

Chaussées et trottoirs



Entretien préventif en temps opportun des routes municipales : guide d'introduction

Le présent document est le premier de la série des règles de l'art en matière de conception, d'entretien et de gestion des routes et trottoirs municipaux. Pour connaître les titres des autres règles de l'art de cette série ou d'autres séries, prière de visiter www.infraguide.ca.

Guide national pour
des infrastructures
municipales durables



NRC - CNRC



Fédération
canadienne des
municipalités

Canada

Entretien préventif en temps opportun des routes municipales : guide d'introduction

Version n° 1.0

Date de publication: Septembre 2002

© 2002 Fédération canadienne des municipalités et le Conseil national de recherches du Canada

ISBN 1-897094-37-X

Le contenu de la présente publication est diffusé de bonne foi et constitue une ligne directrice générale portant uniquement sur les sujets abordés ici. L'éditeur, les auteur(e)s et les organisations dont ceux-ci relèvent ne font aucune représentation et n'avancent aucune garantie, explicite ou implicite, quant à l'exhaustivité ou à l'exactitude du contenu de cet ouvrage. Cette information est fournie à la condition que les personnes qui la consultent tirent leurs propres conclusions sur la mesure dans laquelle elle convient à leurs fins; de plus, il est entendu que l'information ci-présentée ne peut aucunement remplacer les conseils ou services techniques ou professionnels d'un(e) spécialiste dans le domaine. En aucune circonstance l'éditeur et les auteur(e)s, ainsi que les organisations dont ils relèvent, ne sauraient être tenus responsables de dommages de quelque sorte résultant de l'utilisation ou de l'application du contenu de la présente publication.

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, en réaction à la fois aux normes plus rigoureuses en matière de sécurité, de santé et de protection de

l'environnement, et 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.

Introduction

InfraGuide – Innovations
et règles de l'art

Les grands thèmes des règles de l'art d'InfraGuide



Chaussées et trottoirs

La gestion rentable des chaussées municipales passe par une judicieuse prise de décision et un entretien préventif. Un seul dollar engagé pour une réfection, en temps opportun, permettra d'économiser 5 \$ en coûts de reconstruction, et un dollar consacré à une judicieuse prévention permettra d'épargner 5 \$ en frais de réfection. La règle de l'art en matière de routes et trottoirs municipaux porte sur deux volets prioritaires : la planification préliminaire et la prise de décision visant à recenser et gérer les chaussées en tant que composantes du système d'infrastructures, et une approche de prévention pour retarder la détérioration des chaussées existantes. Les pratiques exemplaires qui y sont exposées assureront par exemple que le traitement choisi, au bon moment, convient à telle ou telle chaussée, et favoriseront l'application efficace des traitements tels que l'atténuation des frayées et le calfeutrage des fissures. Au nombre des sujets traités, mentionnons l'entretien préventif, en temps opportun, des voies municipales; la construction et la remise en état des boîtiers des installations, et l'amélioration progressive des techniques de réparation des chaussées en asphalte et en béton.



Prise de décisions et planification des investissements

Les représentants élus et les échelons supérieurs de l'administration municipale ont besoin d'un cadre qui leur permet de faire connaître la valeur de la planification et de l'entretien des infrastructures tout en trouvant un équilibre entre les facteurs sociaux, environnementaux et économiques. La règle de l'art en matière de prise de décision et de planification des investissements convertit des notions complexes et techniques en principes non techniques et recommandations pour la prise de décision, et facilite l'obtention d'un financement soutenu adéquat pendant le cycle de vie de l'infrastructure. Elle aborde, entre autres, les protocoles servant à cerner les coûts-avantages associés aux niveaux de service désirés, les analyses comparatives stratégiques et les indicateurs ou points de référence dans le domaine de la politique d'investissement et des décisions stratégiques.



Protocoles environnementaux

Les protocoles environnementaux se concentrent sur le rapport qu'exercent entre eux les systèmes naturels et leurs effets sur la qualité de vie humaine, en ce qui a trait à la livraison des infrastructures municipales. Les systèmes et éléments environnementaux comprennent la terre (y compris la flore), l'eau, l'air (dont le bruit et la lumière) et les sols. Parmi la gamme de questions abordées, mentionnons : la façon d'intégrer les considérations environnementales dans l'établissement des niveaux de service désirés pour les infrastructures municipales et la définition des conditions environnementales locales, des défis qui se posent et des perspectives offertes au niveau des infrastructures municipales.



Eau potable

La règle de l'art en matière d'eau potable propose divers moyens d'améliorer les capacités des municipalités ou des services publics de gérer la distribution d'eau potable de façon à assurer la santé et la sécurité publique de manière durable tout en offrant le meilleur rapport qualité-prix. Des questions telles que la reddition de compte dans le domaine de l'eau, la réduction des pertes en eau et la consommation d'eau, la détérioration et l'inspection des réseaux de distribution, la planification du renouveau, les technologies de remise en état des réseaux d'eau potable et la qualité de l'eau dans les réseaux de distribution y sont abordées.



Transport en commun

L'urbanisation impose des contraintes sur des infrastructures vieillissantes en voie de dégradation et suscite des préoccupations face à la détérioration de la qualité de l'air et de l'eau. Les réseaux de transport en commun contribuent à réduire les embouteillages et à améliorer la sécurité routière. La règle de l'art en matière de transport en commun fait ressortir la nécessité d'améliorer l'offre, d'influencer la demande et de procéder à des améliorations opérationnelles ayant des incidences minimales sur l'environnement, tout en répondant aux besoins sociaux et commerciaux.



Eaux pluviales et eaux usées

Le vieillissement des infrastructures souterraines, l'appauvrissement des ressources financières, les lois plus rigoureuses visant les effluents, la sensibilisation accrue de la population aux incidences environnementales associées aux eaux usées et aux eaux pluviales contaminées sont tous des défis auxquels les municipalités sont confrontées. La règle de l'art en matière des eaux pluviales et des eaux usées traite des infrastructures linéaires enfouies, du traitement en aval et des questions liées à la gestion. Elle aborde, entre autres, les moyens de : contrôler et réduire l'écoulement et l'infiltration; obtenir des ensembles de données pertinentes et uniformes; inspecter les systèmes de collecte et en évaluer l'état et la performance, en plus de traiter de l'optimisation de l'usine de traitement et de la gestion des biosolides.

TABLE DES MATIÈRES

Introduction	iii
Remerciements	vii
Résumé	ix
1. Généralités	1
1.1 Introduction.....	1
1.2 Portée et objectifs.....	1
1.3 Glossaire	2
2. Justification	7
2.1 Rôle de l'entretien préventif	7
3. Description des travaux	11
3.1 Éléments d'un programme d'entretien préventif	11
3.1.1 La bonne chaussée	11
3.1.2 Le bon moment	11
3.1.3 Le bon traitement	12
3.1.4 Surveillance et évaluation	20
4. Élaboration et mise en œuvre d'un programme d'entretien préventif	23
4.1 Étape 1. Définir les éléments relatifs à la gestion du programme.....	23
4.2 Étape 2. Définir les éléments techniques du programme	24
4.3 Étape 3. Déterminer les besoins d'entretien.....	25
4.4 Étape 4. Prévoir un cadre en rapport avec le choix d'un traitement	26
4.5 Étape 5. Fixer les priorités relatives aux besoins	26
4.6 Étape 6. Prévoir un mécanisme permanent de soutien, de surveillance et d'évaluation.....	27
Annexe A : Utilisation de l'analyse du coût du cycle de vie en rapport avec le choix de traitements d'entretien préventif	29
Références	35

TABLEAUX

Tableau 2-1 : Traitements de préservation préventifs	14
Tableau 3-2 : Matrice d'aide à la décision servant à cerner les traitements d'entretien préventif d'intérêt potentiel.....	16

FIGURES

Figure 1-1 : Avantages de l'entretien préventif pour la prolongation de la vie de la chaussée.....	5
Figure 2-1 : Rôle de l'entretien préventif dans la gestion d'actifs et la gestion des chaussées.....	7
Figure 2-2 : Exemple d'arbre de prise de décision servant à choisir des traitements de détournement et d'obturation.....	19
Figure 3-1 : Méthodes de choix de traitements de préservation des chaussées	24

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 groupes intéressés des municipalités canadiennes et des spécialistes des chaussées du Canada tout entier. Elle est fondée sur de l'information tirée de la revue des pratiques municipales et d'une analyse documentaire approfondie. Les membres du Comité technique des chaussées d'InfraGuide, dont on trouvera les noms ci-après, ont fourni des conseils et une orientation en rapport avec la rédaction du document. Ils ont été aidés par les employés de la Direction du guide et ceux de ERES Consultants, une division de Applied Research Associates Inc.

Mike Sheflin, ing.	Ancien APA de la municipalité régionale d'Ottawa-Carleton (Ontario)
Brian Anderson	Ontario Good Roads Association
Vince Aurilio, ing.	Ontario Hot Mix Producers Association
Don Brynildsen, ing.	Ville de Vancouver (Colombie-Britannique)
Al Cepas, ing.	Ville d'Edmonton (Alberta)
Brian E. Crist, ing.	Ville de Whitehorse (Yukon)
Michel Dion, ing., M.Sc.	Axor Experts-Conseils
Cluny Matchim, T.A.I.	Ville de Gander (Terre-Neuve et Labrador)
Abe Mouaket, ing.	IM Associates
Tim J. Smith, ing., M.Eng.	Association canadienne du ciment
Sylvain Boudreau, ing., M.Eng.	Conseiller technique, CNRC

De plus, le Comité aimerait remercier les personnes qui suivent pour leur participation aux groupes de travail et aux révisions par les pairs.

