutchouc recyclé comme substitut du béton. Comme la première construction d'un trottoir en caoutchouc recyclé ne remonte qu'à 1999, l'évaluation des avantages et des limitations la long terme ne fait que commencer (Costello et Jones, 2003).

3.5.2 CHOIX DES MATÉRIAUX

D'après les résultats du sondage effectué dans le cadre de la préparation de la présente règle de l'art, la plupart des trottoirs situés dans une emprise routière publique sont en béton. L'asphalte est le deuxième choix, suivi par les pavés autobloquants. Il faut examiner le coût du cycle de vie avant de choisir un matériau.

Lorsqu'on choisit le matériau d'un trottoir, on doit prendre en compte les exigences des usagers qui poussent un carrosse ou qui se déplacent en patins à roues alignées, et de ceux à mobilité réduite ou ayant une déficience visuelle. En réduisant au minimum le nombre de joints dans la surface du trottoir, on facilite la circulation des fauteuils roulants, des poussettes et des patins à roues alignées. Les joints rendent également difficile le déplacement des clients ayant une déficience visuelle qui se servent d'une canne pour se déplacer dans l'espace de marche. Ceux-ci ont plus de difficulté à se déplacer sur les pavés en béton ou le béton matricé.

Emplacement

L'emplacement du trottoir et la durabilité requise sont d'autres éléments dont on doit tenir compte dans le choix du matériau. Quand le trottoir se trouve immédiatement derrière la bordure, il doit être plus durable que s'il était plus loin de la chaussée. Un trottoir construit à une certaine distance de la bordure risque moins d'être endommagé.

Dans les zones où le trottoir est contigu au dos de la bordure, il existe deux possibilités relativement à la conception et à la construction d'un ouvrage en béton. Un des choix consiste à faire en sorte que le trottoir et la bordure forment une structure monolithique, tandis que le second choix consiste à élargir l'arrière de la bordure sous le trottoir pour minimiser les chances que celui-ci s'affaisse. On construit alors le devant du trottoir par-dessus cette lèvre (figure 3-3). De nombreuses municipalités ont utilisé cette caractéristique de conception avec succès pour minimiser le tassement différentiel entre le bord avant du trottoir et le dos de la bordure.

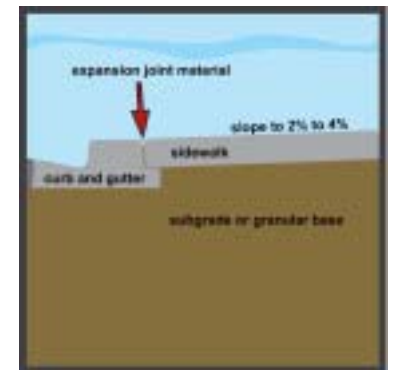


Figure 3-3 : Coupe type – Trottoir en béton contigu à la bordure et au caniveau.

On doit réduire au minimum l'utilisation des pavés autobloquants dans l'espace piéton, puisqu'ils ont une incidence sur les piétons à mobilité réduite ou ayant une déficience visuelle, tel qu'on l'a dit dans la section 3.3. Il se peut que ce genre de revêtement exige plus d'entretien en raison de l'affaissement de certains pavés, sauf lorsqu'il est posé sur une base en béton.

Durabilité

Dans certaines zones commerciales ou industrielles, les véhicules de service ont tendance à circuler ou à se garer sur le trottoir. Dans ces zones, il faut à tout prix que la conception du trottoir permette cette forme de chargement. Il faut alors modifier la coupe transversale du trottoir, ce qui peut signifier l'augmentation de l'épaisseur du béton et de la couche granulaire, selon le type de sol, les conditions environnementales et certains autres facteurs.

De même, aux intersections, la conception de la coupe transversale du trottoir doit prendre en compte la possibilité que les véhicules, surtout les camions, montent sur le coin du trottoir en effectuant le virage.

3.6 CONSIDÉRATIONS EN MATIÈRE DE CONCEPTION

3.6.1 PENTES LONGITUDINALES ET PENTES TRANSVERSALES

Généralement, la pente du trottoir suit celle de la chaussée. Les pentes longitudinales supérieures à 8 % ne sont pas recommandées. Lorsqu'on construit une pente longitudinale de plus de 9 mètres de longueur, on doit envisager de construire des aires de repos. La construction des trottoirs aux intersections et aux approches doit se conformer aux lignes directrices relatives à la conception des bateaux de trottoir, dont il est question plus loin.

La pente transversale recommandée est de 2 %. Elle peut varier de 1 à au plus 4 %, ce qui permet d'évacuer l'eau du trottoir de façon adéquate et de minimiser les inquiétudes quant au danger pour les piétons de perdre pied et de faire une chute.

3.6.2 RAMPES DE VOIE D'ACCÈS POUR AUTOS

Il est souhaitable que la rampe d'une voie d'accès pour autos n'empiète pas dans l'espace piéton, selon l'illustration de la 3-4. Il est recommandé de lui donner une pente maximale de 8 % entre la bordure et le devant du trottoir. Pour se conformer à cette ligne directrice, il se peut qu'on doive abaisser le trottoir partiellement dans la voie d'accès pour autos lorsque le trottoir est situé près de la bordure. Il est recommandé de recourir à cette approche plutôt que d'augmenter la pente transversale dans l'espace piéton, qui doit être gardée à la valeur recommandée de 2 à 4 %.

Lorsque l'accotement est étroit ou que le trottoir fait partie intégrale de la bordure, on peut construire le trottoir en dépression pour se conformer aux lignes directrices relatives à la conception pour fauteuils roulants. La pente du trottoir en dépression doit être d'au plus 8 % dans les approches de la zone en dépression de la voie d'accès pour autos, selon l'illustration de la figure 3-5. La pente transversale doit être maintenue à la valeur privilégiée de 2 % sur toute la largeur de la voie d'accès.

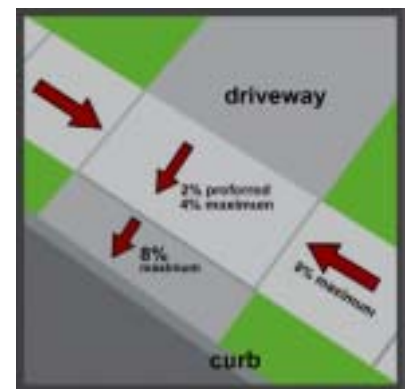


Figure 3-4 : Rampe de voie d'accès pour autos où le trottoir n'est pas contigu à la bordure.

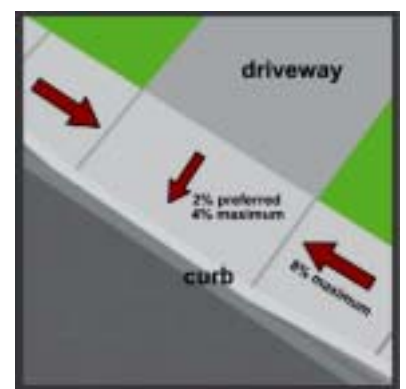


Figure 3-5 : Rampe de voie d'accès pour autos dans le cas où le trottoir est contigu à la bordure.

Au niveau d'une voie d'accès pour autos, on doit augmenter l'épaisseur du trottoir pour lui permettre de supporter la charge véhiculaire supplémentaire. Il est recommandé d'utiliser les épaisseurs minimales de trottoir en béton suivantes :

- Voies d'accès résidentielles – 150 mm; et
- Voies d'accès commerciales ou industrielles – 175 mm.

Dans les zones de voies d'accès pour autos ou d'allées où les fauteuils roulants doivent pouvoir accéder à la chaussée, on doit examiner la possibilité de prévoir une transition en douceur entre la bordure et la chaussée.

3.6.3 BATEAUX DE TROTTOIR

Les bateaux de trottoir permettent le passage universel du trottoir à la rue et vice versa. On les trouve normalement aux intersections, mais il peut aussi y en avoir entre les intersections.

Il existe divers modèles de bateaux de trottoir qui comprennent un certain nombre ou la totalité des éléments énumérés ci-après et dont on trouve l'illustration dans la figure 3-6 (U.S. DOT, 1999).

