

## NRC Publications Archive Archives des publications du CNRC

### Tenue et résistance des trottoirs en béton Rajani, Balvant

For the publisher's version, please access the DOI link below./ Pour consulter la version de l'éditeur, utilisez le lien DOI ci-dessous.

#### **Publisher's version / Version de l'éditeur:**

<https://doi.org/10.4224/40002897>

*Solution constructive; no. 53, 2002-06-01*

#### **NRC Publications Archive Record / Notice des Archives des publications du CNRC :**

<https://nrc-publications.canada.ca/eng/view/object/?id=ae9343f9-04c8-4d27-b031-d1106355ef5c>

<https://publications-cnrc.canada.ca/fra/voir/objet/?id=ae9343f9-04c8-4d27-b031-d1106355ef5c>

Access and use of this website and the material on it are subject to the Terms and Conditions set forth at

<https://nrc-publications.canada.ca/eng/copyright>

READ THESE TERMS AND CONDITIONS CAREFULLY BEFORE USING THIS WEBSITE.

L'accès à ce site Web et l'utilisation de son contenu sont assujettis aux conditions présentées dans le site

<https://publications-cnrc.canada.ca/fra/droits>

LISEZ CES CONDITIONS ATTENTIVEMENT AVANT D'UTILISER CE SITE WEB.

**Questions?** Contact the NRC Publications Archive team at

PublicationsArchive-ArchivesPublications@nrc-cnrc.gc.ca. If you wish to email the authors directly, please see the first page of the publication for their contact information.

**Vous avez des questions?** Nous pouvons vous aider. Pour communiquer directement avec un auteur, consultez la première page de la revue dans laquelle son article a été publié afin de trouver ses coordonnées. Si vous n'arrivez pas à les repérer, communiquez avec nous à PublicationsArchive-ArchivesPublications@nrc-cnrc.gc.ca.

# Tenue et résistance des trottoirs en béton

par *Balvant Rajani*

**Éléments essentiels des infrastructures urbaines, les trottoirs ont un coût de remplacement élevé et se détériorent souvent prématurément. Cet article porte sur les pratiques actuelles en matière de construction des trottoirs et sur les types de déformations et de dommages qui en réduisent la durée de vie.**

Les trottoirs permettent aux piétons de circuler à l'aise et en toute sécurité dans un espace bien défini. Des 100 000 kilomètres environ de trottoirs qui existent au Canada, on estime que 15 à 20 % devraient être remplacés au coût de 1,5 à 2,4 milliards de dollars. La durée de vie moyenne des trottoirs, qui dépend de l'emplacement géographique et

de la qualité de la construction, est de 20 à 40 ans. Dans certaines villes de l'Ouest canadien, il est fréquent que les trottoirs se détériorent un an à cinq ans après leur construction.

En Amérique du Nord, on trouve deux types de trottoirs : souples et rigides. Les

trottoirs en asphalte et en pavés autoblocants sont de type souples (figure 1). Cependant, la grande majorité des trottoirs en Amérique du Nord sont de type rigide puisqu'ils sont constitués de dalles en béton sur terre-plein (figure 2). Nous traiterons donc ici des problèmes de tenue des trottoirs en béton tout en mettant l'accent sur les causes de leur détérioration. Soulignons qu'un autre numéro des Solutions constructives fait état des règles de l'art relatives à la prolongation de la durée de vie des trottoirs<sup>1</sup>.

Les trottoirs en béton sont économiques à construire, de même que durables et esthétiques lorsqu'ils sont bien construits. En général, ils se composent de dalles sur terre-plein d'une largeur de 1,2 à 2 m, d'une longueur légèrement supérieure à leur largeur et d'une épaisseur variant de 100 à 150 mm.