Al Cunningham, ing.	Ville de Moncton (Nouveau-Brunswick)
Bill Larkin, ing.	Ville de Winnipeg (Manitoba)

Cette règle de l'art n'aurait pu voir le jour sans le leadership et les conseils du comité directeur du projet et du comité directeur technique d'InfraGuide dont les membres sont comme suit :

Comité directeur du projet :

Mike Badham, Président	Conseiller, Régina (Saskatchewan)
Bill Crowther	Ville de Toronto (Ontario)
Jim D'Orazio	Greater Toronto Sewer and Watermain Contractors Association (Ontario)

Glen Everitt, Maire	Dawson City (Yukon)
Derm Flynn, Maire	Ville d'Appleton (Terre-Neuve-et-Labrador)
David General	Cambridge Bay (Nunavut)
Ralph Haas	Université de Waterloo (Ontario)
Barb Harris	Whitehorse (Yukon)
Robert Hilton	Bureau de l'infrastructure, Ottawa (Ontario)
Dwayne Kalynchuk	Ville de St. Albert (Alberta)
Marie Lemay	Conseil canadien des ingénieurs
Joan Loughheed, Conseillère Liaison avec les intervenants	Burlington (Ontario)
Wayne Motheral, Conseiller	Louise (Manitoba)
Saeed Mirza	Université McGill (Québec)
Lee Nauss, Conseiller	Lunenburg (Nouvelle-Écosse)
Ric Robertshaw	Région d'Halton, Ontario
Dave Rudberg	Ville de Vancouver (Colombie-Britannique)
Van Simonson	Ville de Saskatoon (Saskatchewan)
Basile Stewart, Maire	Summerside, (Île-du-Prince-Édouard)
Serge Thériault	Environnement et Gouvernements locaux (Nouveau Brunswick)
Alec Waters	Alberta Transportation
Wally Wells	Dillon Consulting Ltd., Toronto (Ontario)

Comité technique directeur :

Don Brynildsen	Ville de Vancouver (Colombie-Britannique)
Al Cepas	Ville d'Edmonton (Alberta)
Andrew Cowan	Ville de Winnipeg (Manitoba)
Tim Dennis	Ville de Toronto (Ontario)
Kulvinder Dhillon	Municipalité d'Halifax (Nouvelle-Écosse)
Wayne Green	Ville de Toronto (Ontario)
John Hodgson	Ville d'Edmonton (Alberta)
Bob Lorimer	Lorimer & Associates (Yukon)
Betty Matthews-Malone	Ville de Hamilton (Ontario)
Umendra Mital	Ville de Surrey (Colombie-Britannique)
Anne-Marie Parent	Conseillère, Montréal (Québec)
Piero Salvo	WSA Trenchless Consultants Inc. (Ontario)
Mike Sheflin	Ancien APA de la municipalité régionale d'Ottawa-Carleton (Ontario)
Konrad Siu	Ville d'Edmonton (Alberta)

Membre fondateur :

Association canadienne des travaux publics (ACTP)

RÉSUMÉ

Le présent document, règle de l'art de la partie B du Guide, décrit les principales caractéristiques d'un programme d'entretien préventif des chaussées municipales et les étapes nécessaires à sa mise en œuvre. Comme l'entretien préventif s'applique à la fois aux chaussées souples et aux chaussées rigides, on y décrit certains types de traitement destinés à chaque genre de chaussées. Cela inclut l'imperméabilisation des revêtements, le drainage de la structure et de l'infrastructure des chaussées, le renforcement des tronçons de chaussée défectueux et le ralentissement de la vitesse de détérioration.

La présente règle de l'art décrit également les prémisses de base de l'exécution d'un entretien préventif, les avantages prévus, le recensement des tronçons de chaussée qui ont le plus besoin d'un traitement, le besoin d'une évaluation et d'un soutien permanents, et l'importance d'un financement spécialisé.

Le succès d'un programme d'entretien préventif exige un engagement à long terme, des améliorations constantes ainsi que la documentation des avantages du programme et la production de rapports connexes. L'analyse du coût du cycle de vie joue un rôle essentiel dans le choix des traitements de préservation des chaussées et l'évaluation de tout compromis entre la structure initiale d'une chaussée et le besoin subséquent d'entretien ou de réhabilitation. En effet, bon nombre d'organismes ont constaté que l'application d'une série de traitements préventifs peu coûteux prolongeait la vie utile des chaussées. Cela se traduit par un meilleur investissement, une meilleure qualité de roulement ainsi que l'amélioration de la satisfaction des clients et de l'appui de ces derniers.

Pour qu'un programme d'entretien préventif soit rentable, il faut appliquer le bon traitement au bon moment. L'objectif consiste à repérer les tronçons qui profiteraient le plus d'un entretien préventif, à procéder à ce repérage au moment opportun et à choisir le traitement le plus avantageux. L'entretien préventif ne signifie toutefois pas que les autres traitements de préservation ne sont pas requis. Tous les types de traitements d'entretien (y compris l'entretien préventif, d'urgence ou d'attente) ou de réhabilitation sont nécessaires dans le cadre d'un programme de préservation complet et rentable.

L'élaboration et la mise en œuvre d'un programme d'entretien préventif nécessitent souvent des modifications considérables en matière de gestion et de technique. Pour certains organismes, ces modifications peuvent avoir une incidence sur les employés, les priorités de

financement, le secteur des industries contractuelles et le public. Un travail de collaboration est essentiel à l'élaboration et à la mise en œuvre d'un tel programme. Celui-ci doit être soutenu par des activités de formation et d'éducation, et par l'élaboration de manuels techniques spécifiques et de guides des règles de l'art.

Il est important de renforcer les éléments relatifs à l'entretien des systèmes de gestion des chaussées, surtout l'entretien préventif, en raison de l'utilisation de plus en plus répandue de ces systèmes et de l'intérêt croissant qu'ils suscitent, et de l'importance de plus en plus grande de la gestion des éléments d'actif des infrastructures municipales. Pour qu'un programme donne de bons résultats, il faut accorder de l'importance à certains autres éléments, soit l'inventaire et l'évaluation de l'état des chaussées, la prévision du rendement et le cadre servant à cerner les besoins et à fixer les priorités relatives aux traitements de préservation. Pour s'assurer de pouvoir compter sur le financement nécessaire au moment requis, de nombreux praticiens favorisent la création de fonds spécialisés et adéquats.

L'entretien préventif de la chaussée vise à corriger les problèmes mineurs avant qu'ils n'exigent des réparations plus coûteuses. En ralentissant la vitesse de détérioration, un traitement peut effectivement prolonger la vie utile de la chaussée. Néanmoins, on néglige souvent la pratique qui consiste à reconnaître systématiquement les chaussées qui bénéficieraient le plus d'un entretien préventif et à appliquer le traitement approprié au moment opportun.

1. GÉNÉRALITÉS

1.1 INTRODUCTION

La présente règle de l'art fait partie du *Guide nationale pour des infrastructures municipales durables (InfraGuide)*. Le Guide vise à aider les municipalités à gérer tous les éléments des infrastructures municipales, notamment les réseaux de transport, de collecte des eaux usées et de distribution d'eau, ainsi que toutes les activités relatives à la gestion d'infrastructures, y compris la planification, la conception, le financement et l'entretien. Le présent document traite de l'entretien des chaussées, plus précisément de l'entretien préventif.

L'entretien préventif plaît instinctivement aux responsables de l'entretien des infrastructures municipales, puisque, comme dit le proverbe, mieux vaut prévenir que guérir. Au Canada, on reconnaît depuis plus de 20 ans les avantages potentiels qu'il comporte pour les chaussées. Vers la fin des années 70, par exemple, le ministère des Transports de l'Ontario a mis en œuvre un programme de gestion des chaussées qui utilisait systématiquement les concepts de l'entretien préventif (Blum, W.E. et W.A. Phang, 1980). Au début des années 80, la municipalité régionale d'Ottawa-Carleton a reconnu l'importance de l'exécution en temps opportun de programmes d'entretien préventif (Sheflin, M.J.E, 1985). Plus récemment, de nombreux organismes américains, notamment la Federal Highway Administration, la Foundation for Pavement Preservation et la American Association of State Highway and Transportation Officials (AASHTO), ont conjugué leurs efforts dans le but de promouvoir l'entretien préventif des chaussées. Cette pratique demeure néanmoins un concept relativement nouveau pour plusieurs organismes municipaux canadiens.

1.2 PORTÉE ET OBJECTIFS

Il existe encore des incertitudes et des malentendus sur ce qu'est et ce que n'est pas l'entretien préventif et ce, même si le concept est raisonnable et qu'il ne date pas d'hier (U.S. Federal Highway Administration, 2000). Le Standing Committee on Highways (comité permanent de voirie) de la AASHTO a récemment proposé une définition selon laquelle l'entretien préventif est ... la stratégie planifiée d'application de traitements rentables qui permet de préserver un réseau routier et ses installations, d'en retarder la dégradation future et d'en entretenir ou d'en améliorer la durabilité à l'usage (sans en accroître la capacité structurale) (U.S. Federal Highway Administration, 2000).

L'entretien préventif doit être vu dans le contexte de la gestion globale des infrastructures municipales, puisqu'il représente une stratégie planifiée de préservation des chaussées et non un traitement unique et

particulier. On trouvera dans le présent document la description des principaux éléments d'un programme d'entretien préventif ainsi que les étapes nécessaires à sa mise en œuvre. Voici aussi certains autres sujets qui y sont abordés :

- Les avantages de l'entretien préventif;
- La relation avec les autres outils de planification et d'ingénierie, tels que la gestion d'actifs, la gestion des chaussées et l'analyse du coût du cycle de vie;
- Les types de traitement d'entretien utilisés pour l'entretien préventif;
- Le recensement des chaussées pour lesquelles l'entretien préventif est indiqué;
- L'évaluation et le soutien permanents.

1.3 GLOSSAIRE

L'entretien préventif n'est pas un traitement unique d'entretien ou de réhabilitation des chaussées. On le définit plutôt comme une stratégie planifiée d'application de traitements rentables. Il y a une différence entre l'entretien préventif (une stratégie) et un traitement d'entretien préventif (une intervention). Les termes clés qui suivent offrent de l'information qui facilite la compréhension des concepts propres à l'entretien préventif.

Traitement d'entretien préventif — Traitement dont l'application prévient la détérioration précoce de la chaussée ou retarde la progression des imperfections. Il vise à ralentir la vitesse à laquelle la chaussée se détériore et à augmenter efficacement la vie utile de la chaussée. Il doit être appliqué lorsque la chaussée est encore en relativement bon état et ne présente aucun dommage structural (U.S. Federal Highway Administration, 2000). Voici quelques exemples de traitement d'entretien préventif :

- Le détournage et l'obturation des fissures visant à empêcher l'eau de pénétrer dans la structure de la chaussée;
- Le liage des fissures dans une chaussée en béton de ciment dans le but de rétablir le transfert de charges;
- L'application d'un tapis d'enrobés mince dans le but d'empêcher les chaussées dont le revêtement est ouvert et poreux de se détériorer plus rapidement.

On applique habituellement les traitements d'entretien préventif sur les chaussées en bon ou en excellent état. L'entretien préventif n'a aucune chance de réussir après l'apparition de dommages structuraux.