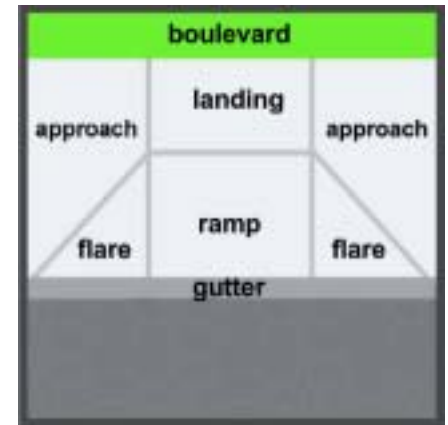


Figure 3-6 : Éléments d'un bateau de trottoir.

- **Bateau de trottoir** — Le palier permet à l'usager en chaise roulante de circuler dans l'intersection sans utiliser le bateau de trottoir. La largeur minimum de palier recommandée est de 1,2 mètre et la pente maximale, de 2 %.
- **Approche** — Zone de part et d'autre du palier, qui va du dos au devant du trottoir. La pente maximale recommandée ne doit pas dépasser 8 % selon les lignes directrices relatives à l'accessibilité.
- **Évasement** — Zone de transition entre le bateau de trottoir et les approches. Il est souhaitable que la pente de l'évasement ne dépasse pas 8 %. Cependant, si la pente est plus prononcée, il est recommandé d'augmenter la largeur du palier en conséquence. Dans une zone résidentielle, la zone de transition peut être gazonnée.
- **Rampe** — Transition inclinée entre le palier et la bordure. Pour que les lignes directrices relatives à l'accessibilité soient respectées, la pente de la rampe ne doit pas dépasser 8 %. La pente transversale privilégiée est de 2 % ou moins. La largeur privilégiée de la rampe doit être d'au moins 0,9 mètre, à l'exclusion de la largeur des évasements.
- **Caniveau** — Le caniveau se trouve au bas de la face avant de la bordure et permet le drainage le long de la rue. La pente maximale privilégiée de la surface du caniveau contiguë à la bordure ne doit pas dépasser 5 %. À la hauteur du bateau de trottoir, le bord du côté rue de la bordure doit être lissé à la truelle de manière à se trouver au même niveau que le caniveau.

À une intersection, la municipalité peut décider d'aménager un seul bateau de trottoir en diagonale au milieu du rayon de la bordure ou deux bateaux perpendiculaires distincts, soit un bateau à chaque passage pour piétons, de la façon illustrée dans les figures 3-7 et 3-8.

Il est recommandé d'aménager deux bateaux de trottoir perpendiculaires avec palier de niveau, parce qu'on considère qu'ils sont généralement plus sécuritaires et plus faciles à utiliser pour les piétons qu'un seul bateau de trottoir en diagonale. Dans le cas du bateau de trottoir en diagonale, celui-ci doit être assez large pour permettre aux personnes en fauteuil roulant de traverser l'intersection en ligne droite sans se retrouver au centre de celle-ci. L'aménagement d'un bateau de trottoir doit se faire aux quatre coins de l'intersection. Seuls les paliers et les bateaux doivent être faits d'un matériau massif lisse. Les évasements et les zones entre les bateaux peuvent être paysagés ou recouverts de pavés décoratifs.

On peut trouver des renseignements supplémentaires sur la conception des bateaux de trottoir dans le rapport préparé par la Federal Highway Administration du US Department of Transportation (U.S. DOT, 1999).

Déficience visuelle

Les piétons ayant une déficience visuelle n'utilisent pas les bateaux de trottoir de la même façon que ceux dont la mobilité n'est pas réduite. Il existe plusieurs méthodes qui permettent d'aider les personnes ayant une déficience visuelle au niveau d'une intersection, notamment les surfaces tactiles en relief, les matériaux dont les propriétés sonores sont contrastées, les rainures dans le trottoir et les dispositifs d'alarme sonore aux intersections munies de feux de circulation. Le rapport de la FHWA est une bonne source d'information au sujet des bateaux de trottoir et des piétons ayant une déficience visuelle (U.S. DOT, 1999).

Le Access Board des États-Unis a élaboré des lignes directrices préliminaires relatives à la conception des divers éléments d'une emprise publique. On peut trouver les renseignements pertinents sur son site Web, à l'adresse – <<http://www.access-board.gov/>>.

Il est recommandé d'effectuer des travaux de recherche au Canada en vue d'élaborer les lignes directrices relatives à l'amélioration de l'accessibilité aux trottoirs des piétons ayant une déficience visuelle.

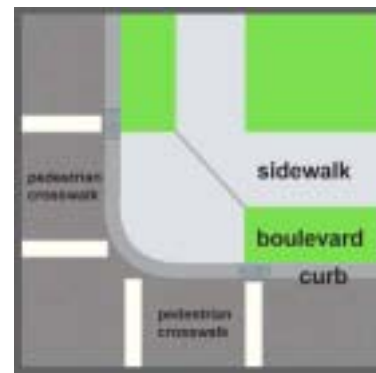


Figure 3-7 : Bateaux de trottoir – Un seul bateau à l'intersection.



Figure 3-8 : Bateaux pour trottoir – Deux bateaux distincts à l'intersection.



Figure 3-9 : Exemples de rainures dans le trottoir.

Les figures 3–9 et 3–10 illustrent des exemples de rainures aménagées dans le trottoir à Vancouver. Les traits sont parallèles à la ligne de foulée des véhicules sur roues et ne forment aucun parcours cahoteux. Ils aident également les personnes ayant une déficience visuelle qui se servent d'une canne.

3.6.4 FINI DE SURFACE ET JOINTOIEMENT

Pour rendre l'accès plus facile, il est important de minimiser le nombre de joints ou de traits décoratifs dans l'espace piéton. Il est recommandé de donner un fini brossé aux surfaces en béton, pour des raisons de sécurité. Les joints dans le trottoir doivent être le plus lisse possible pour faciliter le déplacement des véhicules sur roues, des personnes âgées et des gens ayant une déficience visuelle.

Dans le cas des pavés autobloquants, la variation en hauteur entre deux pavés adjacents doit être d'au plus 2 mm.

3.6.5 ARBRES ET AMÉNAGEMENT PAYSAGER

Les arbres sont un élément important du paysage urbain et ils offrent des avantages d'ordre esthétique, environnemental et social. Ils ajoutent de la valeur à la zone et il faut absolument les prendre en compte et voir à ce qu'il y ait un certain équilibre entre eux et les exigences des infrastructures routières.

d'une ville à une autre, d'un pâté de maisons à un autre et d'un arbre à un autre. Dans certains cas, il se peut que le trottoir ne soit jamais endommagé par un arbre qui lui est contigu. Par contre, un arbre de faible taille peut soulever le trottoir complètement et créer ainsi un important danger pour les piétons. L'ampleur des dommages causés à un trottoir n'est pas toujours connue, mais certaines variables telles que le type de sol, l'essence de l'arbre, l'espace de croissance et les pratiques en matière de construction semblent jouer un rôle central. La reconnaissance de ces dommages exige une gestion permanente et elle est essentielle à l'existence aussi bien de l'arbre que du trottoir. Par exemple, les arbres peuvent entraîner des coûts d'entretien considérables liés à la réparation des dommages causés aux trottoirs et aux autres infrastructures, notamment aux bordures, aux égouts et aux voies d'accès pour autos. Le rapport intitulé *Reducing Infrastructure Damage by Tree Roots: A Compendium of Strategies*



Figure 3–10 : Exemples de rainures dans le trottoir.

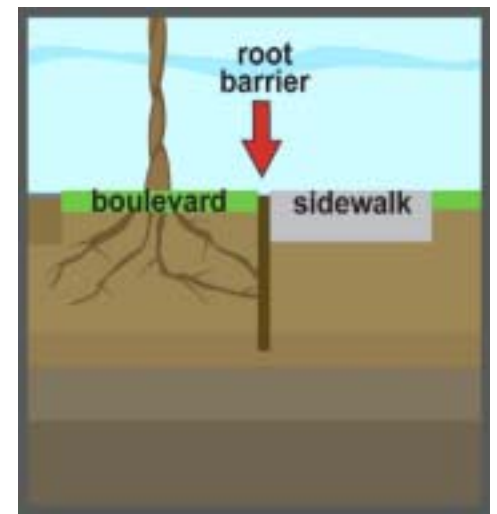


Figure 3–11 : Écran antiracines parallèle au trottoir.

