

PRÉSERVATION DU REVÊTEMENT BITUMINEUX AU MOYEN DE TECHNIQUES DE RÉFECTION PAR COUCHE MINCE

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

National Guide
to Sustainable
Municipal
Infrastructure



Guide national pour
des infrastructures
municipales
durables

Canada

NRC · CNRC



*Préservation du revêtement bitumineux au moyen de techniques de réparation
par couche mince*

Version 1.0

Date de publication : février 2005

© 2005 Fédération canadienne des municipalités et le Conseil national de recherches du Canada

ISBN 1-897094-78-7

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.

TABLE DES MATIÈRES

Introduction	vi
Remerciements	viii
Résumé	xiii
1. Généralités	1
1.1 Introduction	1
1.2 Objet et portée	1
1.3 Comment utiliser le présent ouvrage.....	3
1.4 Glossaire.....	4
2. L'usage des techniques de réfection par couche mince	11
2.1 Avantages.....	12
2.2 Restrictions.....	13
3. Description des travaux	15
3.1 Les coûts et les avantages.....	15
3.2 Types de revêtements de chaussée à couche mince.....	16
3.2.1 Tapis d'enrobés mélangés à chaud.....	17
3.2.2 Recyclage in-situ à chaud	20
3.2.3 Microrevêtement	22
3.2.4 Coulis bitumineux.....	26
3.2.5 Couches de fermeture	29
3.2.6 Les enduits de restauration.....	34
3.2.7 L'usure par frottement.....	35
4. L'application	37
4.1 Les revêtements de chaussée minces et la gestion des chaussées	37
4.2 Choix du traitement	38
5. Évaluation	43
Annexe A : Évaluation des solutions de rechange pour les traitements d'entretien des chaussées	45
Bibliographie	51

TABLEAUX

Tableau 1–1: Types d'émulsions de bitume	7
Tableau 1–2 : Termes décrivant différents types de traitement de revêtement	10
Tableau 3–1 : Avantages prévus et coûts propres aux techniques de réfection par couche mince	15
Tableau 4–1 : Choix des techniques de réfection de revêtements de chaussées dans le but de protéger la structure des chaussées.	39
Tableau 4–2 : Choix des techniques de réfection de revêtements de chaussées dans le but de restaurer ou d'améliorer le revêtement de chaussées.	40
Tableau 4–3 : Choix des techniques de réfection de revêtements de chaussées pour fournir une surface roulement	41

FIGURES

Figure 1–1 : Périodicité d'utilisation, par les municipalités canadiennes, des techniques de réfection par couche mince	2
Figure 1–2 : Types de techniques de réfection par couche mince utilisées par les municipalités.....	3
Figure 3–1 : Déroulement de la construction du tapis d'enrobés mélangés à chaud à la suite d'un broyage.	17
Figure 3–4 : Surface mince de tapis d'enrobés mélangés à chaud à gauche; surface de mélange sableux à droite. Les pièces de monnaie ont un diamètre de 18 mm.....	20
Figure 3–6 : Le déroulement de construction pour le microrevêtement à l'aide d'un mélangeur à alimentation en continu.....	21
Figure 3–7 : Mélangeur de microrevêtement à alimentation en continu autopropulsé sur camion (a); texture superficielle (b).....	23
Figure 3–9 : L'utilisation et le rendement du microrevêtement.....	25
Figure 3–10 : Le déroulement de la construction pour le coulis bitumineux.....	26
Figure 3–11 : Utilisation et rendement du coulis bitumineux	28
Figure 3–12 : Le déroulement de la construction d'un revêtement de surface.....	29
Figure 3–13 : Épandeur d'asphalte procédant à l'application d'une émulsion; vue de l'arrière. L'émulsion a la couleur brune habituelle qui devient noire à mesure que se fait la cure de l'émulsion. Les buses de la rampe d'épandage assurent de multiples recouvrements de la surface.	30
Figure 3–14 : Surface d'une couche de fermeture nouvellement construite à l'aide de fragments de 13,2 mm et d'une émulsion CRS-2P.	31
Figure 3–15 : Surface d'une couche de fermeture nouvellement construite à l'aide d'un granulat dense de 16,0 mm et d'une émulsion à flottabilité élevée.	31
Figure 3–16 : Des débits plus élevés de la circulation exigent habituellement des doses d'emploi plus faibles.....	32
Figure 3–17 : Le déroulement de la construction pour les enduits de restauration	34
Figure 3–18 : Le déroulement de la construction pour le microbroyage et le broyage de précision.	35
Figure 3–19 : Application de microbroyage pour réduire le défoncement et la rugosité. La surface broyée est de couleur plus foncée (a). La surface broyée à gauche (b) présente des cannelures et la distance entre les sommets est d'environ 15 mm.	36

INTRODUCTION

INFRAGUIDE – INNOVATIONS ET RÈGLES DE L'ART

Pourquoi le Canada a besoin d'InfraGuide

Les municipalités canadiennes dépensent de 12 à 15 milliards de dollars chaque année dans le domaine des infrastructures, mais cela semble ne jamais suffire. Les infrastructures actuelles sont vieillissantes, et la demande pour un plus grand nombre de routes de meilleure qualité, et pour de meilleurs réseaux d'eau et d'égout continue d'augmenter. Les municipalités doivent assurer de tels services afin de répondre à des normes plus rigoureuses en matière de sécurité, de santé et de protection de l'environnement, ainsi qu'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 de la sorte que les municipalités pourront satisfaire aux 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 des citoyens.