Traitement d'entretien curatif — On pose des gestes d'entretien curatif pour corriger les faiblesses potentiellement dangereuses et réparer les imperfections qui ont eu une incidence importante sur la durabilité de la chaussée. L'entretien curatif est aussi connu sous le nom d'entretien réactif. Voici quelques exemples de traitements d'entretien curatif :

- Le remplissage des nids-de-poule visant à maintenir les routes dans un état sécuritaire;
- L'enlèvement et le remplacement des dalles en béton de ciment fissurées;
- Le nivellement des accotements en gravier dans le but d'éliminer les dénivellations.

Traitement d'entretien d'urgence — On applique les traitements en situation d'urgence, comme par exemple, la réparation immédiate d'un nid-de-poule dangereux ou d'un accotement inondé. Toute chaussée peut nécessiter des réparations d'urgence, qu'elle soit neuve ou âgée.

Traitement d'entretien d'attente — Aussi appelé solution d'attente. Le traitement inclut des interventions d'entretien visant à tenir le revêtement de la chaussée ensemble, jusqu'à ce qu'on procède à une réhabilitation plus importante ou plus permanente. Le traitement d'entretien d'attente peut être nécessaire en raison du moment auquel on prévoit exécuter les travaux de réhabilitation ou de réfection, ou d'un manque de financement.

Traitement de réhabilitation — Traitement qui consiste en une intervention destinée à rétablir la durabilité initiale de la chaussée, par exemple la pose d'un tapis d'enrobés ou le recyclage in situ. On peut appliquer plusieurs traitements de réhabilitation à une chaussée avant de la refaire (elle peut aussi subir plusieurs cycles de réhabilitation).

Réfection — Ce traitement prévoit l'enlèvement de tous les matériaux du revêtement ainsi que la possibilité de modifier de façon importante les fondations supérieure et inférieure de la chaussée.

Traitements de préservation des chaussées — Les traitements de préservation englobent tous les types de traitement d'entretien et de réhabilitation.

Gestion d'actifs — Il s'agit du processus systématique qui consiste à entretenir, à améliorer et à exploiter des actifs matériels de façon efficace, à allier des principes d'ingénierie à des pratiques commerciales et à une théorie économique judicieuses, et à proposer des outils qui facilitent le recours à une approche plus logique et mieux organisée du processus de prise de décision (Association des transports du Canada, 1999).

Gestion des chaussées — Ce type de gestion inclut les outils et les méthodes qui aident les décideurs à trouver les stratégies optimales de fourniture, d'évaluation et d'entretien de chaussées durables pendant un temps donné (AASHTO, 1993).

Établissement du coût du cycle de vie — Dans le contexte de la gestion des chaussées, il s'agit d'une méthode d'analyse économique utilisée pour comparer différentes structures de chaussée sur une longue période de temps (souvent 30 ans ou plus), tout en tenant compte des coûts pour l'organisme (coûts de construction initiaux et coûts d'entretien et de réhabilitation ultérieurs). Certains organismes peuvent y inclure les coûts d'usage.

Ce n'est pas le type, mais bien la raison de l'intervention qui détermine le choix d'un traitement d'entretien préventif conforme à la définition donnée plus haut. Par exemple, lorsqu'on applique un microrevêtement pour obturer un revêtement de béton asphaltique ouvert et légèrement poreux, on pose un geste d'entretien préventif. Lorsqu'on applique le même traitement pour neutraliser un orniérage modéré, on pose un geste d'entretien curatif. Lorsqu'on applique un tapis d'enrobés sur certains tronçons de la chaussée (dont la résistance est inférieure à la force moyenne ou à celle prescrite, en raison de mauvaises conditions de sol ou de charges de roulage imprévues) avant l'apparition de dommages importants, on procède à un traitement d'entretien préventif. Lorsqu'on applique un tapis d'enrobés pour rétablir la durabilité à l'usage de la chaussée, on procède à un traitement de réhabilitation.

La technologie utilisée pour les traitements d'entretien des chaussées (p. ex. le microrevêtement ou le détournage et l'obturation de fissures) est la même, qu'il s'agisse d'un traitement préventif ou curatif. En outre, il n'existe aucune limite bien définie entre les traitements préventifs et les traitements curatifs. Il arrive souvent que, à l'étape de la planification, on considère le traitement comme préventif, mais qu'on décide au moment de l'application qu'il s'agit d'un traitement curatif.

La figure 1-1 illustre l'effet attendu d'un traitement d'entretien préventif. La courbe qui indique la modification de l'état de la chaussée au fil du

temps s'appelle la « Courbe de rendement de la chaussée ». On applique habituellement les traitements d'entretien préventif sur des chaussées en relativement bon état. Sur une échelle de 0 à 100, le chiffre 100 représentant une chaussée neuve, on applique habituellement le premier traitement d'entretien préventif avant que l'état de la chaussée ne passe sous 70. La figure 1-1 illustre également l'incidence d'un traitement d'entretien préventif sur la prolongation de la vie de la chaussée.

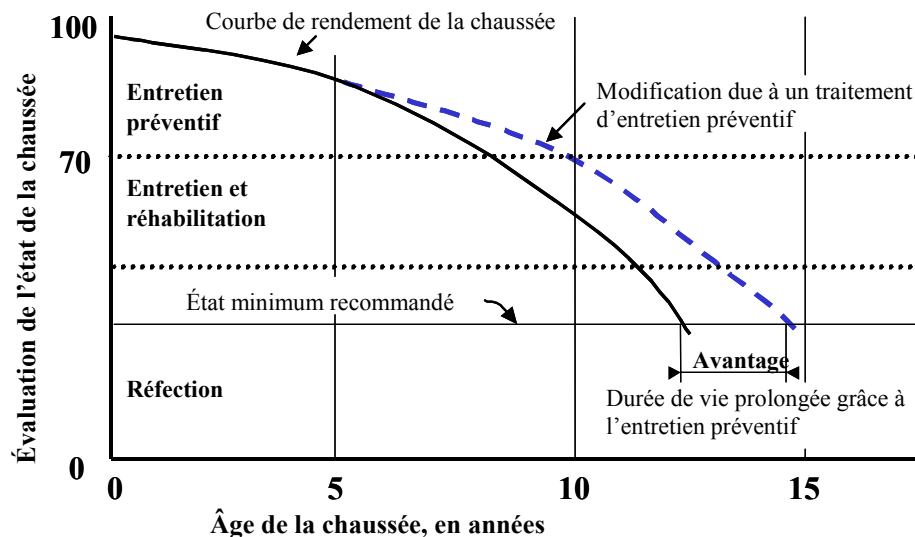


Figure 1-1 : Avantages de l'entretien préventif pour la prolongation de la vie de la chaussée

2. JUSTIFICATION

2.1 RÔLE DE L'ENTRETIEN PRÉVENTIF

Compte tenu des définitions de système de gestion d'actifs et de système de gestion de chaussées données plus haut, il est manifeste que, dans les deux cas, on reconnaît clairement l'importance de l'entretien. On reconnaît aussi l'importance des coûts dans le processus de prise de décision, que ce soit sous la forme d'une théorie économique judicieuse, de stratégies optimales ou de rentabilité. On peut donc considérer l'entretien préventif comme faisant partie de la gestion des chaussées et celle-ci, à son tour, comme faisant partie de la gestion d'actifs. La figure 2-1 illustre le lien qui existe entre la gestion d'actifs, la gestion des chaussées et l'entretien préventif.

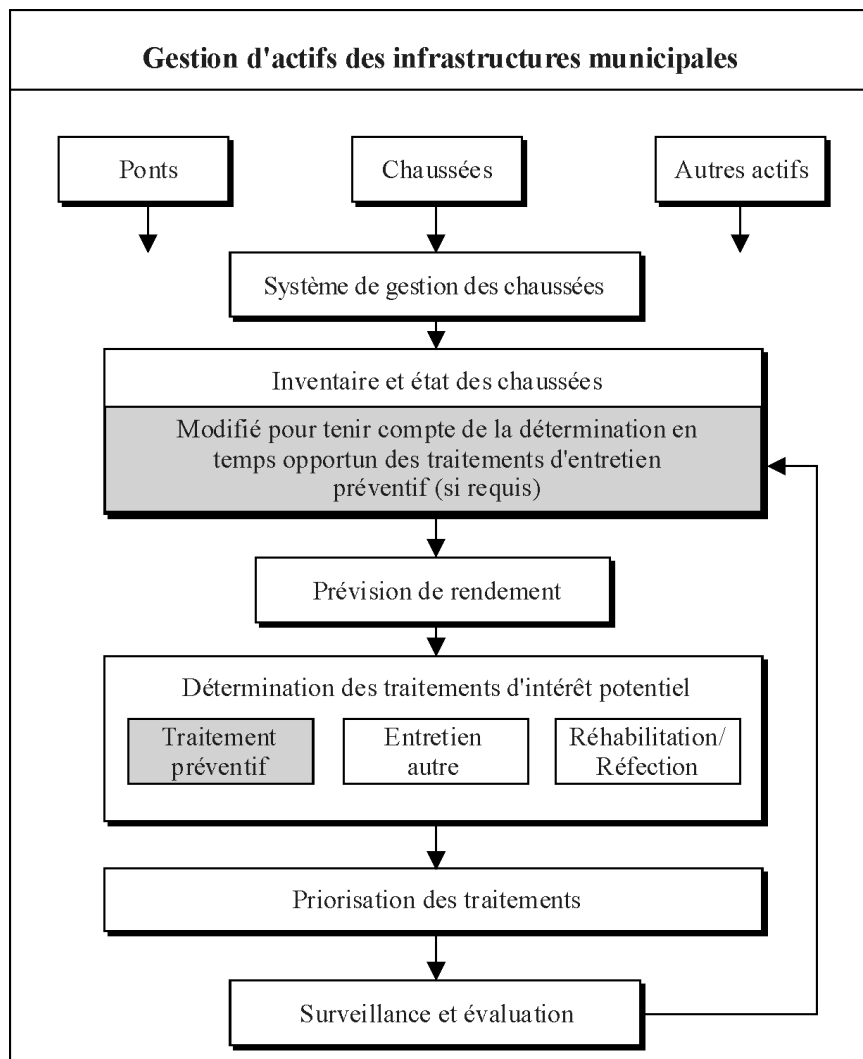


Figure 2-1 : Rôle de l'entretien préventif dans la gestion d'actifs et la gestion des chaussées

La figure 2–1 montre que l'entretien préventif fait partie intégrante d'un système de gestion des chaussées dans lequel on insiste sur l'importance de ce genre d'entretien comme outil de gestion. L'entretien préventif et la gestion des chaussées ont en commun l'inventaire des chaussées, les données sur leur état et le cadre relatif au choix d'un traitement. Une enquête menée récemment auprès de 56 municipalités canadiennes a révélé que 80 pour cent des municipalités ont déjà créé, sont en train de créer ou prévoient créer un système de gestion des chaussées (Hajek, J.J. et coll., 2002). Dans le cas où un tel système existe déjà, l'objectif consiste à le renforcer en adaptant les concepts de l'entretien préventif pour ensuite les intégrer à d'autres traitements de préservation des chaussées. Dans le cas contraire, il faut voir les avantages d'un programme d'entretien préventif comme une raison supplémentaire de mettre celui-ci en œuvre.