(Costello et Jones, 2003) propose certaines stratégies de réduction des dommages possibles causés aux infrastructures. On trouvera dans la bibliographie l'endroit où s'adresser pour obtenir un exemplaire du rapport.

Le choix de l'essence appropriée à l'espace de plantation proposé est une stratégie préventive clé qui permet d'éviter les conflits subséquents avec les trottoirs et les autres infrastructures. Les essences dont le tronc devient très gros ou qui produisent des racines qui poussent près de la surface du sol risquent fort d'endommager les infrastructures, sauf quand la zone de plantation est assez grande; idéalement, celle-ci doit être identique à la superficie déterminée par le pourtour de l'arbre à l'aplomb de la ramure. Une autre possibilité consiste à augmenter l'espace autour des arbres établis en aménageant une courbe dans le trottoir. On peut aussi réduire la largeur de la chaussée ou éliminer des espaces de stationnement afin de créer de l'espace pour les arbres et l'aménagement paysager. En éloignant les racines du trottoir, on peut réduire les risques de dommages. Les écrans antiracines posés au bord du trottoir de la façon illustrée dans la figure 3-11 peuvent faire dévier les racines. L'écran peut être fait de panneaux thermoplastiques, de toiles, de jardinières mises en forme, de tabliers en béton ou de toiles pour aménagements paysagés imprégnées d'un composé chimique qui bloque l'étalement des racines. On peut également utiliser diverses méthodes servant à canaliser la croissance des racines dans des zones déterminées, telles que des tranchées ou des tuyaux remplis d'un sol favorable à l'enracinement (Costello et Jones, 2003).

On peut aussi utiliser du sol de structure pour répartir les racines d'arbres à travers le sol et réduire les chances que les trottoirs adjacents soient endommagés. Le sol de structure est un mélange de terre et de pierre ou de terre et d'un granulats dérivé, tel que l'ardoise ou le schiste expansé. On peut aussi utiliser un matériau de stabilisation dans le mélange pour en favoriser la consistance. Lorsque l'espace de plantation est restreint, on doit envisager d'utiliser le sol de structure comme produit de remplacement du sol naturel. On peut trouver de l'information sur le sol de structure et les écrans antiracines dans le document de Costello et Jones (2003).

À titre de ligne directrice, on peut enlever jusqu'à 30 p. 100 des racines à l'intérieur de la zone délimitée par le pourtour à l'aplomb de la ramure sans que cela nuise à l'arbre. La mise en place d'un matériau de remblai à l'intérieur de la limite du feuillage a elle aussi une incidence sur la santé de l'arbre et elle doit être minimisée dans la mesure du possible.

3.6.6 CONSIDÉRATIONS RELATIVES À LA CONCEPTION EN FONCTION DE L'HIVER

La conception des trottoirs doit viser à les rendre plus faciles à utiliser et à minimiser les effets de la neige et du vent en hiver.

Dans l'hémisphère nord, le vent dominant souffle du nord-ouest. Lorsqu'il n'y a un trottoir que d'un seul côté de la chaussée, on doit examiner la possibilité de construire l'ouvrage soit du côté nord, soit du côté ouest de la chaussée.

Les murs de soutènement, les culées et les piliers de ponts, de même que les protections pour les piétons telles que les écrans New Jersey, agissent comme barrières pare-neige, ce qui entraîne la formation d'amoncellements de neige en cas de poudrière. On doit tenir compte de la direction du vent lorsqu'on choisit l'emplacement d'un trottoir sur ou sous un pont.

L'aménagement d'un accotement entre la chaussée et le trottoir offre un endroit où entreposer la neige dans le cadre des opérations de déneigement des chaussées. Lorsque le trottoir est contigu à la chaussée, la neige chassée de cette dernière se retrouve sur le trottoir. Dans le cas d'une municipalité qui dégage les trottoirs en hiver, il est important que le déneigement ait lieu après celui des chaussées.

Il doit y avoir de grandes ouvertures dans le bas des écrans New Jersey et autres écrans semblables placés devant les trottoirs pour que le vent puisse chasser la neige des trottoirs. Ces ouvertures permettent également à la neige fondante de ruisseler du trottoir et de l'accotement vers la chaussée.

3.7 CONSTRUCTION

Les pratiques de construction ont des répercussions importantes sur la durée de vie utile des trottoirs. Les inspecteurs sur place qui s'assurent que les matériaux ont été compactés de façon appropriée jouent un rôle clé en s'assurant que la mise en place est réussie et que les défaillances prématurées sont réduites au minimum. Il est essentiel de compacter le sol de fondation et la fondation elle-même; il est donc important que tous les entrepreneurs comprennent l'importance d'obtenir les niveaux de compaction requis.

L'Institut de recherche en construction du Conseil national de recherches du Canada a effectué un certain nombre d'enquêtes sur la tenue des trottoirs en béton. Les solutions constructives 53 et 54 (RAJANI, 2002a et 2002b) sont particulièrement utiles; on peut trouver des renseignements sur la façon de se procurer ces publications à l'adresse <<http://irc.nrc-cnrc.gc.ca>>.

3.7.1 SOL DE FONDATION

On définit le sol de fondation comme le sol naturel qu'on nivelle et qu'on densifie de manière à obtenir une surface unie qui supportera le trottoir. Tous les matériaux gélifs doivent être enlevés du sol de fondation et remplacés par un matériau granulaire ou non gélif, dans la mesure du possible. Quand cela n'est pas possible, l'utilisation de ciment, de poussière de four à ciment ou d'un sol modifié à la chaux peut améliorer les propriétés mécaniques du sol. Il est important que le sol de fondation consiste en un matériau uniforme et qu'il n'y ait aucune modification soudaine des conditions de sol. Il doit être bien drainé et avoir une capacité portante uniforme.

Il est essentiel de compacter le sol de fondation uniformément jusqu'à obtention d'une densité égale à 98 % de la densité obtenue lors de l'essai Proctor normal. Il est également essentiel d'excaver et de recompresser correctement toutes les tranchées de services publics existantes qui traversent le trottoir, pour minimiser tout tassement différentiel du sol de fondation. Au minimum le compactage uniforme réduit le tassement différentiel et, par conséquent, les divers types de fissuration.

3.7.2 COUCHE DE FONDATION

La couche de fondation consiste en une couche de matériau granulaire placé sur le sol de fondation uniformément densifié. La règle de l'art consiste à mettre en place une couche de fondation granulaire et perméable d'au moins 100 à 150 mm sous un trottoir en béton ou en asphalte. À certains endroits, les conditions de sol et les conditions environnementales peuvent être telles que seule une couche de nivellement de matériau granulaire est requise sous un trottoir en béton. Dans le cas des pavés de béton autobloquants, il est recommandé de prévoir au moins 100 mm de matériau granulaire. Le matériau de la couche de fondation doit se prolonger d'au moins 150 mm au-delà du bord du trottoir pour assurer un support adéquat et il doit être compacté uniformément jusqu'à obtention d'une densité égale à au moins 98 % de la densité obtenue lors de l'essai Proctor normal.

Dans un rapport sur les trottoirs en béton préparé par l'Institut de recherche en construction du Conseil national de recherches du Canada (RAJANI, 2002b), on recommande fortement la mise en place d'une couche de 100 à 150 mm de matériau granulaire compacté, parce que cela réduit les contraintes en traction et la fissuration résultante. Le matériau de la couche de fondation offre également un support uniforme en formant un pont au-dessus des défauts mineurs du sol de fondation. Cela est important lorsque le sol sous-jacent est susceptible de diminuer de volume à la suite de l'épuisement de l'humidité ou de gonfler au gel durant la saison froide. L'investissement dans le matériau granulaire sera remboursé plusieurs fois par la prolongation de la durée de vie utile du trottoir.