Des types plus anciens de trottoir étaient constitués d'une dalle plane en béton d'épaisseur uniforme qui était bordée d'une poutre en L formant bordure et caniveau; ces deux éléments étaient d'ordinaire séparés par un joint de pleine épaisseur. De type monolithique, les trottoirs plus récents ne présentent pas de joint entre la dalle plane, la bordure et le caniveau. Ce type de trottoir s'installe rapidement et facilite l'accès des voitures aux entrées. Ces deux types de trottoir, anciens et nouveaux, ont une tenue comparable.

Dans les nouveaux développements, les trottoirs sont souvent construits par extrusion du béton, méthode où le nivellement du sol, le compactage et la mise en place du béton sont effectués en une seule opération.



Figure 1. Construction d'un trottoir souple.



Figure 2. Construction d'un trottoir en béton sur terre-plein.

## Facteurs caractérisant un bon trottoir

Voici les quatre principaux facteurs qui caractérisent un bon trottoir.

- **Sécurité des piétons** : les surfaces inégales, résultant d'un tassement différentiel, sont susceptibles de faire trébucher les piétons. Selon une étude menée à Victoria, en Colombie-Britannique, sur des blessures que se sont infligés des piétons en tombant, les trottoirs fissurés et inégaux sont la cause de 40 % de toutes les blessures attribuables à une chute<sup>2</sup>.
- **Confort des piétons** : le confort est d'ordinaire beaucoup moins favorisé que l'apparence et la durabilité. (Une étude japonaise a révélé que les trottoirs souples, comme ceux en asphalte, sont plus confortables que les trottoirs rigides<sup>3</sup>.)
- **Apparence** : en ce qui concerne l'apparence, les critères diffèrent d'une municipalité à l'autre. Peu importe le type de trottoir, les dommages compromettent leur apparence.
- **Durabilité** : la durabilité est la capacité d'un trottoir à demeurer fonctionnel (c'est-à-dire à être sûr et à offrir un confort suffisant et une apparence agréable) pendant une longue période et à un faible coût.

### Pratique actuelle

Des trottoirs sont construits sur des sols très divers, partout au Canada. Une fois le sol bien nivelé et compacté uniformément, il sert de sol de fondation aux trottoirs. La couche de fondation, d'ordinaire d'une épaisseur de 100 à 150 mm, se compose d'un matériau granulaire et se situe entre le sol de fondation et la dalle de béton. On n'y a pas toujours recours, mais elle est fortement recommandée car elle réduit les contraintes de traction et les fissurations qui en résultent. La couche de fondation contribue également à assurer un soutien uniforme en corrigeant les défauts mineurs du sol de fondation. Sa présence est particulièrement importante lorsque le sol de fondation est susceptible de subir un retrait dû à l'épuisement de ses réserves en eau ou un soulèvement dû au gel pendant la saison froide.

Au Canada, le béton utilisé généralement pour la construction des trottoirs possède une résistance à la compression variant de 25 à 35 MPa. Sa composition et ses propriétés correspondent à celles du béton utilisé pour d'autres applications comme la fabrication de dalles de plancher. Il n'est pas recommandé de renforcer les trottoirs au moyen d'une armature en acier car les raisons justifiant le renforcement d'autres types d'ouvrage sur terre-plein, comme les dalles de plancher, ne s'appliquent pas aux trottoirs<sup>5</sup>. Voici les raisons pour lesquelles il n'est pas nécessaire de renforcer les trottoirs :

- Des joints de retrait ou de rupture réalisés aux endroits appropriés d'un trottoir limitent la fissuration sous l'effet du retrait du béton de façon efficace.



Figure 3. Soulèvement (inclinaison) d'une section de trottoir rigide.

- La largeur et la longueur de la section délimitée par les joints de retrait sont faibles, d'ordinaire de 1,2 à 2 m. Ainsi, les contraintes thermiques ne constituent pas la préoccupation majeure et ne justifient pas un renforcement.
- En général, les dalles de trottoir ne sont pas soumises à de fortes charges et, par conséquent, il n'est pas nécessaire de les renforcer en vue d'obtenir une résistance à la flexion. Cependant, les sections qui traversent une entrée seront exposées à la charge de véhicules ordinaires et, à l'occasion, à la charge de camions. Il est donc préférable d'utiliser un treillis en acier à ces endroits.