Les organismes de voirie ont réalisé que l'application d'une série de traitements préventifs peu coûteux pouvait prolonger efficacement la vie des chaussées. Cela se traduit par un meilleur investissement, une meilleure qualité de roulement et une augmentation de la satisfaction et du soutien des clients (Foundation for Pavement Preservation, 2001). Le recours à l'entretien préventif ne signifie pas que les autres traitements de préservation des chaussées ne sont pas nécessaires. Dans le cadre d'un programme détaillé et rentable de préservation des chaussées, tous les types de traitements d'entretien (notamment les traitements préventif, curatif et d'attente) ou de réhabilitation sont nécessaires. Le but est d'intégrer toutes les stratégies de préservation des chaussées afin d'obtenir un meilleur rendement du capital investi. L'entretien préventif possède toutefois une caractéristique unique. Il est proactif et recherche systématiquement l'occasion d'éliminer les problèmes mineurs avant qu'ils ne deviennent plus sérieux.

Les activités de base et la prémisses de l'entretien préventif incluent :

- L'imperméabilisation — Éviter que l'eau pénètre dans la structure de la chaussée par les fissures ou les joints, des revêtements poreux ou des accotements non obturés;
- Le drainage — Enlever l'eau de la structure et de l'infrastructure de la chaussée en améliorant le drainage;
- Le renforcement — Renforcer les tronçons de la chaussée qui présentent une faiblesse (due par exemple à une mauvaise condition du sol ou à une mauvaise construction) avant l'apparition de dommages importants dans le revêtement;

- Le rechargement — Protéger le revêtement de la chaussée contre le déchaussement graduel et la perte de gros granulat qui peuvent causer la formation de nids-de-poule (également lié à l'imperméabilisation);
- Le fait d'empêcher les débris de pénétrer dans les joints — Obturer les fissures et les joints dans le béton de ciment, non seulement pour imperméabiliser la dalle, mais aussi pour empêcher les débris incompressibles de pénétrer dans les joints et les fissures (les variations de température peuvent causer l'effritement des joints qui contiennent des débris incompressibles);
- Le ralentissement de la détérioration — Certains organismes appliquent des traitements d'entretien pour ralentir la vitesse à laquelle une chaussée se détériore, comme par exemple un enduit superficiel ou un coulis bitumineux sur une chaussée en amiante-ciment et ce, peu importe les dégradations particulières de la chaussée (l'âge de la chaussée est habituellement l'unique facteur qui entraîne ce genre d'application).

On n'accepte pas de façon universelle la dernière activité, qui consiste à ralentir la détérioration, sans avoir une raison particulière d'imperméabiliser ou de protéger un revêtement affaibli. On ne s'attend pas non plus à devoir protéger à l'aide d'un enduit superficiel ou d'un coulis bitumineux les revêtements de qualité supérieure en amiante-ciment (p. ex le SuperPave et les mélanges de pierre et de mastic asphaltique).

3. DESCRIPTION DES TRAVAUX

3.1 ÉLÉMENTS D'UN PROGRAMME D'ENTRETIEN PRÉVENTIF

Les effets bénéfiques des traitements d'entretien préventif dépendent des caractéristiques de la structure de la chaussée, du type et de l'étendue des dégradations, et de certains autres facteurs, tels que le drainage et les matériaux. Pour que l'entretien préventif soit rentable, il faut appliquer *le bon traitement à la bonne chaussée au bon moment*. Les municipalités sont responsables de la préservation de nombreux tronçons dont le degré de détérioration varie. On doit donc établir des procédures servant à recenser les tronçons qui bénéficieraient le plus d'un entretien préventif (la bonne chaussée), à cerner les besoins d'entretien préventif en temps opportun (le bon moment) et à choisir le traitement le plus avantageux (le bon traitement).

3.1.1 LA BONNE CHAUSSÉE

On doit faire l'inventaire de tous les tronçons de la chaussée et en examiner l'état pour repérer la bonne chaussée. Les examens de l'état de la chaussée qui permettent de déterminer le type, l'importance et l'étendue des dégradations font habituellement partie intégrante des systèmes de gestion et sont un élément essentiel de tout programme d'entretien préventif. Toutefois, en ce qui a trait à l'entretien préventif, il faut aussi repérer toute condition particulière et chercher à reconnaître les indicateurs précoces qui signalent la nécessité d'exécuter des travaux d'entretien préventif.

L'examen de l'état des chaussées doit permettre de reconnaître les dégradations liées aux prémisses de base de l'application d'un entretien préventif, dont on a déjà donné les grandes lignes, et aider à repérer les tronçons qui bénéficieraient le plus de ce type d'entretien.

3.1.2 LE BON MOMENT

On doit appliquer les traitements d'entretien préventif avant que les dégradations ne progressent et aient une incidence sur la tenue et la vie de la chaussée, en plus de nécessiter un traitement curatif plus coûteux. On devrait par exemple procéder au détournage et à l'obturation des fissures dans une chaussée en béton asphaltique avant que des fissures transversales simples se transforment en fissures multiples. Comme on le suggère dans la figure 1-1, on applique habituellement les traitements d'entretien préventif durant les premières étapes de la vie de la chaussée.

Il faut extrapoler dans l'avenir l'état de la chaussée relevé au moment de l'examen, puisqu'il est impossible d'appliquer le traitement préventif

immédiatement. On planifie habituellement ce genre de traitement de 2 à 18 mois à l'avance.

On doit remplir les deux conditions qui suivent pour s'assurer d'appliquer le traitement préventif au bon moment.

Programme d'entretien en temps opportun — On doit examiner l'état des chaussées et transposer les résultats dans un programme d'entretien préventif en temps opportun.

Financement spécialisé — Le financement destiné à l'entretien préventif doit être disponible en temps opportun, puisque celui-ci vise à prévenir plutôt qu'à guérir. De nombreux praticiens recommandent la mise en place d'un financement exclusif adéquat, puisque le temps est un facteur essentiel à la rentabilité. Quand on retarde un traitement d'entretien préventif, on risque de le rendre totalement inefficace.

3.1.3 LE BON TRAITEMENT

Le choix du bon traitement nécessite les quatre phases suivantes :

- La détermination des traitements possibles;
- Le choix du traitement pour chaque tronçon;
- Les besoins et les priorités relatifs aux autres tronçons du réseau;
- Le choix des méthodes et des matériaux de construction.

Phase 1 : Détermination des traitements possibles

Le tableau 2-1 contient la liste des traitements d'entretien et de réhabilitation types. Les traitements considérés traditionnellement comme préventifs sont en italique et décrits brièvement. On trouvera une description plus complète des traitements de préservation des chaussées dans le *Reference Manual of Pavement Preservation Treatments* (Hajek, J.J. et coll., 2002b) et le *Concrete Pavement Restoration, Resurfacing and Reconstruction* (American Concrete Pavement Association, 1999-2000).

Rapiéçage à la machine — Aussi appelé thermorégénération sélective. On utilise un finisseur pour appliquer le mélange à chaud.

Obturation de fissures ou de joints — Cela inclut habituellement un détournage (pour nettoyer la fissure ou le joint et créer un réservoir destiné à recevoir le produit d'obturation) suivi d'une obturation.

Coulis bitumineux — Un mélange d'émulsion de bitume, de granulat fin, de charge minérale et d'eau qu'on épand uniformément sur le revêtement de la chaussée. On applique une mince couche de mélange froid sur le revêtement.

Liage des dalles — On perce des trous dans les fissures stables. On place ensuite un fer de liaison dans chaque trou et on le fixe en place à l'aide de ciment pour empêcher la fissure de s'agrandir et améliorer le potentiel de transfert de charges à travers celle-ci.

Microrevêtement — On applique uniformément un mélange d'émulsion de bitume modifié, de granulat fin de haute qualité, de charge minérale et d'eau sur le revêtement de la chaussée. On applique une ou deux minces couches de mélange froid sur le revêtement.

Traitement de revêtement (enduit superficiel, couche de fermeture au bitume) — On vaporise d'abord un liant routier sous forme d'émulsion ou de liquide, puis on épand des granulats qui sont ensuite roulés dans le liant. Quand le granulat est de grosseur uniforme, on qualifie le traitement d'enduit superficiel.

Tapis d'enrobés mélangés à chaud — On pose le mélange à chaud sur le revêtement de la chaussée. Certains mélanges spéciaux peuvent avoir seulement 20 mm d'épais.

Il est possible de combiner les traitements énumérés dans le tableau 3-1. On peut par exemple combiner le détournage et l'obturation des fissures transversales avec un microrevêtement. La ligne qui sépare les traitements d'entretien préventif des autres traitements n'est pas évidente. Par exemple, le Michigan Department of Transportation (2000) considère que la pose d'un tapis d'enrobés mélangés à chaud qui ne vise pas à améliorer la résistance de la chaussée (c'est-à-dire qui n'a aucun rôle structural) est un traitement d'entretien préventif. Les organismes créent habituellement des arbres ou des matrices d'aide à la décision qui facilitent la détermination des traitements d'intérêt potentiel. Le tableau 3-2 offre un exemple de matrice d'aide à la décision qui permet de cerner les traitements d'intérêt potentiel. La matrice indique par exemple qu'on ne doit pas appliquer de microrevêtement sur les chaussées qui présentent d'importantes irrégularités et de la fissuration par fatigue, et que ce genre de traitement risque de ne pas être efficace sur les chaussées qui présentent des fissures transversales ou longitudinales et un orniérage importants ou un peu de fissuration par fatigue.