Lorsque le trottoir se trouve immédiatement derrière la bordure, on doit envisager de poser un réseau de drains souterrains placés parallèlement à la bordure et raccordés à un puisard ou à toute autre sortie de drainage dirigé. Le drain

souterrain facilite l'élimination de l'eau de la couche de fondation et contribue à réduire le gonflement du trottoir sous l'effet du gel. Dans les régions froides, l'augmentation de l'épaisseur de matériau granulaire et l'inclinaison du sol de fondation vers la bordure peuvent elles aussi contribuer à réduire le soulèvement dû au cycle de gel et de dégel.

Le Interlocking Concrete Pavement Institute a préparé plusieurs spécifications techniques relativement à la conception et à la construction des pavés en béton. On peut trouver les spécifications à l'adresse <<http://www.icpi.org>>. Dans les régions froides et dans les régions où le sol est continuellement mouillé ou faible, l'épaisseur minimale recommandée pour la couche de fondation passe de 50 à 100 mm. Elle passe à 150 mm à la hauteur des voies d'accès pour autos. Il est recommandé d'utiliser une épaisseur minimale de 200 mm sur les sols qui se drainent lentement et les zones qui gèlent. Dans les régions froides et dans les zones où le sol est continuellement mouillé ou faible, l'épaisseur minimale recommandée augmente d'au moins 50 à 100 mm, ce qui donne une épaisseur minimale de 150 à 200 mm.

La compaction du sol de fondation et du matériau granulaire doit être d'au moins 95 % de la densité obtenue à l'aide de l'essai Proctor normal, dans le cas des trottoirs en béton coulé en place ou en asphalte, et d'au moins 98 % de celle obtenue à l'aide de l'essai Proctor normal, dans le cas des pavés autobloquants en béton. La surveillance et l'inspection de la densité du sol compacté et des matériaux de fondation feront en sorte qu'on sera plus certain de la stabilité de la surface au cours de la durée de vie utile du trottoir. On doit accorder une attention particulière à la mesure et à l'inspection de la densité dans les zones adjacentes aux bordures, aux bâtiments, aux structures de services publics et aux autres revêtements susceptibles de se trouver dans la zone du trottoir.

Tous les revêtements en pavés de béton autobloquants exigent la mise en place d'ouvrages de retenue de bordure qui maintiennent les pavés en place. Ces ouvrages sont ordinairement des bordures en béton. Dans le cas où on utilise des ouvrages de retenue en plastique, le matériau granulaire compacté doit se prolonger d'au moins 150 mm au delà du dos des ouvrages de retenue pour assurer un support adéquat.

On peut envisager d'utiliser un géotextile dans les régions où il existe un cycle de gel et de dégel ou par-dessus un sol de fondation glaiseux ou silteux et humide qui risque d'être en partie saturé d'eau durant l'année.

Il est important d'échantillonner et de vérifier les matériaux correctement, notamment de leur faire subir des essais de compactage, pour s'assurer d'utiliser les techniques de construction appropriées afin d'éviter de raccourcir la durée de vie utile du trottoir en ayant recours à de mauvaises pratiques de construction ou à un choix de matériaux et à une mise en place incorrects.

3.7.3 MATÉRIAUX ET CONSTRUCTION

Béton

Le béton sera exposé à des cycles de gel et de dégel, et aux sels de déglacage; la norme recommandée pour la construction de trottoirs en béton est donc la version la plus récente de la norme CSA– A23.1. Le résumé des spécifications mentionnées dans la norme s'établit comme suit :

- Résistance minimale à la compression à 28 jours : 32 MPa;
- Teneur en air fondée sur la grosseur maximale du granulat jusqu'à 20 mm (teneur recommandée de 5,5 à 8 %) ou de 4 à 7% si le granulat mesure jusqu'à 40 mm;
- Grosseur maximale du granulat jusqu'à 40 mm;
- Rapport eau de gâchage-ciment maximal : 0,45; et
- Classe d'exposition : C– 2.

On peut utiliser des ajouts cimentaires, en fonction des normes de la CSA et des conditions locales. Parmi les ajouts cimentaires, on retrouve le ciment de laitier, les cendres volantes et les fumées de silice.

L'épaisseur de la dalle d'un trottoir dépend du matériau du sol de fondation et de la charge par essieu prévue. La publication *Concrete Parking Areas Design and Construction* (ACCP-ACC, nd-a) de l'Association canadienne du ciment Portland (qui s'appelle maintenant l'Association Canadienne du Ciment, ou ACC) mentionne les épaisseurs de béton recommandées pour diverses charges d'essieu et conditions de sol de fondation. L'épaisseur minimale recommandée dans le cas des charges par essieu légères est de 110 mm, lorsque le sol de fondation est fait de sable ou de gravier, et de 130 mm, lorsqu'il s'agit de limon ou d'argile. Dans le cas des charges par essieu lourdes, qui seraient appropriées dans le cas de la plupart des voies d'accès pour autos, l'épaisseur minimale recommandée du béton est de 150 mm, lorsque le sol de fondation est fait de sable ou de gravier, et de 180 mm, lorsqu'il s'agit de limon ou d'argile. Les charges par essieu légères sont surtout les automobiles et certains véhicules commerciaux à essieu simple dont la charge peut atteindre 4 tonnes. Les charges par essieu lourdes sont les tracteurs semi-remorques à essieu simple de capacité maximale de 8 tonnes ou à essieux tandem d'une capacité maximale de 13 tonnes.

Il existe diverses sources d'information sur la construction des trottoirs en béton, notamment la publication (ACCP–ACC, nd-a et nd-b) de l'ACCP (maintenant l'ACC), de même que les solutions constructives 53 et 54 du Conseil national de recherches du Canada (Rajani 2002a et 2002b). On trouvera ci-après le résumé général des principales procédures de construction.

Coffrage et mise en place du béton

La construction d'un trottoir peut se faire à l'aide de formes en bois ou en métal, ou à l'aide d'une machine à coffrage glissant. On doit éviter de placer du béton sur une couche ou un sol de fondation gelé. On doit bien mouiller le matériau granulaire immédiatement avant la mise en place du béton ou poser un pare-vapeur sur le sol de fondation quand on n'utilise aucun matériau granulaire. La mise en place du béton doit être continue et le matériau doit être consolidé. On doit niveler le béton et appliquer le fini de surface approprié avant que le produit ne durcisse.

Pendant l'hydratation du béton, il est essentiel de bien faire la cure de toutes les surfaces apparentes du béton pour empêcher toute perte d'humidité. Il est important d'éviter les cycles de mouillage-séchage, puisque les méthodes de cure auront d'importantes répercussions sur la résistance, la durabilité et la longévité du trottoir.

Il est fortement recommandé de laisser tout le béton sécher à l'air pendant un mois avant d'appliquer des sels de déglacage. Quand on ne dispose pas d'une période d'un mois, on doit utiliser un rapport eau-ciment plus faible et éviter d'appliquer des sels de déglacage tant que la cure n'est pas terminée.

Par temps froid, à une température de 5 °C ou moins, le béton frais doit être protégé du gel pendant la période de cure requise. Parmi les méthodes de protection utilisées, on retrouve les matelas isolants, les toiles en polyéthylène et la paille ou les autres matériaux de même nature. On doit envisager d'utiliser un rapport eau-ciment plus faible pour minimiser la quantité d'eau qui entre dans la construction du trottoir.

In hot weather, at or above 30°C, the initial temperature of the concrete should be reduced to prevent shrinkage.

Joints

On doit placer un joint de dilatation pleine épaisseur entre le trottoir et tout autre ouvrage rigide, tel qu'un poteau, un mur, une borne-fontaine ou un bâtiment. Il doit également y avoir un joint de rupture au début et à la fin des tronçons de trottoir courbés, et à toutes les intersections. Reportez-vous aux publications de l'ACCP (maintenant l'ACC) pour trouver de plus amples renseignements. Le matériau utilisé pour les joints de dilatation consiste habituellement en un matériau compressible de 12 mm d'épais, ce qui permet aux tronçons de trottoir contigus de bouger indépendamment l'un de l'autre. Veuillez consulter les publications de l'ACCP-ACC pour de plus amples renseignements.