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 du 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 des mesures assurant la durabilité des infrastructures municipales dans six domaines clés : les chaussées et les trottoirs municipaux, l'eau potable, les eaux pluviales et les eaux usées, la prise de décisions et la planification des investissements, les protocoles environnementaux et le transport en commun. On peut se procurer une version électronique en ligne ou un exemplaire sur papier des règles de l'art.

Un réseau d'excellence de connaissances

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

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

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

Joignez-vous à nous

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

REMERCIEMENTS

Nous reconnaissons le dévouement des personnes qui ont donné de leur temps et partagé leur expertise dans l'intérêt du *Guide national pour des infrastructures municipales durables (InfraGuide)*, et nous leur en sommes très reconnaissants.

La présente règle de l'art a été créée par des intervenants de municipalités canadiennes et des spécialistes du Canada tout entier. Elle est fondée sur des renseignements tirés de l'étude des pratiques municipales et d'une analyse documentaire approfondie. Les membres du comité technique des chaussées et trottoirs d'InfraGuide, dont on trouvera les noms ci-après, ont fourni des conseils et une certaine orientation aux fins de l'élaboration de la présente règle de l'art. Ils ont été aidés par les employés de la Direction d'InfraGuide et de Applied Research Associates, Inc. – ERES Consultants Division.

Mike Sheflin	Ancien APA de la municipalité régionale d'Ottawa-Carleton (Ontario)
Brian Anderson	Ontario Good Roads Association, Chatham (Ontario)
Vince Aurilio	Ontario Hot Mix Producers Association, Mississauga (Ontario)
Don P. Brennan	Department of Works Services and Transportation gouvernement de Terre-Neuve-et-Labrador, St.John's (Terre-Neuve-et-Labrador)
Don Brynildsen	Ville de Vancouver (Colombie-Britannique)
Al Cepas	Ville d'Edmonton (Alberta)
Brian Crist	Ville de Whitehorse (Yukon)
Bill Larkin	Ville de Winnipeg (Manitoba)
Tim Smith	Association canadienne du ciment, Ottawa (Ontario)
Sylvain Boudreau	Gestionnaire technique, Conseil national de recherches du Canada, Ottawa (Ontario)
Shelley McDonald	Conseillère technique, Conseil national de recherches du Canada, Ottawa (Ontario)

Le comité technique des chaussées et trottoirs aimerait également exprimer sa gratitude aux particuliers et cabinets d'experts-conseils qui suivent pour leur participation au groupe de travail pour cette règle de l'art.

Al Cepas, président	Ingénieur en gestion routière Service des transports, ville d'Edmonton (Alberta)
Vince Aurilio	Directeur du service technique, Ontario Hot Mix Producers Association, Mississauga (Ontario)
Bruce Armstrong	LaFarge Asphalt Engineering, Mississauga (Ontario)
Bill Biensch	Ingénieur en projet d'entretien, ville de Calgary (Alberta)

Don P.Brennan	Department of Works Services and Transportation gouvernement de Terre-Neuve-et-Labrador, St.John's (Terre-Neuve-et-Labrador)
Jean Martin Croteau	Directeur, produits spéciaux et procédés Miller Paving Limited, Gormley (Ontario)
David Hein	Consultant, ingénieur principal ERES Division of Applied Research Associates inc.
Colin Prang	Ingénieur de projet en préservation des routes, ville de Saskatoon, Saskatoon (Saskatchewan)
Graham Zeisner	RoadLogic Inc., Ottawa (Ontario)
Shelley McDonald	Conseillère technique, Conseil national de recherches du Canada, Ottawa (Ontario)

Le comité aimerait, de plus, remercier les personnes suivantes d'avoir pris part à la révision de leurs pairs.

Steve Goodman	Ville d' Ottawa (Ontario)
Colin Sizer	Ville de Brampton (Ontario)

Cette règle de l'art n'aurait pu voir le jour sans le leadership et les conseils du comité directeur d'InfraGuide, du Comité sur les relations dans le domaine des infrastructures et du comité sur l'infrastructure municipale dont les membres sont les suivants.

Comité directeur :

Joe Augé	Gouvernement des Territoires du Nord-Ouest, Yellowknife (Territoires du Nord-Ouest)
Mike Badham	Ville de Regina (Saskatchewan)
Sherif Barakat	Conseil national de recherches du Canada, Ottawa (Ontario)
Brock Carlton	Fédération canadienne des municipalités, Ottawa (Ontario)
Jim D'Orazio	Greater Toronto Sewer and Watermain Contractors Association, Toronto (Ontario)
Douglas P. Floyd	Delcan Corporation, Toronto (Ontario)
Derm Flynn	Ville d'Appleton (Terre-Neuve-et-Labrador)
John Hodgson	Ville d'Edmonton (Alberta)
Joan Lougheed	Conseiller, ville de Burlington (Ontario)
Saeed Mirza	Université McGill, Montréal (Québec)
Umendra Mital	Ville de Surrey (Colombie-Britannique)
René Morency	Régie des installations olympiques Montréal (Québec)
Vaughn Paul	Groupe consultatif en services techniques des Premières nations (Alberta), Edmonton (Alberta)
Ric Robertshaw	Travaux publics, région de Peel, Brampton (Ontario)

Dave Rudberg	Ville de Vancouver (Colombie-Britannique)
Van Simonson	Ville de Saskatoon (Saskatchewan)
Basil Stewart, Mayor	Ville de Summerside (Île-du-Prince-Édouard)
Serge Thériault	Gouvernement du Nouveau-Brunswick, Fredericton (Nouveau-Brunswick)
Tony Varriano	Infrastructures Canada, Ottawa (Ontario)
Alec Waters	Alberta Infrastructure Department, Edmonton (Alberta)
Wally Wells	The Wells Infrastructure Group Inc. Toronto (Ontario)