Tableau 3-1 : Traitements de préservation préventifs

Béton asphaltique	Chaussée composite ou en béton de ciment apparent	Traitement de surface	Revêtement de gravier
<ul style="list-style-type: none"> • Rapiéçage de petites surfaces à l'aide d'un mélange à chaud ou à froid • Rapiéçage par pulvérisation (enduit superficiel appliqué à la main) • Rapiéçage à l'aide de chauffage infrarouge • <i>Rapiéçage à la machine</i> • <i>Obturation de fissures</i> • <i>Coulis bitumineux</i> • <i>Microrevêtement</i> • <i>Traitement de surface (enduit superficiel, couche de fermeture)</i> • <i>Tapis d'enrobés mélangés à chaud</i> • Recyclage in situ à chaud • Recyclage in situ à froid • Revêtement ultramince de béton de fibres (UTW) • <i>Entretien de drainage</i> 	<ul style="list-style-type: none"> • Réparation d'une partie de la couche d'usure à l'aide de béton de ciment • Réparation d'une partie ou de la totalité de la couche d'usure à l'aide de béton asphaltique • Réparation de la couche d'usure à l'aide de béton de ciment • <i>Obturation de joints/fissures</i> • Injection de bitume (injection sous la dalle) • Reprofilage de la surface par abrasion (à la meule diamantée ou par grenailage) • <i>Reprofilage par transfert des charges (pose de goujons et liage des fissures)</i> • Levage de la dalle par vérins • Tapis d'enrobés de béton asphaltique • <i>Entretien de drainage</i> 	<ul style="list-style-type: none"> • Rapiéçage de petites surfaces à l'aide d'un mélange à chaud ou à froid • <i>Rapiéçage par pulvérisation (enduit superficiel appliqué à la main)</i> • Rapiéçage à la machine • Traitement de surface (enduit superficiel, couche de fermeture) • <i>Entretien de drainage</i> 	<ul style="list-style-type: none"> • Nivellement et empierrement • Lutte contre la poussière • <i>Entretien de drainage</i>

Remarques

1. Les traitements généralement considérés d'entretien préventif sont en italiques.
2. Les traitements de préservation des chaussées composites ne sont pas mentionnés expressément dans le tableau. Dans le cas de la couche de béton asphaltique des chaussées composites, bon nombre des traitements mentionnés en rapport avec les chaussées en béton asphaltique s'appliquent; dans le cas de la base en béton des chaussées composites, certains des traitements mentionnés en rapport avec les chaussées en béton de ciment apparent sont pertinents.

Phase 2 : Choix d'un traitement pour chaque tronçon

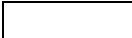


Le choix des traitements d'intérêt potentiel (au niveau du projet) reposent généralement sur les considérations suivantes :

- L'état actuel de la chaussée
 - Type et structure de la chaussée; et
 - Type, étendue et gravité des dégradations de la chaussée, en particulier le fissurage, les tranchées de services publics et l'orniérage;
- Temps écoulé depuis la construction ou une réfection majeure;
- Utilisation de la chaussée, volume, composition et vitesse de la circulation;
- Accès à des entrepreneurs compétents et à une technique de construction;
- Accès pour l'organisme à du personnel qualifié;
- Accès aux matériaux requis;
- Période de l'année durant laquelle la chaussée a été construite;
- Durée d'indisponibilité de l'installation et coûts d'usage connexes; et
- Qualité résultante de la surface de la chaussée (bruit, poussière, frottement de surface, agrégats lâches).

Tableau 3–2 : Matrice d'aide à la décision servant à cerner les traitements d'entretien préventif d'intérêt potentiel

Traitement d'entretien préventif	État de la chaussée relatif à une application réussie											
	Uni		Orniérage		Fissuration longitudinale ou transversale		Arrachement		Ressuage		Fissuration par fatigue	
	Faible	Élevé	Faible	Élevé	Faible	Élevée	Faible	Élevé	Faible	Élevé	Faible	Élevée
Obturation de fissures												
Enduit superficiel												
Coulis bitumineux												
Microrevêtement												
Tapis d'enrobés mince												

Légende :

	Utilisation acceptable
	Utilisation douteuse
	Ne pas utiliser

Les traitements d'intérêt potentiel repérés au cours de la phase doivent être classés par ordre de priorité selon les avantages et les coûts estimés. L'estimation des avantages doit se faire en fonction de la prolongation de la vie de la chaussée initiale — et non de la durée de vie prévue du traitement d'entretien préventif (figure 1–1). Par exemple, un microrevêtement pourra ne durer que cinq ans, mais prolonger la vie de la chaussée de neuf ans. Le liage des fissures qui se produisent dans la dalle d'une chaussée rigide repoussera la nécessité de remettre la chaussée en état, ce qui sera plus coûteux. L'avantage fondamental d'un traitement d'entretien préventif réside dans la différence entre la vie de la chaussée avec traitement et celle sans traitement. Certains traitements peuvent créer des avantages qui vont au-delà de ceux qu'on obtient durant un seul cycle de réhabilitation. Par exemple, la pose en rattrapage de drains souterrains pourra avoir une incidence bénéfique sur plusieurs cycles de réhabilitation. Les traitements d'entretien peuvent également produire des avantages supplémentaires sous forme d'amélioration de la surface de la chaussée (frottement, qualité de roulement, délimitation des marques, suppression de la poussière, sécurité, etc.).

Les deux principaux éléments des coûts de traitement sont les coûts de construction et les coûts d'usage dus aux retards dans les travaux. Comme les coûts de construction peuvent varier énormément selon

l'endroit, le moment, les quantités et le mode de passation de marché utilisé, il faut se servir des coûts propres à chaque projet.

On peut procéder de plusieurs façons pour choisir les traitements les plus prometteurs. Mentionnons l'évaluation du taux de rentabilité, le classement par ordre de priorité et l'évaluation du coût du cycle de vie.

Évaluation du taux de rentabilité

D'ordinaire, la rentabilité s'exprime sous la forme d'un rapport entre les coûts et les bénéfices. Les coûts sont des coûts unitaires, par exemple des dollars par mètre carré. Les bénéfices sont le nombre d'années supplémentaires de la durée de vie prévue de la chaussée (à cause du traitement préventif ou d'une combinaison de traitements) ou les modifications de la courbe de rendement (l'augmentation de la zone sous la courbe).

Classement par ordre de priorité

Certains attributs des traitements d'entretien préventif, qui sont importants pour le client et l'organisme, ne peuvent être quantifiés facilement. Parmi ces attributs, mentionnons par exemple la perturbation de la circulation, le frottement de surface, l'expérience passée du traitement et la nécessité de jouir de conditions météorologiques favorables durant la construction de la chaussée. En évaluant les traitements d'intérêt potentiel par rapport aux attributs énumérés plus haut, en plus d'en évaluer la rentabilité, on peut établir une note globale pour chaque traitement. On trouvera un bon exemple de cette approche dans *Selecting a Preventive Maintenance Treatment for Flexible Pavements* (Hicks, R.G., S.B. Seeds et D.G. Peshkin, 2000).

Évaluation du coût du cycle de vie

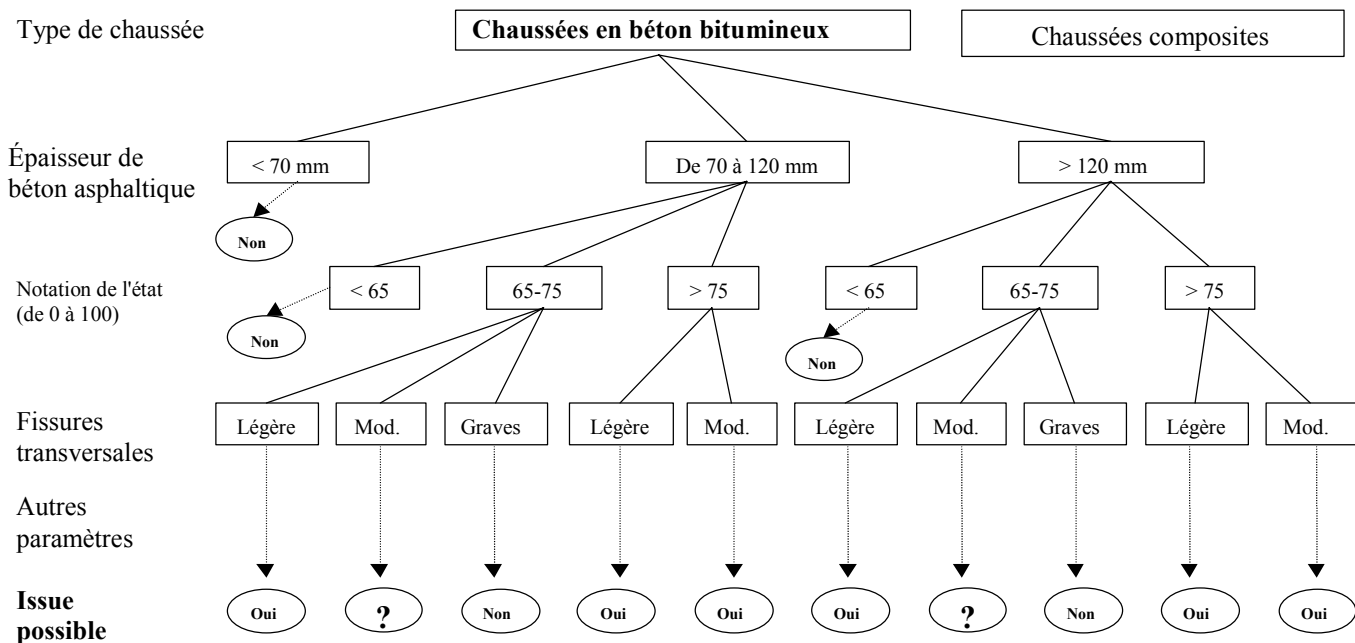
Le recours à un traitement d'entretien préventif permet de reporter le traitement de réhabilitation, qui est plus coûteux. Par ailleurs, le coût du traitement d'entretien préventif doit à tout prix être payé maintenant – c'est-à-dire beaucoup plus tôt que le coût de tout traitement de réhabilitation qu'il faudra payer plus tard. Il faut absolument reconnaître que la nécessité de payer maintenant plutôt que plus tard fait partie de l'analyse économique, parce que la valeur économique d'une somme d'argent donnée varie selon le moment auquel celle-ci est déboursée. Il existe également des possibilités de compromis économique entre la qualité de la construction initiale et le besoin d'entretien subséquent de la chaussée (Association des transports du Canada, 1997). Par exemple, l'utilisation d'un béton asphaltique modifié de haute qualité durant la construction initiale pourra réduire de façon significative le besoin d'entretien préventif subséquent (p. ex. l'obturation de fissures). Le recours à des exigences strictes en ce qui concerne l'uni de la chaussée au moment de la construction initiale retardera de façon significative la

dislocation des joints et la nécessité de procéder à des travaux de rétablissement du transfert des charges au niveau des joints. C'est le cadre de l'analyse du coût du cycle de vie qui convient le mieux à ce genre d'analyse.