Les joints de retrait, qu'on appelle aussi joints de construction, permettent aux fissures dues à la contraction par retrait hydraulique de se produire à un endroit où elles n'ont aucune incidence sur l'aspect du trottoir. L'intervalle entre les joints de retrait doit être d'au plus 24 à 30 fois l'épaisseur du béton. Quand la

largeur du trottoir est de 2,5 mètres ou plus, on doit également prévoir un joint de retrait le long de la ligne médiane du trottoir. Le joint de construction transversal doit avoir une profondeur égale au quart ou au tiers de l'épaisseur du trottoir en béton et une largeur maximale de 5 mm. Il est recommandé d'utiliser une scie au lieu d'une truelle pour fabriquer un joint de retrait.

Il est important de bien s'assurer de la qualité des travaux durant la construction d'un trottoir, en soumettant des échantillons de matériaux à des essais et en vérifiant la compaction, pour s'assurer que les normes et les spécifications sont respectées, ce qui prolongera le plus possible la durabilité et le cycle de vie du trottoir.

Asphalte

Les caractéristiques recommandées de l'asphalte utilisé dans la construction de trottoirs s'établissent comme suit :

- Teneur en asphalte de 5 à 7 %;
- Vides dans le granulat minéral : minimum de 16 %;
- Vides interstitiels : 2,5 à 5 %;
- Stabilité minimale : 4kN;
- Écrasement : 6 à 16; et
- Grosseur maximale du granulat : 12 mm.

On doit envisager d'utiliser de l'asphalte classé selon la performance pour les trottoirs. La municipalité peut choisir la classe de performance appropriée en fonction des conditions climatiques qui lui sont propres.

L'épaisseur minimale d'asphalte suggérée est de 50 mm. On doit envisager d'augmenter l'épaisseur au niveau des voies d'accès commerciales ou industrielles. L'asphalte peut être mis en place à la main ou au moyen d'un petit épandeur mécanique, selon la largeur du trottoir. On doit poser une épaisseur uniforme d'asphalte et la compacter jusqu'à obtention d'une densité égale à au moins 98 % de la densité obtenue lors de l'essai Proctor normal. On doit éviter toute ségrégation en surface, puisque celle-ci permettra à l'eau de pénétrer dans l'asphalte et en réduira la durée de vie utile.

On doit éviter de poser de l'asphalte sur un sol de fondation gelé. On doit bien s'assurer de la qualité des travaux durant la construction du trottoir et voir à ce que les matériaux et l'exécution soient conformes au devis descriptif.

Pavés autobloquants

L'inspection et le contrôle de la qualité durant les travaux, en particulier le compactage, sont essentiels à l'obtention d'un produit fini qui minimise les tassements différentiels des pavés. Le Interlocking Concrete Pavement Institute a

préparé plusieurs spécifications techniques relativement à la conception et à la fabrication de pavés. On trouvera ci-après le résumé de l'information. On peut également trouver des renseignements supplémentaires à l'adresse <www.icpi.org>.

Les bordures de retenue offrent une résistance latérale aux charges verticales et maintiennent les pavés autobloquants contigus les uns aux autres. La règle de l'art consiste à utiliser des bordures de retenue dans tous les projets qui prévoient la pose de pavés autobloquants.

On place sous les pavés une assise en sable conforme aux exigences de la norme CSA-A23.2. Le sable doit être épandu et compacté à une épaisseur uniforme de 25 à 40 mm. On doit minimiser l'épaisseur de l'assise pour éviter l'affaissement localisé de certains pavés. Pour éliminer toute perte de sable d'assise en bordure du revêtement, on doit placer un géotextile sur le matériau de fondation sur une largeur d'au moins 300 mm derrière le bord de la retenue et verticalement jusqu'au dessus des pavés. On doit placer une bande de géotextile de 300 mm de large sur le dessus de la fondation et la faire monter le long de la face intérieure de la retenue jusqu'au dessus des pavés.

Le sable d'assise est placé sur le matériau granulaire de la fondation et sa granulométrie doit être conforme aux exigences de la norme CSA-A23.1 (FA1), avec au plus 1 % passant le tamis de 0,080 mm. On doit épandre le sable d'assise et le compacter de manière à lui donner une épaisseur uniforme se situant entre 25 et 40 mm. L'épaisseur de l'assise en sable ne doit pas dépasser 40 mm afin de réduire au minimum les affaissements localisés de pavés.

Les pavés doivent respecter ou dépasser les exigences stipulées dans la spécification de l'Association canadienne de normalisation, soit la norme CSA-A231.2 (dernière édition) intitulée *Pavés de béton manufacturé*. On les place sur le sable d'assise, qu'on a nivelé de manière à obtenir une surface unie. Les joints entre les pavés doivent mesurer de 2 à 5 mm pour que le sable puisse pénétrer entre chaque pavé. On doit compacter les pavés à l'aide d'une plaque vibrante capable d'exercer une force de compaction de 22 kN (5 000 lb). Le compactage enfoncera les pavés dans l'assise en sable et fera pénétrer le sable dans les joints. La plupart des affaissements de pavés ont lieu près des bordures et autour des ouvrages d'accès aux services publics. Il faut prendre soin de s'assurer que ces zones sont bien compactées. On doit épandre du sable de jointoiement et le faire pénétrer dans les joints à l'aide d'un balai jusqu'à ce que ceux-ci soient pleins. On doit ensuite compacter les pavés de nouveau et ajouter du sable de jointoiement jusqu'à ce que tous les joints soient pleins. On doit enlever le surplus de sable de la surface des pavés au balai pour obtenir la surface finie.

L'ICPI recommande de concevoir tout revêtement en pavés de béton autobloquants comme un revêtement souple sur fondation à haute densité. Il est néanmoins possible de déposer les pavés sur une fondation traitée au béton

maigre ou au ciment, sur laquelle on retrouvera une assise en sable de la même épaisseur. Quand on procède de cette façon, il est essentiel d'apporter un soin particulier au drainage de la couche de sable d'assise et à la prévention des pertes de sable à travers la fondation. Les villes d'Edmonton et de Winnipeg utilisent actuellement cette méthode de pose de pavés autobloquants pour éliminer les affaissements, prolonger la durée de vie des revêtements et réduire les coûts d'entretien.

Il est toujours recommandé d'acheter des pavés supplémentaires provenant du même lot de fabrication que ceux posés initialement et de les stocker en vue de les utiliser plus tard dans le cadre de travaux d'entretien ou de réparation.

Autres matériaux

D'autres matériaux, tels que le caoutchouc et les pavages composites (p. ex. brique par-dessus béton), sont utilisés pour la construction des trottoirs. L'utilisation de ces matériaux au Canada est limitée à l'heure actuelle et ils ne sont par conséquent pas décrits dans le présent rapport.

3.7.4 PROTECTION DES ARBRES DURANT LA CONSTRUCTION D'UN TROTTOIR

Les arbres qui ne doivent pas être touchés par la construction d'un trottoir doivent être protégés au moyen d'une palissade de chantier ou d'une autre méthode similaire. Toute la surface comprise à l'intérieur du pourtour de l'arbre à l'aplomb de la ramure doit être protégée contre les activités de construction dans la mesure du possible.

Lorsqu'on répare un trottoir endommagé par des racines, on enlève normalement les racines qui ont causé les dommages. Cela peut avoir une incidence sur la résistance structurale et la santé de l'arbre. Quand on doit couper des racines, il faut que la coupe soit bien nette pour minimiser les dommages causés au système racinaire de l'arbre. Lorsqu'on enlève des racines, il se peut qu'on doive élaguer l'arbre. Il est recommandé de retenir les services d'un arboriste qui examinera les arbres touchés, avant le début des travaux de construction du trottoir.