### Types de déformation

L'Institut de recherche en construction du CNRC a mené une étude approfondie sur le comportement des trottoirs dans les Provinces des Prairies où les conditions de sol et climatiques sont très difficiles<sup>4</sup>. Les conclusions de cette étude s'appliquent dans une moins grande mesure aux régions du Canada où ces conditions sont moins difficiles. Même si les sols dans certaines régions de l'Est du Canada sont aussi susceptibles de gel, c'est surtout dans les Provinces des Prairies que les trottoirs subissent de sérieux dommages, et ce, en raison du climat froid et des fluctuations de la teneur en humidité du sol. Par ailleurs, bien des parties des Prairies présentent un sol limoneux, lequel est particulièrement sujet au soulèvement dû au gel.

Les trottoirs en béton sont sujets à quatre principaux types de déformation.

1. Le soulèvement, ou tassement, est la tendance pour une dalle de trottoir de se soulever, de s'affaisser ou de s'incliner sous l'effet d'un gonflement du sol, du gel ou d'une expansion thermique du béton (même avec une bonne couche de fondation) (figure 3).
2. Le retrait en traction est la déformation produite par les contraintes de traction (figure 4a) qui résultent du retrait du sol à la suite de l'épuisement de ses réserves en eau. Lorsqu'un sol de fondation argileux ou limoneux se dessèche, la forte adhérence

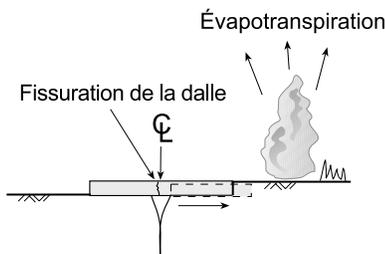


Figure 4a. Retrait en traction.

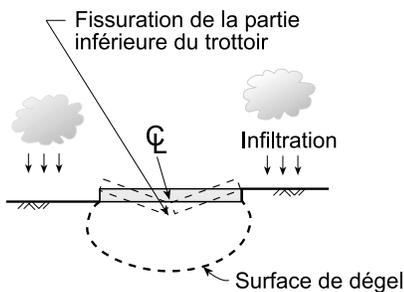


Figure 4b. Affaissement.

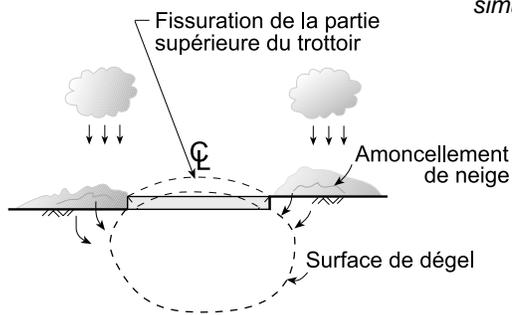


Figure 4c. Gonflement.



Figure 5. Deux types de déformation ou plus se produisent souvent simultanément.



Figure 6. Les fissures longitudinales apparaissent d'ordinaire au tiers central du trottoir.

du sol de fondation à la face intérieure de la dalle de béton induit des contraintes de traction dans cette dernière à mesure que le sol de fondation se retire. La dalle de béton se fissure lorsque les contraintes de traction excèdent la résistance à la traction du béton.

3. L'affaissement est un mouvement inégal de la dalle qui résulte du tassement dû au dégel qui est plus grand au centre de la dalle que sur ses bords ou, en présence d'un sol argileux, du gonflement considérable du sol argileux sur ses bords. L'affaissement occasionne des fissures longitudinales (figure 4b).
4. Le gonflement se caractérise aussi par un mouvement inégal de la dalle, mais celui-ci est dû au soulèvement par le gel ou à un mouvement vertical vers le haut provoqué par un gonflement plus important du sol argileux au centre de la dalle que sur ses bords. Comme l'affaissement, le gonflement occasionne des fissures longitudinales (figure 4c).