Comité sur l'infrastructure municipale :

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

Comité sur les relations dans le domaine des infrastructures :

Geoff Greenough	Ville de Moncton (Nouveau-Brunswick)
Joan Loughheed	Conseiller municipal, Burlington (Ontario)
Osama Moselhi	Université Concordia, Montréal (Québec)
Anne-Marie Parent	Parent Latreille et associés Montréal (Québec)
Konrad Siu	Ville d'Edmonton (Alberta)
Wally Wells	The Wells Infrastructure Group Inc. Toronto (Ontario)

Membre fondateur :

Association canadienne des travaux publics (ACTP)

RÉSUMÉ

Cet ouvrage décrit brièvement la règle de l'art touchant l'utilisation des techniques de réfection par couche mince aux fins de la préservation du revêtement bitumineux. Les techniques de réfection par couche mince sont des traitements appliqués à la surface du revêtement qui en augmentent l'épaisseur de 40 mm ou moins. Il importe d'établir ici une distinction, puisque les tapis d'enrobés de plus de 40 mm d'épaisseur sont habituellement associés à des travaux de pavage réguliers.

Les traitements qui suivent sont décrits dans cette règle de l'art :

1. tapis d'enrobés minces mélangés à chaud (moins de 40 mm);
2. recyclage in-situ à chaud (l'épaisseur totale des matériaux recyclés et nouveaux demeure inférieure à 40 mm);
3. microrevêtement;
4. coulis bitumineux;
5. traitement de revêtement;
6. enduit de restauration;
7. usure par frottement.

Les techniques de réfection par couche mince n'augmentent pas grandement la résistance de la chaussée, quoiqu'elles soient utiles à cette dernière puisqu'elles protègent le corps de la chaussée d'une détérioration précoce en améliorant la surface du revêtement ou en rétablissant son état initial. Les techniques de réfection par couche mince conviennent également comme traitement temporaire en attendant l'exécution d'un traitement permanent. En outre, pour les routes à faible débit routier, les techniques de réfection par couche mince procurent une couche de roulement exempte de poussière et économique.

La présente règle de l'art s'adresse au personnel de direction et au personnel technique qui sont responsables de l'élaboration de programmes de préservation de la chaussée et de la sélection de traitements de préservation de la chaussée. Ceux-ci pourront tirer parti de cette règle de l'art à différentes fins.

Le présent ouvrage décrit les techniques de réfection par couche mince pour les revêtements bitumineux, notamment les matériaux et procédés de construction, la durée de vie prévue et les coûts, les exigences inhérentes à la préparation du revêtement, les procédures détaillées pour choisir parmi les divers traitements, des exemples d'emploi par les municipalités canadiennes, les défis possibles et les faits nouveaux. La présente règle de l'art encourage les intervenants à avoir recours à l'entretien préventif pour préserver la chaussée. Elle explique comment utiliser les techniques de réfection par couche mince comme traitement d'entretien préventif et fournit des lignes directrices sur la façon de procéder afin d'intégrer l'usage de tels traitements dans les procédures de gestion routière existantes.

La présente règle de l'art fournit des lignes directrices aux fins de l'évaluation systématique de l'efficacité des nouveaux traitements.

Elle cite, de plus, d'importants rapports, des ouvrages et des comptes rendus d'efficacité que l'utilisateur peut consulter afin d'obtenir de plus amples renseignements.

Enfin, la présente règle de l'art encourage l'emploi d'une terminologie commune pour décrire les différents types de techniques de réfection par couche mince en vue d'améliorer les communications entre les organismes et à l'intérieur de ceux-ci. Les techniques de réfection par couche mince devraient faire partie des procédés d'entretien de la chaussée de tous les organismes municipaux.

1. GÉNÉRALITÉS

1.1 INTRODUCTION

Parmi les moyens économiques dont disposent les municipalités pour préserver les chaussées, il importe de retrouver les techniques de réfection par couche mince pour les revêtements bitumineux. Les techniques de réfection par couche mince sont des traitements appliqués à la surface du revêtement qui en augmentent l'épaisseur de 40 mm ou moins. Il existe plusieurs types de techniques de réfection par couche mince, mais les plus communes sont le tapis d'enrobés minces en béton asphaltique, le traitement de revêtement, le coulis bitumineux et le microrevêtement. Ces techniques n'augmentent pas grandement la résistance de la chaussée, quoiqu'elles soient utiles à cette dernière puisqu'elles protègent le corps de la chaussée d'une détérioration précoce en améliorant la surface du revêtement ou en rétablissant son état initial. En outre, pour les routes à faible débit routier, les techniques de réfection par couche mince procurent une couche de roulement exempte de poussière et économique.

1.2 OBJET ET PORTÉE

La présente règle de l'art vise à fournir des lignes d'action sur l'utilisation des techniques de réfection par couche mince aux fins de la préservation des revêtements bitumineux. L'ouvrage décrit les sept types suivants de techniques de réfection par couche mince :

1. tapis d'enrobés minces mélangés à chaud (moins de 40 mm);
2. recyclage in-situ à chaud (l'épaisseur totale des matériaux recyclés et nouveaux demeure inférieure à 40 mm);
3. microrevêtement;
4. coulis bitumineux;
5. traitement de revêtement;
6. enduit de restauration;
7. usure par frottement.