En raison de l'importance de l'analyse du coût du cycle de vie dans le choix de traitements de préservation des chaussées, on trouvera dans l'annexe A des renseignements supplémentaires sur ce type d'analyse et certains exemples de son utilisation.

Rôle des arbres de décision

Le tableau 3-2 présente un exemple de matrice d'aide à la décision qui sert à déterminer les traitements d'intérêt potentiel. Le choix réel de traitements de préservation de la chaussée en rapport avec un projet déterminé est plus complexe. Il doit à tout prix tenir compte du type, de la gravité et de l'étendue des dégradations, des propriétés de la structure, de l'expérience locale, de la rentabilité, etc. La figure 3-1 illustre un arbre de décision qui peut faciliter le choix d'un traitement d'obturation des fissures dans les chaussées en béton asphaltique. Bien que les arbres de décision jouent un rôle utile dans la détermination et l'évaluation des traitements d'intérêt potentiel, le choix de traitements d'entretien particuliers à un projet requiert habituellement une évaluation sur le terrain des conditions propres aux lieux et ne peut se faire uniquement à l'aide d'un arbre de décision.

Paramètre de décision

Nota. - Parmi "Autres paramètres", on retrouve par exemple la présence d'une couche de base stabilisée au ciment ainsi que la gravité et la densité des autres détériorations de la chaussée, telles que les fissures longitudinales, le faillançage et le ressuage.

Figure 3-1 : Exemple d'arbre de prise de décision servant à choisir des traitements de détourage et d'obturation

Phase 3 : Besoins et priorités des autres tronçons

Même quand on dispose d'un financement réservé exclusivement à l'entretien préventif, l'ampleur des travaux recommandés risque d'entraîner des coûts dont le montant excède les fonds disponibles. Il se peut donc qu'on doive dresser la liste des priorités relatives à l'entretien préventif. Il est également important de réaliser que l'entretien et la réhabilitation ne doivent pas être perçus comme des domaines d'exécution distincts, mais être à tout prix coordonnés à l'intérieur du système global de gestion des chaussées (voir la figure 2-1). Cela se traduit par la nécessité de dresser la liste des priorités, non seulement en rapport avec les traitements d'entretien préventif, mais aussi pour concilier les traitements avec les autres priorités en matière d'entretien et de réhabilitation. Les organismes qui recourent à l'entretien préventif signalent également que les sommes consacrées à l'entretien préventif peuvent à la longue libérer certaines des sommes requises pour les travaux de réhabilitation.

Il est possible de dresser la liste des besoins d'entretien préventif prioritaires à l'aide des méthodes de sélection décrites précédemment (évaluation du taux de rentabilité, classement par ordre de priorité et

évaluation économique du cycle de vie) et en limitant les traitements d'intérêt potentiel à une valeur minimale quelconque (telle qu'un ratio coûts-bénéfices). On pourra trouver de plus amples renseignements sur l'établissement des priorités et l'optimisation des méthodes de choix relativement au traitement de préservation des chaussées dans un bulletin technique de la U.S. Federal Highway Administration (Walls et Smith, 1998).

Phase 4 : Choix de matériaux et de méthodes de construction

Après avoir choisi un traitement, on doit utiliser les matériaux et les méthodes de construction appropriés au moment de l'application. Pour garantir la qualité de la construction, il faut absolument utiliser un devis descriptif et des garanties appropriés. Généralement, les traitements d'entretien préventif sont moins indulgents et donc plus exigeants (p. ex. en ce qui a trait à la qualité des matériaux, au respect des méthodes de construction et aux conditions météorologiques) que les tapis d'enrobés mélangés à chaud classiques.

Pour favoriser et faciliter le choix du bon traitement à appliquer sur la bonne chaussée au bon moment, les organismes qui ont recours à l'entretien préventif ont élaboré des guides ou des manuels des règles de l'art. Ceux-ci visent à offrir des conseils en rapport avec le choix des traitements et du moment de les appliquer ainsi que des matériaux et des méthodes de construction.

3.1.4 SURVEILLANCE ET ÉVALUATION

Pour donner de bons résultats, un programme d'entretien préventif requiert un engagement à long terme, des améliorations constantes et la documentation des avantages connexes. Il est par conséquent important que la surveillance et l'évaluation fassent partie intégrante de tout programme d'entretien préventif. Celles-ci doivent inclure les activités suivantes :

- Examen de l'efficacité des types de traitements utilisés : En particulier au début de l'élaboration du programme, il est important d'évaluer annuellement l'efficacité de chaque traitement.
- Surveillance de l'état de la chaussée : On doit effectuer la surveillance et l'évaluation de l'état de la chaussée à tous les ans ou à tous les deux ans, à la fois pour documenter la prolongation de la durée de vie et repérer les tronçons de chaussée qui profiteraient de traitements d'entretien préventif au cours des années à venir.
- Amélioration des traitements : L'expérience tirée du programme doit se traduire par l'amélioration des lignes directrices et des manuels de

règles de l'art relatifs aux choix du moment de l'application des traitements et aux travaux.

- Promotion : Pour s'assurer que le programme jouit d'un soutien financier permanent, il faut en documenter les avantages et les promouvoir.

4. ÉLABORATION ET MISE EN ŒUVRE D'UN PROGRAMME D'ENTRETIEN PRÉVENTIF

On trouvera dans cette section les grandes lignes des étapes types que nécessite la mise en œuvre de l'entretien préventif par un organisme municipal, des conseils relatifs à la mise en œuvre ainsi que des renvois aux manuels et aux normes connexes. Pour élaborer et mettre en œuvre un programme de préservation des chaussées, l'organisme doit :

- Établir les aspects relatifs à la gestion du programme;
- Établir les aspects techniques du programme;
- Déterminer les besoins d'entretien;
- Proposer un cadre à l'intention des choix des traitements;
- Fixer les priorités en matière de besoins; et
- Offrir une surveillance, une évaluation et un soutien permanents.

4.1 ÉTAPE 1 : DÉFINIR LES ÉLÉMENTS RELATIFS À LA GESTION DU PROGRAMME

Pour certains organismes, l'élaboration et la mise en œuvre d'un programme d'entretien préventif peuvent constituer un changement important dans la façon d'assurer la préservation des chaussées. Le changement peut toucher le personnel de l'organisme, les priorités en matière de financement, le secteur des industries contractuelles et le public. Les modifications nécessaires doivent être mises en œuvre de manière collaborative et appuyées par de la formation et de l'éducation. La Foundation for Pavement Preservation (2001) propose des lignes directrices utiles en rapport avec le lancement d'un programme d'entretien préventif et donne un aperçu de la nécessité d'établir les stratégies et les objectifs généraux du programme.

Il faut un engagement à long terme et du soutien financier de la part de la haute direction pour assurer la réussite d'un programme d'entretien préventif. L'entretien préventif est plus qu'un simple ensemble de techniques déterminées d'entretien des chaussées. Il s'agit d'une façon de penser sur le plan technique, de planifier financièrement et d'établir les budgets. Les organismes qui avaient l'habitude dans le passé de recourir à l'approche de la chaussée dans le pire état en premier pour choisir des traitements de préservation ont mentionné qu'il fallait

informer le public (après la mise en œuvre d'un programme d'entretien préventif) des raisons pour lesquelles des chaussées en relativement bon état font l'objet de travaux d'amélioration, tandis que rien n'est fait sur celles qui lui semblent « plus dignes d'attention ». Le contenu de la figure 4-1 se fonde sur les résultats d'une enquête menée récemment auprès de 56 municipalités canadiennes (Hajek et coll., 2002a). En rapport avec la question « Comment choisissez-vous des projets d'entretien ou de réhabilitation de chaussées? », on a proposé quatre choix de réponse : l'utilisation d'un système de gestion des chaussées, les arbres de décision, le discernement technique et le pire état en premier. Certains répondants ont choisi plusieurs réponses. Cependant, 18 municipalités, c'est-à-dire le tiers de celles qui ont participé au sondage, ont répondu qu'elles utilisaient le critère de la chaussée en plus mauvais état en premier.

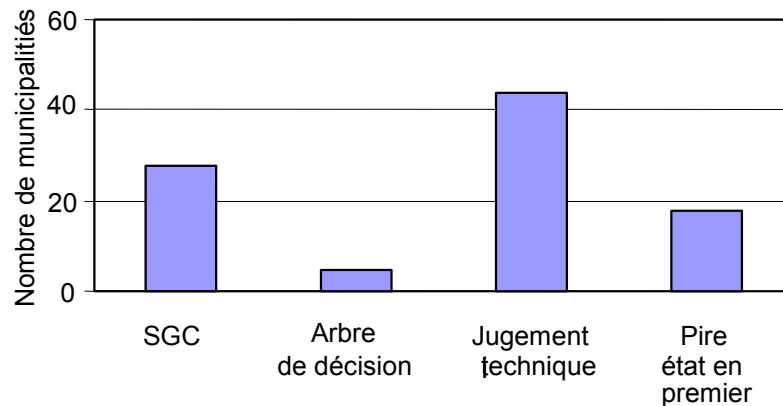


Figure 4-1 : Méthodes utilisées pour choisir des traitements de préservation de chaussées

4.2 ÉTAPE 2 : DÉFINIR LES ÉLÉMENTS TECHNIQUES DU PROGRAMME

L'élaboration technique d'un programme d'entretien préventif doit reconnaître que les stratégies connexes sont un élément essentiel de tout système opérationnel de gestion des chaussées (Geoffroy D.N., 1996). Il existe peut-être certains systèmes de gestion qui n'accordent pas beaucoup d'importance à l'entretien préventif. Cependant, aucun programme d'entretien préventif qui ne comprend pas les éléments typiques d'un système de gestion des chaussées (notamment l'évaluation périodique de l'état, la prévision du rendement et l'établissement des priorités relatives aux besoins de préservation) ne peut exister. Tout programme de conservation des chaussées rentable exige que toutes les interventions en matière d'entretien ou de réhabilitation soient coordonnées et en synergie. Blum et Phang (1980), l'Association des transports du Canada (1997) et Geoffroy (1996) proposent une description plus détaillée des systèmes de gestion des chaussées et de

leur rôle dans l'intégration des interventions en matière d'entretien ou de réhabilitation. L'Association des transports du Canada (1999) donne également un aperçu du rôle de la gestion des chaussées dans le contexte de la gestion des actifs routiers.