Il est rare qu'un type de déformation se manifeste isolément. On observe souvent deux types de déformation ou plus (figure 5). Les déformations ne causent pas nécessairement des dommages. Les trottoirs ne sont endommagés que si la force de traction, occasionnée par un ou plusieurs types de déformation, excède la résistance à la rupture sous traction du béton.

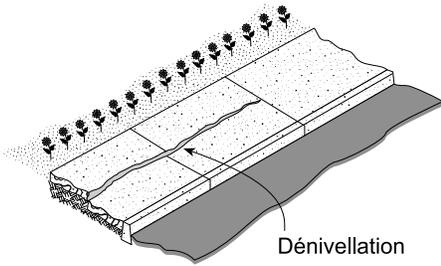
## Causes de dommages

### Dommages dus à un sol de fondation pauvre

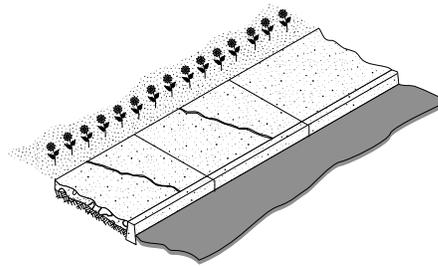
La plupart des fissures de trottoir en béton s'apparentent au début à une fissure capillaire. Cela signifie que les forces agissant sur la dalle de béton induisent des contraintes qui excèdent la résistance à la traction du béton. La déformation d'une dalle de béton sur terre-plein peut se traduire par des fissures longitudinales<sup>6</sup> (cause d'endommagement des trottoirs la plus courante), des fissures transversales et des fissures en coin.

Les fissures longitudinales (figure 6) apparaissent principalement au tiers central des trottoirs et se voient couramment dans les Provinces des Prairies. Elles peuvent atteindre plusieurs joints de dilatation avant de s'arrêter brusquement. Lorsque ces fissures ne s'ouvrent pas et qu'aucune dénivellation ne se produit, elles ne constituent pas un danger. Cependant, ce type de fissure s'ouvre avec le temps en général et donne souvent lieu à une dénivellation de 10 mm ou plus (figure 7a).

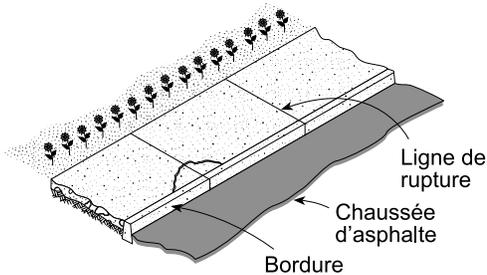
Les fissures transversales (figure 7b) résultent du compactage inégal du sol de fondation plutôt que d'un compactage insuffisant dans l'ensemble. Il est toutefois possible également que des fissures transversales et longitudinales apparaissent là où les trottoirs sont soumis à de fortes charges, et ce, même si une couche de fondation granulaire a été prévue. Ces deux types de fissure sont une source de préoccupation majeure, surtout si une dénivellation importante se produit.



**Figure 7a.** Une dénivellation est une différence de niveau des bords d'une fissure qui risque de faire trébucher les piétons.



**Figure 7b.** Fissures transversales.



**Figure 7c.** Fissures en coin (en forme de D).

Les fissures en coin ou en forme de D (figure 7c) découlent principalement du compactage inégal du sol de fondation plutôt que d'un compactage insuffisant dans l'ensemble. Elles sont courantes dans bien des parties du

Canada, y compris les régions où le sol n'est pas particulièrement gélif. Le sol de fondation peut également être constitué d'un sol sensible à l'effet du gel ou du retrait (augmentation et diminution de volume) qui résulte des variations de la teneur en eau. Comme les autres types de fissure, les fissures en D gâchent l'apparence des trottoirs et risquent de faire trébucher les piétons si elles sont accompagnées d'un mouvement différentiel.