Les sujets traités sont :

- l'utilisation des techniques de réfection par couche mince pour la préservation de la chaussée, en particulier à titre de procédé d'entretien préventif;
- les techniques de réfection par couche mince en tant que telles, notamment les matériaux et procédés de construction, les critères de sélection, la conception, la préparation du revêtement et l'emploi qu'en font les municipalités;
- le choix des techniques de réfection par couche mince, d'abord sur le plan du réseau routier, dans le cadre d'un système de gestion routière, ensuite sur le

plan du projet, en tant qu'évaluation détaillée des solutions de rechange aux fins de projets particuliers;

- les lignes directrices visant à mettre en oeuvre un suivi permanent et une évaluation de l'efficacité des traitements de préservation de la chaussée.

La prescription de 40 mm d'épaisseur a été déterminée afin d'englober les traitements destinés à une fin semblable et auxquels on a régulièrement recours pour l'entretien préventif. Néanmoins, il s'agit d'un groupement libre, et l'utilisateur ne devrait pas se restreindre à la prescription de 40 mm au moment de choisir l'épaisseur du tapis d'enrobés. De plus, les techniques de réfection par couche mince décrites dans la présente règle de l'art ne comprennent pas tous les traitements d'entretien préventif pour les chaussées en béton asphaltique. En particulier, les traitements concernant le calfeutrage des fissures n'y sont pas abordés (lesquels sont décrits dans la règles de l'art *Lignes directrices sur le calfeutrage et le colmatage des fissures dans les chaussées de béton bitumineux* [InfraGuide, 2003a]), pas plus que ceux portant sur le rapiéçage (par ex., le rapiéçage par pulvérisation ou le rapiéçage à chaud) dont il est question dans l'ouvrage *Manuel de références sur les traitements de préservation des chaussées* (InfraGuide, 2005).

Afin de mieux saisir en quoi consistent les techniques de réfection par couche mince, on a recours à des exemples de mise en pratique obtenus en interrogeant les représentants de 22 municipalités canadiennes reconnues pour leur approches novatrices en matière de préservation de la chaussée ainsi que les représentants de plus de 40 autres municipalités au pays. Ces municipalités, grandes et petites, se situent dans toutes les régions du pays. Les résultats révèlent un écart marqué pour ce qui est de l'utilisation des techniques de réfection par couche mince parmi les municipalités. Environ 30 pour cent des municipalités ne font usage d'aucune technique de réfection par couche mince, alors que près de 20 pour cent des municipalités utilisent régulièrement trois traitements ou plus (figure 1-1).

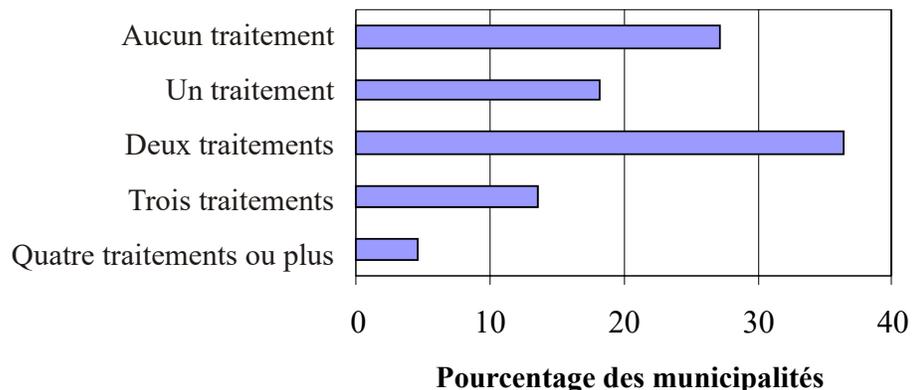


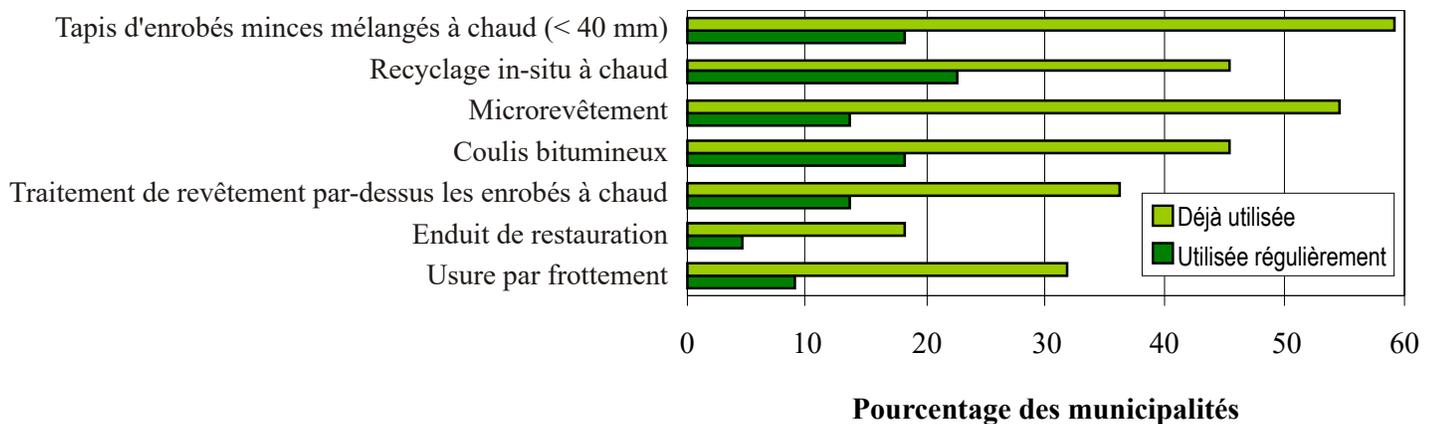
Figure 1-1 : Périodicité d'utilisation, par les municipalités canadiennes, des techniques de réfection par couche mince

(Nota : les résultats proviennent d'enquêtes menées en 2003-04 auprès de 22 municipalités.)