Une fois réglée l'intégration de l'entretien préventif et de la gestion des chaussées, il faut maintenant inclure la création de lignes directrices relatives aux programmes dans le développement technique. Celles-ci doivent formuler l'objet et les objectifs du programme d'entretien préventif, décrire la structure de gestion, notamment l'interaction avec le système de gestion des chaussées, et contenir des détails techniques sur les traitements d'entretien préventif et leur choix. L'American Concrete Pavement Association (1998 à 2001) donne un exemple de lignes directrices détaillées relatives à un programme d'entretien préventif. Plusieurs organismes de voirie canadiens ont élaboré divers éléments de lignes directrices de programmes d'entretien, à la fois pour les chaussées souples (Saskatchewan Highways and Transportation, 2001; gouvernement des Territoires du Nord-Ouest, 1993; Ministère des transports de l'Ontario, 1990) et les chaussées rigides (Québec, 1999).

4.3 ÉTAPE 3 : DÉTERMINER LES BESOINS D'ENTRETIEN

Pour donner de bon résultats, l'entretien préventif exige qu'on repère en temps opportun les tronçons de chaussée qui profiteraient le plus d'interventions en matière d'entretien. Il faut à tout prix examiner les procédures d'évaluation de l'état actuel de la chaussée et vérifier si elles permettent d'obtenir à temps les renseignements pertinents. Il se peut que les relevés en question visent à saisir les dégradations à des étapes ultérieures et ne permettent donc pas de cerner assez tôt les indices qui permettront de préserver la chaussée. Par exemple, si on se reporte à l'arbre de décision illustré dans la figure 3-1, on constate que le système d'évaluation de l'état doit permettre de repérer la présence de fissures longitudinales légères ou très légères, de même que d'autres paramètres décisionnels dont on a besoin pour choisir le traitement d'obturation de fissures.

Plusieurs organismes de voirie provinciaux ont élaboré des manuels d'évaluation de l'état de la surface des chaussées, notamment la Colombie-Britannique (BC Ministry of Transportation and Highways, 1994 et l'Ontario (Chong, G.J, W.A. Phang et G.A. Wrong, 1989 à 1995). Le Ministère des Transports de l'Ontario a lui aussi élaboré expressément à l'intention des municipalités une procédure d'évaluation de l'état des chaussées [Chong et coll., 1989]. D'autres manuels pertinents d'évaluation de l'état ont été préparés par l'Association des transports du Canada (Anderson, 1987), l'American Society for Testing and Materials (ASTM, 2000) et certaines autres organisations. Les

relevés visuels de l'état de la chaussée peuvent être complétés par un certain échantillonnage des matériaux et des essais non destructifs (mesurages d'uni, de frottement et de déflexion).

La détermination des besoins est fondée sur l'analyse de l'état des chaussées et des données d'inventaire (p. ex. les données structurales sur les chaussées et les données de circulation), la projection de l'état des chaussées dans le temps jusqu'au moment où les traitements recommandés sont susceptibles d'être appliqués (habituellement un an d'avance) et les lignes directrices en matière de choix de traitement. Il est important de réaliser que les besoins d'entretien préventif sont dictés par la nécessité de prolonger la durabilité des chaussées en procédant tôt à des travaux d'entretien et qu'ils ne sont pas régis par des normes de qualité d'entretien qui précisent les exigences minimales (ou minimales recommandées) en matière de rendement des chaussées.

4.4 ÉTAPE 4 : PROPOSER UN CADRE EN RAPPORT AVEC LE CHOIX D'UN TRAITEMENT

On a donné précédemment un aperçu du rôle de l'évaluation de la rentabilité, du classement par ordre de priorité et de l'évaluation économique du cycle de vie. Hicks et coll. (2000) ont rassemblé environ 20 matrices et arbres de décision élaborés par divers organismes dans le but de faciliter le choix d'un traitement de préservation d'une chaussée souple. Même si ce recueil d'arbres de décision et de matrices est impressionnant, les éléments qui le composent sont particuliers à un organisme (pertinents à un organisme déterminé) et ne s'appliquent que de façon générale. Le choix d'un traitement d'entretien préventif particulier à un lieu requiert généralement une conception technique détaillée.

4.5 ÉTAPE 5 : FIXER LES PRIORITÉS RELATIVES AUX BESOINS

L'établissement des priorités doit tenir compte à la fois des traitements d'entretien préventif et des autres traitements d'entretien et de réhabilitation. On a déjà donné un aperçu de la marche à suivre pour fixer les priorités et celles-ci doivent faire partie des lignes directrices relatives aux programmes définies à la phase 2.

4.6 ÉTAPE 6 : PRÉVOIR UN MÉCANISME PERMANENT DE SOUTIEN, DE SURVEILLANCE ET D'ÉVALUATION

Les mesures de rendement, qui font partie des lignes directrices relatives aux programmes, doivent servir à déterminer la mesure dans laquelle les objectifs ont été atteints. La surveillance et l'évaluation nécessaires à un programme d'entretien préventif ont été traitées à la phase 4 du présent document.

ANNEXE A :

UTILISATION DE L'ANALYSE DU COÛT DU CYCLE DE VIE EN RAPPORT AVEC LE CHOIX DE TRAITEMENTS D'ENTRETIEN PRÉVENTIF

La raison du choix d'une stratégie donnée de préservation des chaussées de préférence à une autre doit être fonction de tous les coûts et avantages pertinents. L'analyse du coût du cycle de vie permet de combiner et de quantifier de façon efficace les coûts et les avantages qui devraient se manifester avec le temps ou au cours d'une période d'analyse déterminée. Dans le cas des chaussées, cette dernière est habituellement de plus de 20 ans.

En général, les coûts du cycle de vie incluent tous les coûts et avantages prévus durant la vie de l'installation, exprimés d'une façon qui représente correctement la valeur temporelle de l'argent (ils sont actualisés à l'aide d'un taux approprié). Tout dollar disponible maintenant (ou dépensé maintenant) a plus de valeur qu'un dollar qui sera disponible dans cinq ans (ou qui sera dépensé dans cinq ans). À l'aide de l'actualisation, il est possible d'évaluer l'avantage lié au fait de payer pour l'entretien maintenant et de reporter la réhabilitation à plus tard, ou le compromis entre le coût initial de la construction et le coût futur de l'entretien. Dans les deux cas, l'objectif consiste à offrir des chaussées de la façon la plus rentable possible en alliant construction initiale et traitements d'entretien et de réhabilitation subséquents.

La formule de base de l'analyse économique du cycle de vie est :

$$PW = \text{Initial Cost} + \sum_1^k \text{Upkeep Cost} \frac{1}{(1 + i_{dis})^n}$$

Coût initial = Coût de construction initial, exprimé en dollars

Coût de maintien en bon état = Coût des traitements d'entretien et de réhabilitation, exprimé en dollars

i_{dis} = Taux d'actualisation (%/100)

n = Nombre d'années jusqu'au présent

k = Nombre de traitements d'entretien

On peut trouver des renseignements supplémentaires sur l'analyse économique du cycle de vie dans le bulletin technique FHWA-SA-98-079 (Walls et Smith, 1998, et la synthèse de Geoffroy de la Highway Practice 223, 1996).

On peut illustrer l'utilisation de l'analyse économique du cycle de vie à l'aide des deux exemples suivants :

- Évaluation de la rentabilité d'un traitement d'entretien préventif; et
- Évaluation de tout compromis entre le coût de construction initial et les coûts de préservation subséquents.

EXEMPLE 1 : ÉVALUATION DE L'EFFICACITÉ D'UN TRAITEMENT D'ENTRETIEN PRÉVENTIF

À considérer :

Il est proposé de procéder l'année prochaine (en 2003) au déroutage et à l'obturation des fissures d'une chaussée en béton asphaltique âgée de quatre ans, et de répéter le traitement (nouvelle obturation) quatre ans plus tard (en 2007). On prévoit que les deux traitements d'entretien préventif consécutifs repousseront de trois ans le renouvellement de la surface de la chaussée.

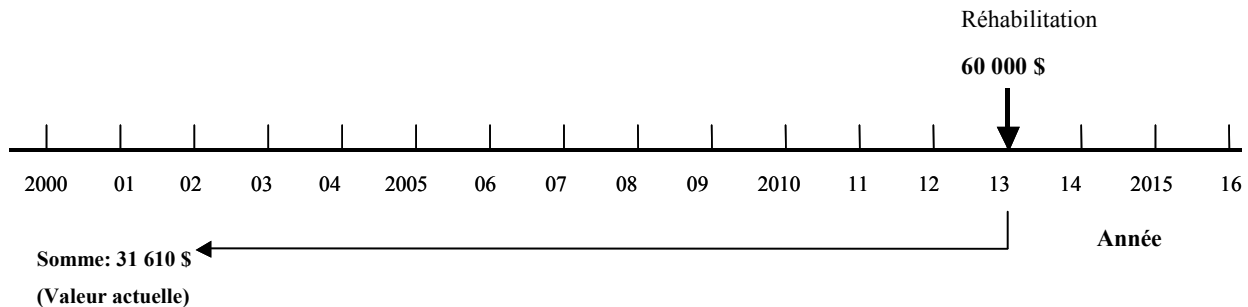
On suppose que le tronçon mesure un kilomètre de long, que le coût de l'obturation est de 1 100 \$, celui de la seconde obturation, de 1 500 \$ et le coût de la réhabilitation (renouvellement de la surface), de 60 000 \$.

Question :

Le traitement d'entretien préventif proposé sera-t-il rentable?

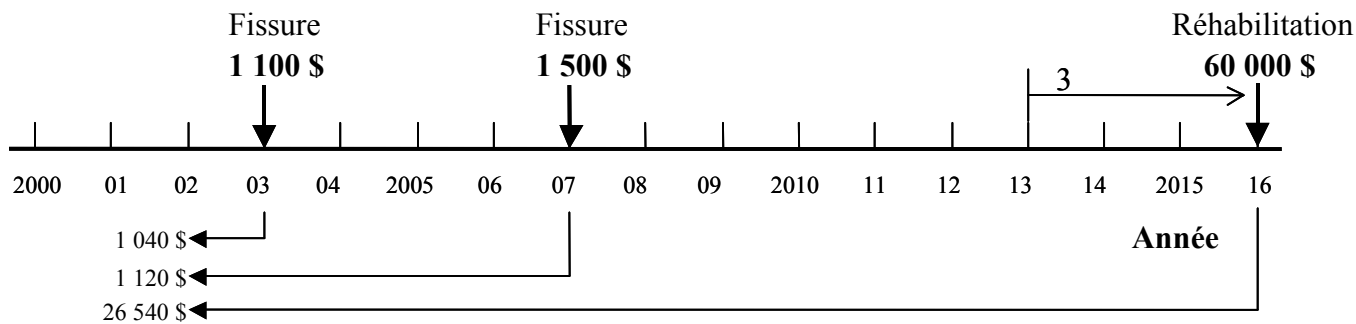
Sans entretien préventif :

Dans le diagramme qui suit, on suppose que, sans entretien préventif, il faudra appliquer un traitement de réhabilitation en 2013. La valeur actuelle du traitement, compte tenu d'un taux d'actualisation de six pour cent, est de 31 610 \$.