Dans le cas de la plupart des essences, la majorité des racines poussent dans les premiers 500 mm de sol. Dans le cas des arbres dont les racines doivent être touchées par les travaux, il est suggéré d'appliquer un engrais favorisant la croissance des racines, avant le début de la construction du trottoir et chaque année pendant une période pouvant aller jusqu'à trois ans.

3.8 ENTRETIEN

Après la construction, il se peut que les trottoirs se soulèvent, s'inclinent ou se fissurent selon divers motifs, pour diverses raisons. Based on the survey of 15 municipalities conducted as part of this Best Practice, the main causes of problems related to sidewalks are:

- Freeze/thaw cycle – affecting soil conditions in concrete properties;
- Tree roots; and
- Structural failure.

3.8.1 MÉCANISMES DE DÉFAILLANCE

L'Institut de recherche en construction du Conseil national de recherches du Canada a effectué une étude approfondie de la tenue des trottoirs en béton et défini les quatre grands modes de déformation mentionnés ci-après, dans le rapport de Balvant Rajani (2002a).

Soulèvement ou affaissement d'un corps rigide dû à la sous-pression

Tendance de la dalle du trottoir à se soulever, à s'affaisser ou à s'incliner à la suite du gonflement du sol naturel, de l'action du gel ou de la dilatation thermique de la dalle de béton. (Rajani, 2002a).

Retrait en traction

Déformation résultant d'efforts de traction causés par le retrait du sol sous-jacent dû à une diminution de la teneur en humidité (figure 3-12).

Affaissement

Mouvement inégal de la dalle en raison du fait que le tassement dû au dégel est plus important au centre du trottoir qu'aux bords ou à des conditions de sol naturel qui produisent un gonflement important d'argiles

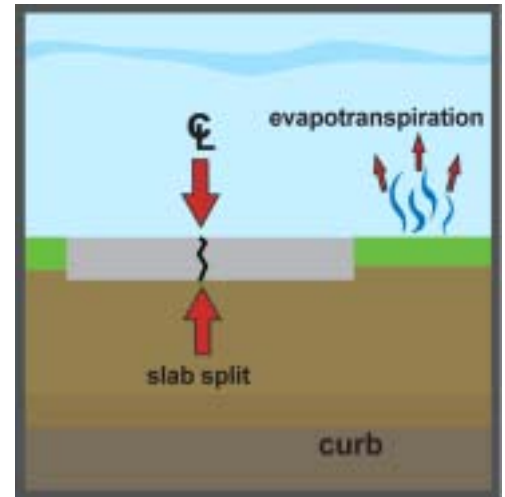


Figure 3-12 : Retrait en traction d'un trottoir en béton.

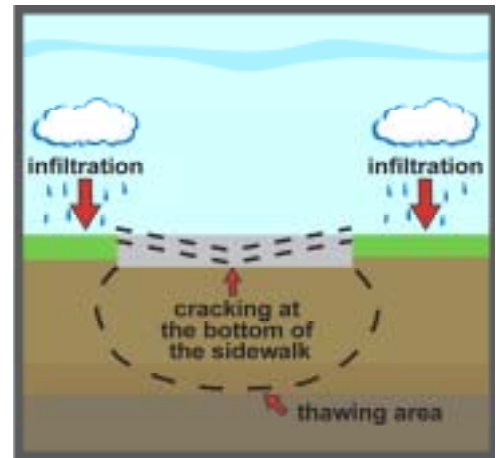


Figure 3-13 : Affaissement d'un trottoir en béton.

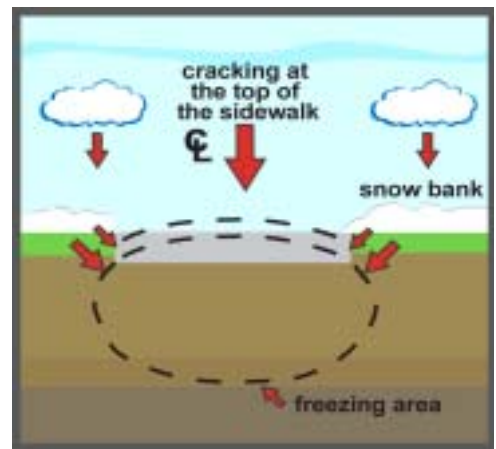


Figure 3-14 : Cintrage d'un trottoir en béton

sous les bords du trottoir. L'affaissement entraîne l'apparition d'une fissure longitudinale dans le trottoir (figure 3-13).

Cintrage

Mouvement inégal de la dalle causé par le gonflement dû au gel ou le mouvement vertical ascendant causé par un gonflement plus important au centre qu'aux bords du trottoir de sols naturels glaiseux. Le cintrage cause lui aussi l'apparition de fissures longitudinales dans le trottoir (figure 3-14).

La déformation du trottoir en béton peut causer des fissures longitudinales, des fissures transversales ou des fissures en coin.

Les fissures longitudinales se produisent dans le sens de la longueur du trottoir, habituellement dans le tiers central de l'ouvrage, et elles peuvent traverser plusieurs joints de dilatation ou de retrait (figure 3-15).

Les fissures transversales se produisent sur toute la largeur du trottoir à cause du compactage inégal du sol de fondation aux endroits où le trottoir est soumis à des charges véhiculaires élevées (figure 3-16).

La fissuration en coin est une fissuration non diagonale qui se produit au niveau des coins d'une dalle et elle est causée surtout par le compactage inégal du sol de fondation (figure 3-17). Elle indique habituellement qu'il y a perte de support sous le béton.

Les défauts dans la surface du béton, tels que l'écaillage, les épaufrures et les cratères, sont causés soit par de mauvaises pratiques de cure ou de mauvaises techniques de mise en place et de finition du béton, soit par une mauvaise qualité du béton. Ils ont une incidence sur l'aspect du trottoir et peuvent également devenir une préoccupation en matière de sécurité.

3.8.2 RACINES D'ARBRES

Les racines peuvent elles aussi endommager les trottoirs. Les forces exercées par les racines d'arbres

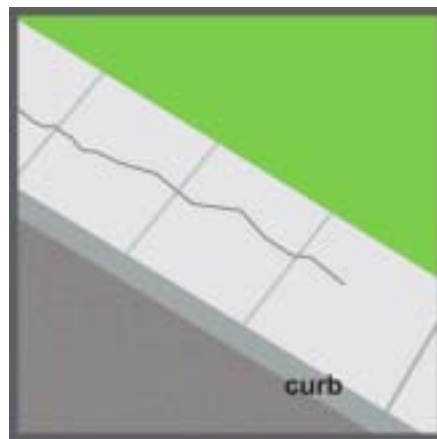


Figure 3-15 : Fissures transversales.

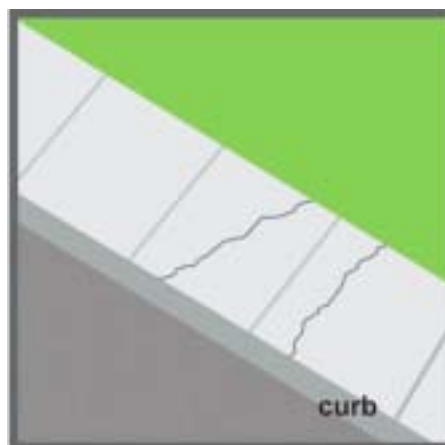


Figure 3-16 : Fissures longitudinales.

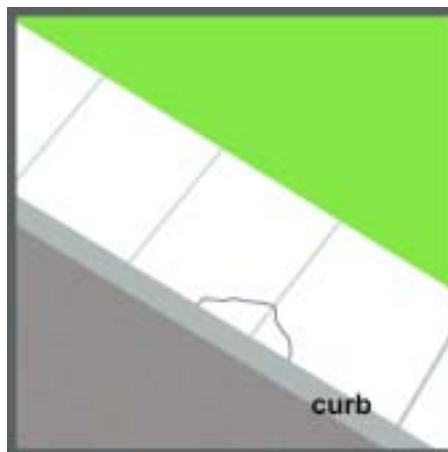


Figure 3-17 : Fissures en coin.

peuvent entraîner la fissuration du béton et causer une séparation verticale le long du joint fissuré.