Afin de tenir compte de l'utilisation irrégulière des techniques de réfection par couche mince, la présente règle de l'art fournit des renseignements fondamentaux

à l'intention des personnes qui n'ont jamais eu recours à de telles techniques, ainsi que des informations supplémentaires sur les faits nouveaux et les innovations technologiques pour celles qui en font déjà usage. Il est également possible d'obtenir des renseignements plus détaillés en consultant les principaux ouvrages et guides dont il est question dans cette règle de l'art.

Si on se fie à la figure 1-2, bien qu'un pourcentage plutôt élevé de municipalités ont eu recours, dans le passé, aux techniques de réfection par couche mince, seul un petit nombre d'entre elles continuent de les utiliser régulièrement. À titre d'exemple, environ 55 pour cent des municipalités ont déjà fait usage du microrevêtement, tandis que seulement 15 pour cent des municipalités continuent d'y recourir couramment. Le présent ouvrage devrait contribuer à encourager les municipalités canadiennes à employer plus souvent les techniques de réfection par couche mince et à en faire une utilisation plus rentable.



(Nota : les résultats proviennent d'enquêtes menées en 2003-04 auprès de 22 municipalités.)

Figure 1-2 : Types de techniques de réfection par couche mince utilisées par les municipalités

1.3 COMMENT UTILISER LE PRÉSENT OUVRAGE

On recommande de consulter ce document en même temps que d'autres procédures de gestion routière et règles de l'art portant sur la préservation de la chaussée. Il est possible d'obtenir de plus amples renseignements sur les techniques de réfection par couche mince ainsi que sur d'autres traitements de préservation en consultant l'ouvrage intitulé *Manuel de références sur les traitements de préservation des chaussées* (InfraGuide, 2005).

Le choix de projets comportant l'application de techniques de réfection par couche mince devrait s'effectuer parallèlement à la sélection d'autres traitements de préservation de la chaussée comme cela est expliqué dans la règle de l'art intitulée *Processus de planification des priorités et de budgétisation relatif à l'entretien ou à la réhabilitation des chaussées* (InfraGuide, 2003b). Au moment de l'utilisation de techniques de réfection par couche mince s'inscrivant dans le cadre d'un programme d'entretien préventif, il faudrait tenir compte des

principes énoncés dans la règle de l'art *Entretien préventif en temps opportun des routes municipales* — *Guide d'introduction* (InfraGuide, 2002).

1.4 GLOSSAIRE

Le présent glossaire vise à encourager l'emploi d'une terminologie commune en matière de techniques de réfection par couche mince. Cela est rendu nécessaire en raison du fait qu'il n'existe pas encore de définitions généralement admises pour de nombreux termes décrivant les différentes techniques de réfection par couche mince, et même pour le terme *technique de réfection par couche mince*¹. Afin de favoriser l'élaboration d'une terminologie commune, le glossaire définit les termes se rapportant aux techniques de réfection par couche mince qui sont utilisés couramment et ce, même si ces termes ne se retrouvent pas dans le présent ouvrage.

Abrasion à la meule diamantée — Enlèvement du revêtement en asphalte (ou en béton) de la chaussée au moyen d'une machine munie de lames de scie parallèles rapprochées à diamants rapportés. Les nervures laissées entre les lames se cassent aisément afin de donner la *profondeur de la texture superficielle* qui est semblable à celle du nouveau béton asphaltique. Certains organismes acceptent d'avoir recours à l'abrasion à la meule diamantée comme méthode de finition du revêtement si celle-ci permet de rendre plus lisse les nouvelles chaussées en béton asphaltique.

Agent de recyclage — Matière organique ajoutée aux constituants du béton asphaltique récupéré afin de corriger les faiblesses du liant et de rétablir les particularités désirées du liant vieilli. Également appelé agent de régénération ou produit régénérateur.

Bitume fluide — Ciment bitumineux qu'on a modifié en le mélangeant avec des solvants pétroliers (kérosène, carburant diesel) pour qu'il devienne fluide à température ambiante. Le bitume fluide est également appelé bitume fluidifié ou *cut-back*. On utilise peu les bitumes fluides en raison de préoccupations d'ordre environnemental et du coût élevé des solvants.

Broyage — Enlèvement des matériaux utilisés pour le revêtement d'une chaussée en ciment Portland ou en béton asphaltique au moyen d'un engin automoteur muni d'un tambour de coupe hélicoïdale avec outils à plaquette en carbure métallique.

Broyage de précision — Enlèvement du revêtement d'une chaussée en béton asphaltique (ou en ciment Portland) au moyen d'un engin automoteur guidé muni d'un tambour de coupe hélicoïdale avec outils à plaquette en carbure métallique.

¹ L'Office des normes générales du Canada n'entérine plus les normes portant sur les techniques routières, comme la norme canadienne 2-16.6-M81 (*Principaux usages et glossaire des bitumes routiers*), qui peuvent comporter des définitions applicables à la présente règle de l'art.

En général, la profondeur du broyage de précision peut atteindre jusqu'à 25 mm et procure une *profondeur de la texture superficielle* d'environ 5 mm.

Couche d'accrochage — Application d'un produit noir, généralement une émulsion de bitume diluée avec de l'eau, sur le revêtement d'une chaussée en béton asphaltique (ou en ciment Portland). La couche d'accrochage permet d'assurer l'adhésion entre le revêtement existant et l'assise sus-jacente. Une couche d'accrochage appliquée sur un revêtement composé d'éléments granuleux s'appelle un *enduit ou une couche d'imprégnation* (tableau 1-2).