Avec entretien préventif :

Le diagramme qui suit montre que les deux traitements d'entretien préventif permettent de reporter le traitement de réhabilitation à l'année 2016. La valeur actuelle correspondante de cette stratégie, compte tenu d'un taux d'actualisation de six pour cent, est de 28 700 \$.



Somme: 28 700 \$

(Valeur actuelle)

COMPARAISON DES CHOIX

En comparaison avec le choix qui ne prévoit aucun entretien préventif, l'entretien préventif entraîne une économie de 2 910 \$ (31 610 \$ – 28 700 \$). On peut se demander à quel genre d'économie on pourra s'attendre si le report du traitement de réhabilitation n'est que de deux ans. Pour répondre à la question, on a répété l'analyse du coût du cycle de vie et tracé les résultats de l'exercice dans la figure A-1. Selon la figure, le choix qui prévoit le recours à l'entretien préventif sera efficace même si le report de la réhabilitation n'est que de deux ans. Même si les coûts d'usage n'ont pas été inclus dans les exemples, il faut reconnaître qu'ils peuvent jouer un rôle important dans l'analyse du coût du cycle de vie et influencer de façon substantielle sur la décision ultime.

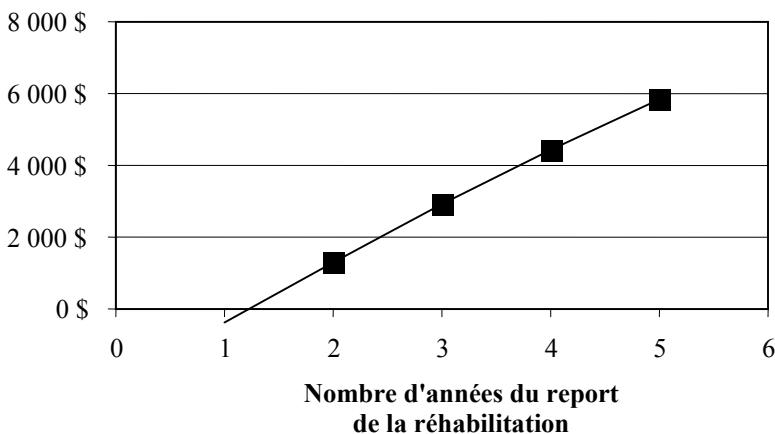


Figure A-1 : Économie en tant que fonction de la durée du report de la réhabilitation

EXEMPLE 2. : ÉVALUATION DU COMPROMIS ENTRE LE COÛT DE CONSTRUCTION INITIAL ET LES COÛTS DE PRÉSERVATION SUBSÉQUENTS

Dans l'exemple 2, on examine deux chaussées souples, soit une chaussée classique et une chaussée de première qualité, comme on le voit dans la figure A-2.

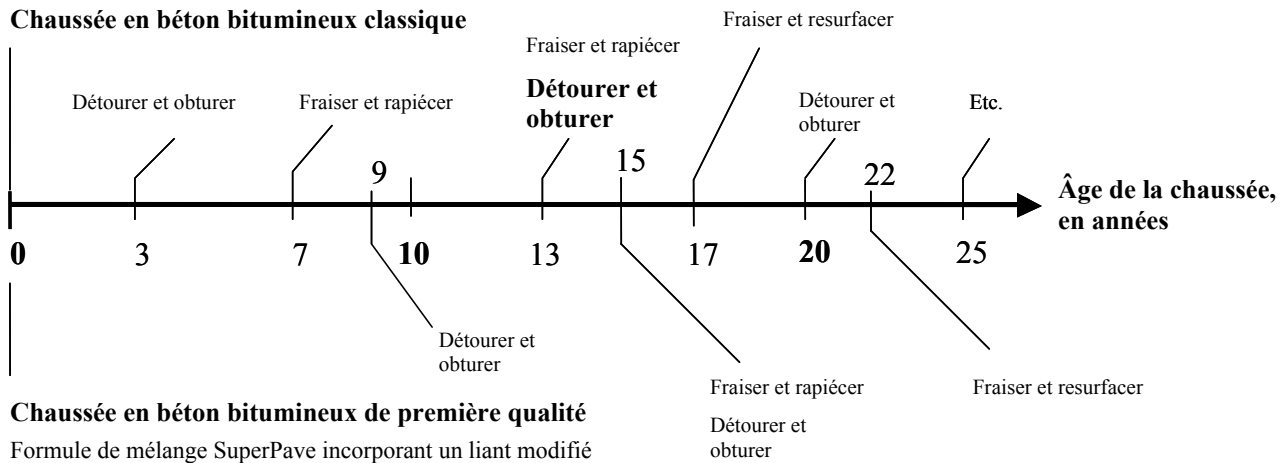


Figure A-2 : Influence de la construction initiale sur les traitements d'entretien et de réhabilitation subséquents

On s'attend à ce que la chaussée classique requière des traitements d'entretien préventif et curatif plus élaborés et plus fréquents que la chaussée de première qualité. Par exemple, le premier traitement d'entretien prévu dans le cas de la chaussée classique consiste à détourer et à obturer les fissures au cours de la troisième année, tandis que le premier traitement dans le cas de la chaussée de première qualité est prévu au cours de la neuvième année. De même, on prévoit que la chaussée classique requerra un traitement de réhabilitation au cours de la 17^e année, tandis que le même traitement sera requis au cours de la 22^e année dans le cas de la chaussée de première qualité.

Pour établir avec précision la rentabilité d'une chaussée de première qualité par rapport à celle d'une chaussée classique, il faut tenir compte de tous les coûts de construction initiaux et de tous les coûts d'entretien et de réhabilitation subséquents pertinents à l'aide de l'analyse du coût du cycle de vie symbolisée par l'équation à la page 27. Les résultats de l'analyse dépendront des coûts de construction locaux, du taux d'actualisation, de la durée de la période d'analyse et de certains autres facteurs, tels que l'inclusion des coûts d'usage. Le présent exemple illustre également l'influence de la structure de la chaussée initiale sur le besoin subséquent d'entretien préventif et de réhabilitation.

Bien que les deux exemples d'analyse du coût du cycle de vie présentés ici aient été en rapport avec les chaussées en béton asphaltique, les mêmes procédures s'appliquent dans le cas des autres types de chaussées, tels que les chaussées en béton de ciment et les chaussées composites.

RÉFÉRENCES

American Association of State Highway and Transportation Officials (AASHTO), 1993. *Guide for Design of Pavement Structures 1993*. Washington, DC.

American Concrete Pavement Association, *Concrete Pavement Restoration, Resurfacing and Reconstruction*, 1998-2000. Skokie, IL 60077-1059, <www.pavement.com>.

American Society for Testing and Materials, 2000. D6433, *Standard Practice for Roads and Parking Lots Pavement Condition Index Surveys*, West Conshohocken, PA.

Anderson, K.O., 1987. *Pavement Surface Condition Rating Systems*, Association des transports du Canada, 1765, boul. St.-Laurent, Ottawa (Ontario).

Blum, W.E. et W.A. Phang, 1980. *Preventive Pavement Maintenance Concepts*, Report PAV-80-02, ministère des Transports de l'Ontario, 1201 Wilson Avenue, Downsview (Ontario).

British Columbia Ministry of Transportation and Highways, 1994. *Pavement Surface Condition Rating Manual*, Geotechnical and Materials Engineering Branch, Victoria, BC.

Chong, G.J., W.A. Phang et G.A. Wrong, 1989. *Flexible Pavement Condition Rating: Guidelines for Municipalities*, rapport SP-022, ministère des Transports de l'Ontario, Downsview (Ontario).

Chong, G.J., W.A. Phang et G.A. Wrong, 1989 à 1995. Rapports SP-021, SP-024 et SP-026, *Manuels de classement des chaussées avec traitement de surface, des chaussées souples et des chaussées rigides*, respectivement, ministère des Transports de l'Ontario, Downsview (Ontario).

Foundation for Pavement Preservation, 2001. *Pavement Preventive Maintenance Guidelines*, mars, <<http://fp2.org>>.

Geoffroy, D.N., 1996. *Cost-Effective Preventive Pavement Maintenance*, Synthesis of Highway Practice 223, National Cooperative Highway Research Program, Washington, DC.

Hajek, J.J., et coll., 2002a. *Preventive Maintenance of Municipal Roads, Best Practices Scan MRI*, ERES Consultants, Toronto (Ontario), mars.

Hajek, J.J., et coll., 2002b. *Reference Manual of Pavement Preservation Treatments*, ERES Consultants, Toronto (Ontario), mars.

Hicks, R.G., S.B. Seeds et D. G. Peshkin, 2000. *Selecting a Preventive Maintenance Treatment for Flexible Pavements*, Foundation for Pavement Preservation, <<http://fp2.org>>.

Michigan Department of Transportation, 2000. *Capital Preventive Maintenance Program Guidelines*, le 15 février.

Territoires du Nord-Ouest, gouvernement des, 1993. *Highway Maintenance Standard*.

Ministère des Transports de l'Ontario, 1990. *Ontario Pavement Design and Rehabilitation Manual*.

Québec, 1999. *Guide d'entretien et de réhabilitation des chaussées en béton de ciment*.

Saskatchewan Highways and Transportation, 2001. *Surfacing Manual*.

Sheflin, M.J.E., 1985. *Decision Levels and Issues – A Municipality Perspective*, Proceedings of the North American Pavement Management Conference, volume 1, Toronto (Ontario).

Association des transports du Canada, 1997. *Pavement Design and Management Guide*.

Association des transports du Canada, systèmes de gestion d'actifs routiers, 1999. Guide d'introduction, <www.tac-atc.ca/products>.

U.S. Federal Highway Administration, 2000. Insights into Pavement Preservation, www.fhwa.dot.gov/infrastructure/asstmgt/resource.htm.

Walls, J., III, et M.R. Smith, 1998. *Life Cycle Cost Analysis in Pavement Design – Interim Technical Bulletin*, rapport FHWA-SA-98-079, Federal Highway Administration, Washington, DC.