Les racines d'arbres peuvent aussi accélérer l'épuisement de l'humidité dans le sol de fondation, ce qui entraîne la fissuration du trottoir en béton. Il y a des dommages lorsque le trottoir est construit directement sur de l'argile qui est sujette à d'importantes modifications de volume causées par l'épuisement de l'humidité.

3.8.3 MESURES CORRECTIVES

Lorsqu'on doit procéder à des travaux d'entretien, il est important de commencer par déterminer la cause principale du problème. On peut ensuite prendre les mesures appropriées pour régler le problème de façon à éviter qu'il ne se manifeste de nouveau.

Lorsque des déformations se produisent dans le trottoir en béton, on peut recourir aux diverses mesures correctives décrites ci-après.

Quand la fissure ne s'élargit pas ou qu'il n'y a aucune différence de niveau de part et d'autre de la fissure, aucune intervention n'est requise du point de vue de la sécurité. La municipalité peut toutefois décider de remplacer le trottoir pour des raisons d'ordre esthétique, surtout quand les chances sont bonnes qu'une séparation dans le plan vertical se manifeste le long de la fissure à l'avenir. Quand la largeur de la fissure dépasse 10 mm, il est recommandé de réparer ou de remplacer le tronçon de trottoir.

Quand il y a une différence de niveau de part et d'autre de la fissure, on peut procéder de diverses façons pour effectuer la réparation.

- Meuler le bord de trottoir soulevé de manière à créer une surface continue et lisse dans la zone de la fissure lorsque la différence de niveau ne dépasse pas 20 mm. Quand le trottoir continue de se soulever, il faut le remplacer ou meuler le bord de trottoir de nouveau.
- Construire une rampe en asphalte ou en béton pour éliminer la transition entre les deux bords de la fissure. La rampe est habituellement une mesure temporaire. Les corrections en asphalte peuvent constituer un problème de visibilité la nuit et on doit donc prévoir la réparation permanente dans le calendrier d'entretien.
- Lorsque le trottoir s'est incliné ou s'est déplacé de façon uniforme, on peut utiliser le soulèvement par injection de boue (*mud-jacking*) pour remettre le trottoir de niveau. Pour soulever un trottoir par injection de boue, on injecte un laitier ou un coulis de ciment sous la section inférieure de l'ouvrage de manière à remplir les vides sous le trottoir. La pression exercée par le coulis soulève la dalle et l'amène à l'élévation requise. La zone à soulever doit alors être exempte de fissure et ne présenter aucune épaufrure importante.

Selon des études effectuées par le Conseil national de recherches du Canada, le coût du soulèvement par injection de boue est d'environ 10 à 50 p. 100 du coût d'une nouvelle construction et l'utilisation du procédé constitue une opération délicate. Le coût du soulèvement par injection de boue peut varier de façon importante selon la municipalité, selon le nombre d'entrepreneurs disponibles et l'expertise que ceux-ci possèdent. Le procédé ne permet pas toujours d'amener la surface au même niveau que les dalles de béton contiguës et il faut parfois procéder à des travaux de meulage.

Certaines municipalités ont réussi à obturer des fissures avec un produit transparent. Il n'est pas recommandé d'utiliser un mastic, car cela aura une incidence sur les véhicules à roues et les patins à roues alignées.

Aux endroits où le trottoir et la bordure forment un ensemble monolithe, on peut placer des barres de liaison qui relient le dos de la bordure au devant du trottoir pour prévenir le soulèvement différentiel du trottoir durant les cycles de gel et de dégel. En outre, la partie de la dalle du trottoir qui est contiguë au dos de la bordure doit être plus épaisse. Une autre solution consiste à construire dans le dos de la bordure une marche qui supportera le bord avant du trottoir de la façon illustrée dans la figure 3-3.

Il se peut qu'un trottoir en asphalte se soulève, pour les diverses raisons mentionnées plus haut. Quand le soulèvement rend la surface de l'asphalte dangereuse, il est recommandé d'enlever l'asphalte et la fondation granulaire, de corriger le problème qui cause le soulèvement, de remettre en place la fondation et la surface, et de compacter le tout conformément aux prescriptions minimales des spécifications standard.

L'obturation des fissures avec du caoutchouc n'est pas recommandée, parce que le produit colle aux roues des patins à roues alignées, ce qui risque de faire trébucher les patineurs.

Lorsque des pavés de béton se soulèvent en raison d'un gonflement, il est recommandé de procéder de la même façon que dans le cas d'un trottoir en asphalte.

3.8.4 ENTRETIEN D'HIVER

L'entretien des trottoirs durant l'hiver varie de façon importante selon la municipalité, partout au Canada. Certaines municipalités déneigent les trottoirs à l'aide de chasse-neige et y épandent du sel et du sable, tandis que d'autres considèrent que c'est aux riverains qu'il incombe de le faire. La municipalité qui choisit d'exiger des propriétaires riverains qu'ils déneigent les trottoirs municipaux et les gardent libres de neige ou de glace doit être consciente qu'elle ne peut transférer à un propriétaire riverain sa responsabilité relative aux blessures subies à la suite d'une chute sur le trottoir.

L'équilibre entre la quantité de sel requise pour assurer la sécurité de l'espace piéton et la réduction au minimum des effets du sel sur l'environnement est un aspect important de l'entretien des trottoirs durant l'hiver. Il est recommandé que chaque municipalité élabore un plan de gestion du sel et en informe le public par l'entremise des journaux et des autres médias. L'Association des transports du Canada (1999) a préparé un guide de gestion du sel qui traite des principales questions liées à l'épandage de sel sur les routes.

Dans le cas où les trottoirs sont dégagés, il est important que la municipalité décrive, au moyen d'une résolution du conseil, le niveau de service accepté en rapport avec le déneigement des trottoirs ainsi que l'épandage de sel et de sable. Le niveau en question doit être communiqué au public.

Il est important de garder l'espace piéton des trottoirs sécuritaire et dégagé durant l'hiver. Le mobilier urbain, tel que les bancs publics, doit être enlevé durant les mois d'hiver dans la mesure du possible.

Il est également important de recenser les murs de soutènement de voies d'accès pour autos ou les autres objets que les riverains pourraient avoir construit récemment à moins de 300 à 500 mm du bord arrière du trottoir. Quand les objets entrent en conflit avec les opérations de déneigement, il est recommandé que la municipalité parle du problème au propriétaire et lui demande d'enlever les obstacles qui se trouvent dans l'emprise publique.

Il est difficile pour un conducteur de déneigeuse de suivre un trottoir sinueux. Dans le cas où les trottoirs sont déneigés, la municipalité doit penser à l'alignement des trottoirs.

Pour assurer la mobilité des personnes, le déneigement des trottoirs à proximité des arrêts de transport en commun doit être prioritaire.

3.8.5 ENTRETIEN PRÉVENTIF

L'entretien préventif est une mesure rentable qui permet de minimiser les coûts du cycle de vie des trottoirs. Il est possible d'inclure bon nombre des caractéristiques de l'entretien préventif dans les bonnes pratiques de conception et de construction. Parmi ces mesures, mentionnons :

- La taille des racines ou la pose d'écrans antiracines avant que celles-ci n'aient une incidence sur les trottoirs;
- La réparation des défauts localisés avant qu'ils deviennent un problème plus important; et
- Fournir un bon drainage de la surface du trottoir et de l'accotement.

La ville de Lethbridge, en Alberta, a élaboré un programme qui prévoit la coupe des racines d'arbres de part et d'autre du trottoir avant que des dommages

surviennent. Les racines sont coupées jusqu'à une profondeur d'environ 150 mm avec une scie montée sur un chargeur à direction à glissement adapté à cette fin. Selon les observations faites à ce jour, la coupe des racines a eu un minimum de répercussions négatives sur les arbres. On doit consulter un arboriste avant d'entreprendre cette activité.

Dans les municipalités qui utilisent du sable de voirie dans le cadre de l'entretien d'hiver, le déneigement des chaussées et l'entreposage de la neige peuvent à la longue causer une accumulation de sable sur l'accotement. Il est recommandé de reprofiler les accotements et d'enlever l'accumulation de sable pour conserver un bon drainage de la surface du trottoir et de l'accotement.