Couche de fermeture au bitume, couche de scellement, traitement de revêtement, enduit superficiel, flottabilité élevée — Tout revêtement mince de la chaussée qui ajoute un matériau et qui n'est pas un enrobé à chaud. Il n'existe pas de définition commune du terme couche de scellement. Certains organismes, comme le *Ministry of Transportation and Highways* de la Colombie-Britannique, emploient ce terme lorsqu'ils parlent uniquement du traitement de revêtement, d'autres organismes appellent couche de scellement toute technique de réfection du revêtement par couche mince sans enrobé à chaud, alors que d'autres (Smith, 1990) utilisent de façon interchangeable les termes *traitement de revêtement* et *couche de scellement*. Pour sa part, l'*Alberta Transportation* a recours au terme couche de scellement au **bitume** pour faire référence au mélange effectué sur place et à l'épandage de l'enrobé à froid. Il est recommandé de faire la distinction entre *traitement de revêtement* et *couche de scellement*. Le traitement de revêtement est un type particulier de couche de scellement.

Couche d'étanchéité — Application d'un *coulis bitumineux* à un *traitement de revêtement* récent, d'ordinaire un mois ou deux après la réalisation de ce dernier, une fois qu'il a durci.

Coulis bitumineux — Mélange froid d'émulsion de bitume, de granulat fin, de charge minérale, d'eau et d'autres additifs qu'on épand uniformément sur le revêtement de la chaussée comme un coulis. Le coulis bitumineux est également appelé coulis bitumineux à prise rapide ou coulis bitumineux modifié par des polymères (Croteau et al, 2002), coulis bitumineux d'asphalte émulsifié (ISSA, 2003) et coulis mince d'enrobé à froid. Les systèmes de scellement du revêtement au moyen d'un coulis sont préparés de façon à produire un mortier riche en bitume. La substance minérale utilisée est d'ordinaire peu résistante et se compose de particules d'agrégat à interpénétration restreinte. Par conséquent, on applique les coulis bitumineux en couches minces afin d'éviter la déformation permanente causée par la circulation.

Émulsion de bitume ou d'asphalte — Mélange homogène de ciment bitumineux, d'eau et d'émulsifiants dans lequel sont dispersés de minuscules globules de bitume qui demeurent en suspension dans l'eau. Généralement, l'émulsion est constituée à 70 % de ciment bitumineux. Les émulsions sont utilisées pour de nombreux revêtements minces comme le traitement de

revêtement, le microrevêtement, le coulis bitumineux et l'enduit de restauration. Les différents types d'émulsions de bitume sont décrits dans le tableau 1-1.

Enduit — Voir la définition au tableau 1-2.

Enduit de récurage — Application d'un liant routier sur le revêtement de la chaussée qu'on fait ensuite pénétrer dans les fissures et les espaces vides au moyen d'un balai rotatif, puis sur lequel on épand du sable. L'enduit de récurage fait partie des *traitements de revêtement*. Enduit superficiel — *Voir couche de fermeture au bitume*.

Enduit de restauration — Application d'un produit noir sur le revêtement d'une chaussée en béton asphaltique. Les enduits de restauration sont également appelés produits régénérateurs ou *enduits très légers au bitume sans gravillonnage*. Certains organismes et fournisseurs recommandent d'épandre un peu de sable après l'application d'un enduit de restauration (environ un kg de sable par mètre carré).

Enduit très léger au bitume sans gravillonnage — *Voir enduit de restauration*.

Entretien préventif — Stratégie planifiée d'application de traitements rentables. Il existe une différence entre l'entretien préventif (la stratégie) et un traitement d'entretien préventif (une intervention).

Flottabilité élevée — *Voir couche de fermeture au bitume*.

Granulométrie ouverte — Propriété d'un granulat ou propriété des matériaux composés d'un tel granulat (par ex., le béton asphaltique à granulométrie ouverte). Un agrégat à granulométrie ouverte est constitué d'une quantité dominante de particules de taille comparable qui laissent de nombreux vides entre elles. On utilise également les expressions à texture ouverte ou à granulométrie discontinue. Voir la définition de *haute densité*.

Haute densité — Haute densité (on dit également *calibré* ou à *granularité étalée*) fait allusion à la propriété d'un granulat ou à la propriété des matériaux composés d'un tel granulat (par ex., béton asphaltique dense). Les particules d'un agrégat de haute densité sont répartis de façon passablement uniforme afin de réduire au minimum les espaces vides dans un revêtement compact. Voir également la définition de granulométrie ouverte.

Liant routier — Matériau asphaltique (comme du ciment bitumineux, de l'émulsion de bitume ou du bitume fluide) servant à coller les granulats ou à les faire adhérer à la surface du revêtement.