La fissuration peut mener à une dénivellation (mouvement différentiel) ou non. Si la dalle reprend sa position initiale à la suite d'un mouvement provoqué par un changement de saison, il est possible qu'elle ne subisse aucun dommage, du moins dans un premier temps. Cependant, il est plus probable qu'un soulèvement ou un tassement provoque une dénivellation entre des dalles adjacentes, laquelle constitue un danger. Le soulèvement peut également causer des fissures en coin en raison du frottement au joint de retrait (ligne de rupture) lorsque les dalles se soulèvent et s'affaissent.

#### **Dommages dus à des défauts du béton**

La défaillance du béton est attribuable soit à sa piètre qualité (par exemple, composition pauvre, présence de matières nocives, comme du minerai de fer ou du schiste, et faible pourcentage d'air occlus), soit à de mauvaises pratiques de mise en place ou de cure. Ces deux facteurs donnent lieu à des défauts de surface comme l'effritement, les cratères et l'écaillage. Ces défauts gâchent l'apparence des trottoirs et peuvent aussi devenir une préoccupation en matière de sécurité selon le

degré d'irrégularité de la surface des trottoirs.

#### **Dommages dus aux arbres**

Il est reconnu que les arbres plantés près des trottoirs causent des dommages de deux façons. Premièrement, pendant les périodes de sécheresse extrême, les racines des arbres peuvent accélérer l'épuisement des réserves en

eau du sol de fondation, provoquant ainsi un retrait en traction. Les dommages s'accroissent lorsque le trottoir repose directement sur un sol argileux, lequel est sujet à une variation de volume importante à la suite de l'épuisement de ses réserves en eau.

Deuxièmement, les racines de certains types d'arbre ont davantage tendance à demeurer plus près de la surface du sol où elles sont susceptibles de soulever ou d'incliner les dalles. Voilà un type de menace à long terme qui s'intensifie progressivement au rythme de la croissance des racines.

#### **Résumé**

Les trottoirs sont des éléments importants de l'environnement urbain et constituent un investissement financier important. Un vice de construction donne lieu à la déformation du trottoir, qui peut occasionner des dommages compromettant la sécurité et le confort des piétons, l'apparence et la durée de vie utile du trottoir.

#### **Documents de référence**

1. Rajani, B. *Règles de l'art relatives à la construction des trottoirs en béton*, Institut de recherche en construction, Conseil national de recherches du Canada, Solution constructive n° 54, 2002, 6 p.
2. Gallagher, E. *Analysis of the Falls among Seniors in the Baseline Survey of Seniors in the CRD*, Centre on Aging de l'université de Victoria, 1997.
3. Public Works Research Institute (PWRI), Japan Ministry of Construction. *What types of sidewalk pavements are comfortable for people?*, n° 74, p. 2-3, 1998.
4. Rajani, B. et C. Zhan. *Performance of Concrete Sidewalks : field studies*, Revue canadienne de génie civil, 24: 303-312, 1997.
5. Freedman, S. *Properties of Materials for Reinforced Concrete*, Handbook of Concrete Engineering, 2<sup>e</sup> éd. par M. Fintel, Van Nostrand Reinhold Company, New York, N.Y., p. 169-251, 1985.
6. Spears, R.E. *Concrete Floors on Ground*, Portland Cement Association, Engineering Bulletin. 40 p., 1983.

*M. Balvant Rajani, Ph.D., est agent de recherche principal du programme Réhabilitation des infrastructures urbaines de l'Institut de recherche en construction du Conseil national de recherches du Canada.*

© 2002  
Conseil national de recherches du Canada  
Juin 2002  
ISSN 1206-1239

« Solutions constructives » est une collection d'articles techniques renfermant de l'information pratique issue de récents travaux de recherche en construction.

Canada

Pour obtenir de plus amples renseignements, communiquer avec l'Institut de recherche en construction, Conseil national de recherches du Canada, Ottawa K1A 0R6.  
Téléphone : (613) 993-2607 Télécopieur : (613) 952-7673 Internet : <http://www.nrc.ca/irc>