4. CAS D'UTILISATION ET LIMITATIONS

4.1 CAS D'UTILISATION

La présente règle de l'art s'applique à tous les trottoirs construits dans les emprises routières, mais elle doit être adaptée de manière à refléter les conditions climatiques et la réglementation locales ainsi que les exigences des organismes et le niveau de service établi par la municipalité.

4.2 LIMITATIONS

Il est recommandé de réviser la présente règle de l'art tous les cinq ans de manière qu'elle reflète les nouveaux résultats de travaux de recherche ou tout développement technologique.

5. AVANTAGES DE L'UTILISATION DU GUIDE

Les règles de l'art décrites dans le présent guide offrent à la municipalité les avantages suivants :

- Les risques que des piétons tombent ou trébuchent sur les trottoirs sont minimisés en raison de la réduction du nombre de dangers possibles.
- La satisfaction des clients augmente à la suite de l'amélioration de la sécurité et du confort du réseau de trottoirs.
- Le nombre des demandes de réparation faites par les clients diminue.
- L'entretien est réduit, la durée de vie utile augmente et les coûts du cycle de vie diminuent.
- Fournir un bon drainage de la surface du trottoir et de l'accotement.

La mise en pratique en temps opportun des diverses stratégies de réparation décrites dans la présente règle de l'art permet d'éviter d'importants travaux de remplacement de trottoirs.

6. DOMAINES DE RECHERCHE FUTURE

Il y a lieu d'entreprendre des travaux de recherche dans plusieurs domaines en vue de prolonger la durée de vie utile des trottoirs et de réduire les coûts d'immobilisations et d'entretien.

- Le soulèvement par injection de boue est une méthode de réparation que plusieurs municipalités ont utilisée pour réduire les coûts de réhabilitation des trottoirs. Il est recommandé d'étudier et d'améliorer les techniques et les matériaux requis pour soulever un trottoir par injection de boue.
- La coupe à la scie des surfaces surélevées de trottoirs en béton en vue d'obtenir une surface continue et unie de part et d'autre de la fissure constitue une solution de rechange au soulèvement par injection de boue. Il faudra développer les normes fonctionnelles pertinentes.
- Le sol de structure est un produit relativement nouveau qui peut respecter les exigences en matière de charges techniques et aider à contrôler la croissance des racines dans les espaces clos. Il y a lieu d'élaborer une spécification relative à l'utilisation des sols de structure en rapport avec les divers types de sols qu'on rencontre partout au Canada.
- Il est possible d'effectuer des recherches sur les avantages de l'utilisation possible de trottoirs en caoutchouc au Canada. Depuis 1999, on construit des trottoirs de ce genre en Californie. La recherche permettrait d'évaluer l'expérience californienne et de déterminer si les trottoirs en caoutchouc seraient indiqués au Canada, compte tenu du climat. On pourrait aussi examiner la possibilité d'utiliser des matériaux recyclés. Dans l'affirmative, il faudrait élaborer les normes de conception et le devis descriptif appropriés.
- Les usagers ayant une déficience visuelle seraient avantagés par une surface d'avertissement détectable au niveau des zones d'interface avec les véhicules. Divers types de mesures sont en usage aux États-Unis, en Angleterre, en Suède et au Japon (Access Board des É.-U.), telles que des lignes de trottoirs en saillie, des rainures dans le trottoir et des dômes tronqués. L'information sur les études entreprises aux États-Unis se trouve sur le site Web de l'Access Board des É.-U., à l'adresse < www.access-board.gov >. Il y aurait lieu d'effectuer des travaux de recherche en vue de déterminer le ou les types les plus appropriés qui sont compatibles avec les exigences et les conditions climatiques propres au Canada.

BIBLIOGRAPHIE

Association canadienne du ciment Portland (maintenant connue sous le nom de Association Canadienne du Ciment), nd-a. *Concrete Parking Areas Design and Construction*. CP 002.05P. <<http://www.cement.ca/cement.nsf>>. Accédé le août 2004.

——, nd-b. *Curb Gutter and Sidewalk Construction*. CP 009.02P.

Association canadienne de normalisation, norme CSA–A231.1 (dernière édition) *Concrete Concrete Pavers*.

——, norme CSA–A231.2 (dernière édition) *Pavés de béton manufacturé*.

Costello, L.R. et K.S. Jones, 2003. *Reducing Infrastructure Damage by Tree Roots – A Compendium of Strategies*.

Covey, Alan, 2003. “Sidewalk Risk Management.” *The Best Show in Public Works, 2003 APWA Congress and Exposition*. (le 24 août).

ICPI (Interlocking Concrete Pavement Institute), 2001a. *Cleaning and Sealing Interlocking Concrete Pavement – A Maintenance and Protection Guide*. <www.icpi.org>. Accédé en août, 2004.

——, 2001b. *Structural Design of Interlocking Concrete Pavement for Roadways and Parking Lots*.

——, 2002. *Construction of Interlocking Concrete Pavements*.

Guide national pour des infrastructures municipales durables (InfraGuide), 2002a. *Entretien préventif en temps opportun des routes municipales – Guide d’introduction*. Septembre, Ottawa, Ontario.

——, 2002b. *Planification et définition des besoins en infrastructures municipales*. Décembre. Ottawa (Ontario).

——, 2002c. *Construction des ouvrages d’accès aux services dans les chaussées*. Décembre. Ottawa (Ontario).

——, 2002d. *Élaboration de niveaux de service*. Décembre. Ottawa (Ontario).

Portland Cement Association, 1992a. “Properties and Uses of Cement-Modified Soil.” *Concrete Information*.

——, 1992b. “Building Concrete Walks, Driveways, Patios and Steps.” *Concrete Information*.

——, 2002. Kostmatka, Steven H. et Panarese, William C., 2002. *Design and Control of Concrete Mixtures*, 7^e Édition canadienne.

- Portland, ville de, 1998. "Guidelines for Sidewalk Corridors." *Portland Pedestrian Design Guide*. Juin. <<http://www.trans.ci.portland.or.us/DesignReferences/Pedestrian/SECTIONA.pdf>>. Accès le 18 Août 2004.
- Rajani, B.B., 1995. « Des chercheurs se penchent sur les trottoirs » *Innovation en construction* vol. 1 n° 1, Conseil national de recherches du Canada (juillet). Ottawa (Ontario)
- , 1999. « L'IRC analyse des solutions possibles au problème de la fissuration des trottoirs » *Innovation en construction*, Volume 4, Numéro 2, Hiver 1999 : 10. Ottawa (Ontario) <http://irc.nrc-cnrc.gc.ca/newsletter/v4no2/sidewalk_cracking_f.html>. Accès le 18 Août 2004.
- , 2002a. *Comportement et tenue des trottoirs en béton*. Solution constructive n° 53, 1^{er} juin : 4. Ottawa (Ontario)
- , 2002b. *Règles de l'art relatives à la construction des trottoirs en béton*. Solution constructive n° 54, 1^{er} juin : 6. Ottawa (Ontario)
- Rajani, B.B. et C. Zhan, 1997. "Performance of Concrete Sidewalks: Field Studies." *Canadian Journal of Civil Engineering*. 24(2), (avril): 303-312. <<http://irc.nrc-cnrc.gc.ca/fulltext/nrcc39814.pdf>>. Accès le 18 Août 2004.
- ATC (Association des transports du Canada) 1999. *Salt Management Guide*. Toronto, Ontario.
- , nd. *Urban Supplement of the Geometric Design Guide for Canada Roads*. Toronto, Ontario.
- US, DOT (United States, Department of Transportation, Federal Highway Administration), 1999. *Designing Sidewalks and Trails for Access, Part I of II: Review of Existing Guidelines and Practices*. July. <<http://www.fhwa.dot.gov/environment/bikeped/access-1.htm>>. Accédé le 18 Août 2004.
- Draft Guidelines for Accessible Public Rights-of-Way, (2002), U.S. Access Board <www.access-board.gov/rowdraft.htm>.