Tableau 1–1: Types d'émulsions de bitume

		Types d'émulsions de bitume	
Particularité		Types	Abréviation
Charge électrique de l'émulsion		<i>cationique</i> (C, ou charge positive) <i>anionique</i> (ou charge négative) <i>non ionique</i> (ou charge neutre)	C ¹⁾
Temps de prise, soit la période de temps nécessaire pour que l'émulsion forme du ciment bitumineux.		<i>prise rapide</i> (RS); <i>prise moyenne</i> (MS), <i>prise lente</i> (SS)	RS, MS, SS
Temps de prise, soit la période de temps nécessaire pour que le microrevêtement ou qu'un mélange de coulis bitumineux durcisse.		<i>Quick set</i> , <i>Quick-traffic</i> ou <i>Quick-Set Mixing Grade</i> ²⁾	QS
Viscosité de l'émulsion ³⁾		<i>faible viscosité</i> , <i>viscosité élevée</i>	1, 2
Dureté du ciment bitumineux dans l'émulsion ⁴⁾		<i>dure</i>	h
Réussite de l'essai au flotteur ⁵⁾		<i>flottabilité élevée</i>	HF
Pénétration du ciment bitumineux dans une émulsion à flottabilité élevée		<i>pénétration faible</i> , <i>moyenne</i> ou <i>grande</i>	100, 150, 250
Ajout au ciment bitumineux ou à l'émulsion	polymères	<i>modifié par polymères</i>	P
	caoutchouc (pneus en caoutchouc)	<i>caoutchouté</i>	Aucune abréviation utilisée couramment

1) Lorsqu'il s'agit d'émulsions anioniques, on omet simplement l'abréviation C. On a rarement recours aux émulsion non ioniques.

2) Ces trois termes sont substituables.

3) La viscosité est une mesure de la fluidité d'une émulsion à une température spécifique. Ne concerne que les émulsions qui ne sont pas à flottabilité élevée. On ne dispose toujours pas d'une évaluation du comportement du ciment bitumineux utilisé dans les émulsions.

4) Ne concerne que les émulsions qui ne sont pas à flottabilité élevée. La dureté est déterminée au moyen d'un essai de pénétration.

5) AASHTO T-50 ou ASTM D-139. Sauf indication contraire (au moyen de l'abréviation HF), l'émulsion n'est pas à flottabilité élevée.

Exemple : CRS-2P signifie émulsion de bitume cationique à prise rapide et à viscosité élevée modifiée par polymères.

Microbroyage — Enlèvement du revêtement d'une chaussée en béton asphaltique (ou en ciment Portland) au moyen d'un engin automoteur guidé muni d'un tambour de coupe hélicoïdale avec outils à plaquette en carbure métallique. En général, la profondeur du microbroyage peut atteindre jusqu'à 15 mm et procure une *profondeur de la texture superficielle* d'environ 1 mm.

Microrevêtement — Mélange froid d'émulsion de bitume modifié, de granulat fin de haute qualité, de charge minérale, d'eau et d'autres additifs qu'on épand sur le revêtement de la chaussée comme s'il s'agissait d'un coulis. La principale différence entre le microrevêtement et le *coulis bitumineux* a trait à l'épaisseur et à la résistance de la substance minérale (Croteau et al, 2002). La substance minérale utilisée pour le microrevêtement se compose de particules d'agrégat broyées interpénétrantes à haute résistance. Par conséquent, il est possible d'appliquer le microrevêtement en couches épaisses, ou en plusieurs couches minces, sans craindre de déformation permanente. À l'opposé, l'épaisseur habituelle du coulis bitumineux n'excède pas l'épaisseur de la plus grande particule d'agrégat dans le mélange.

Profondeur de la texture superficielle — Profondeur de la texture du revêtement de la chaussée mesurée au moyen de la méthode d'étalement de couches de sable (ASTM E965). Il s'agit de prendre un volume connu de sable artificiel (grains de verre) et de l'épandre sur le revêtement de la chaussée jusqu'à ce que les dépressions soient toutes remplies jusqu'au sommet. Le ratio entre le volume de sable et la zone couverte de sable est la profondeur de la texture superficielle. En général, l'enrobé à chaud a une profondeur de texture d'environ 0,4 mm ou moins.

Recyclage in-situ à chaud — Procédé de construction de la chaussée qui suppose le ramollissement du revêtement d'asphalte existant au moyen de la chaleur, en arrachant mécaniquement le matériau superficiel et en le mélangeant sur place avec un agent de recyclage et, au besoin, avec des granulats ou des enrobés à chaud enrichis, à une température suffisamment élevée pour que le revêtement d'asphalte soit mélangé à chaud. Le recyclage in-situ à chaud est accepté aux fins du revêtement mince de la chaussée si la profondeur totale de la couche recyclée, et de la couche supplémentaire utilisée pour protéger la couche recyclée, est inférieure à 40 mm.

Recyclage in-situ à chaud avec tapis intégral — Recyclage in-situ à chaud auquel on ajoute une mince couche d'enrobés à chaud (sur la couche recyclée) au moment de l'opération de recyclage.

Revêtement mince (de la chaussée) — Traitement appliqué au revêtement de la chaussée qui permet d'épaissir cette dernière jusqu'à 40 mm.

Système de scellement du revêtement au moyen d'un coulis — Voir *coulis bitumineux* ou *microrevêtement*.

Tapis d'enrobés minces (en béton asphaltique) — Tapis d'enrobés en béton asphaltique de moins de 40 mm d'épaisseur². Les tapis qui ont une épaisseur de 20 mm ou moins sont habituellement appelé *tapis d'enrobés très minces (en béton asphaltique)*.

Tapis d'enrobés très minces mélangés à chaud — Tapis d'enrobés dont l'épaisseur est inférieure à 25 mm.

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.

Traitement de revêtement — Application d'un liant routier à n'importe quel type de revêtement de chaussée suivi immédiatement par l'application d'un granulat de remplissage³. Le traitement de revêtement est également appelé *traitement bitumineux de surface* (au Nouveau-Brunswick, par exemple) ou *pose d'un revêtement d'asphalte* (au Manitoba, aux Territoires du Nord-Ouest et au Yukon, entre autres), ou encore *couche de scellement* (Alberta Transportation). Il existe différents types de traitement de revêtement selon la sorte de granulat de remplissage et le nombre d'applications comme le résume le tableau 1-2.

Usure par frottement — Un procédé d'abrasion du revêtement de la chaussée qui atténue la rugosité et en améliore l'adhérence permettant une circulation d'automobile. Les techniques d'usure par frottement sont, entre autres, l'abrasion à la meule diamantée, le broyage fin, le microbroyage et le broyage de précision.

² Le National Asphalt Pavement Association (NAPA) utilise le terme « revêtement asphaltique d'enrobés minces » décrit comme étant un tapis d'enrobés d'une épaisseur de 1½ po (38 mm) ou moins.

³ La norme canadienne 2-16.6-M81 (Principaux usages et glossaire des bitumes routiers) de l'Office des normes générales du Canada (ONGC) définit le traitement de revêtement comme suit : « application d'un liant routier, suivi immédiatement par l'application d'un granulat de remplissage, à n'importe quel type de revêtement de chaussée qui procure un épaisseur de moins de 25 mm. » Toutefois, l'ONGC a retiré cette norme en 2002 et ne l'entérine donc plus.

Tableau 1–2 : Termes décrivant différents types de traitement de revêtement

Application	Types de granulats		
	Granulométrie ouverte (gravillons)	Haute densité (agrégat à haute densité)	Sable
Une application de liant et une application de granulat de remplissage	enduit superficiel ¹⁾ ou enduit superficiel simple	traitement de revêtement ou traitement de revêtement simple	scellement au sable ³⁾ , enduit ⁴⁾ , enduit de récurage ⁵⁾
Deux ²⁾ applications de liant et deux applications de granulat de remplissage	enduit superficiel double	traitement de revêtement double	pas utilisé
Une application de liant suivie de deux applications de granulat de remplissage	enduit de colmatage ^{6,7)}	pas utilisé	pas utilisé
Une application de granulat suivie d'une application de liant, puis d'une deuxième application de granulat ⁶⁾	enduit d'intercalation	pas utilisé	pas utilisé

1) Un enduit superficiel est également appelé traitement de revêtement. Un enduit superficiel est un traitement de revêtement utilisant un agrégat à granulométrie ouverte.

2) Il est également possible de faire trois applications. Lorsqu'on procède à deux applications ou plus d'un liant et d'un granulat de remplissage, on dit également qu'on épand un enduit superficiel double ou multiple, ou un traitement de revêtement double ou multiple.

3) Si laissé comme revêtement de finition.

4) Si appliqué sur un revêtement composé d'éléments granuleux et suivi d'une autre application de traitement de revêtement. Un *enduit* est également appelé *couche d'imprégnation*.

5) Si les balais font pénétrer le liant dans les fissures et les espaces vides.

6) Également appelé, en anglais, *racked in chip seal* (FHWA 2003).

7) Le granulat utilisé pour la couche supérieure est plus fin que celui utilisé pour la couche inférieure. Cet enduit est habituellement utilisé pour les revêtements sur lesquels on retrouve du liant routier en surplus.

Remarques :

Le nom des traitements de revêtement peuvent être composés d'adjectifs décrivant les propriétés du liant et de granulat de remplissage (par ex., enduit superficiel au bitume caoutchouté).

Les traitements de revêtement qui ne sont appliquées que sur une section de la chaussée s'appellent, selon le type de granulats utilisé et la méthode d'épandage, rapiéçage par pulvérisation, enduit superficiel appliqué à la main et rapiéçage mécanique par pulvérisation.

2. L'USAGE DES TECHNIQUES DE RÉFECTION PAR COUCHE MINCE

2.1 MOTIFS

L'intérêt que suscitent les techniques de réfection par couche mince s'est accru en raison de l'efficacité de ces dernières par rapport au coût, de l'avancement continu de leur technologie, du besoin de recourir à des traitements de préservation de la chaussée moins coûteux et de l'importance grandissante de l'entretien préventif. De plus, ces traitements procurent d'autres avantages si on les compare aux tapis d'enrobés classiques mélangés à chaud, puisqu'ils utilisent moins de matériaux et d'énergie (par ex., les coulis bitumineux et le microrevêtement produisent des revêtements minces en béton asphaltique sans nécessiter le chauffage des matériaux), et que leurs effets sur d'autres aménagements de la chaussée sont minimales (comme réduire la hauteur du terre-plein, augmenter l'épaisseur des accotements et ajuster la hauteur des glissières de sécurité).

Les techniques de réfection par couche mince peuvent améliorer le profil de la chaussée (en réduisant la rugosité et l'orniérage) ainsi que son frottement, et, à l'exception des techniques d'usure par frottement, obturer la surface du revêtement. Les techniques de réfection par couche mince ne modifient pas considérablement la résistance du corps de la chaussée et ne peuvent corriger efficacement de grandes déformations de cette dernière. On a toutefois recours aux techniques de réfection par couche mince pour quatre raisons :

a) Protéger le corps de la chaussée

On peut avoir recours aux techniques de réfection par couche mince comme traitement d'entretien préventif afin de prévenir la détérioration précoce de la chaussée ou de retarder la progression des imperfections sur cette dernière. Le but est de ralentir la vitesse de détérioration de la chaussée et d'en augmenter la vie utile en réalisant des économies. Lorsqu'elles sont utilisées à titre de traitement d'entretien préventif, les techniques de réfection par couche mince doivent être appliquées lorsque la chaussée est encore en assez bon état. Les concepts relatifs à l'entretien préventif sont présentés dans la règle de l'art intitulée *Entretien préventif en temps opportun des routes municipales — Guide d'introduction* (InfraGuide, 2002).

b) Restaurer ou améliorer la surface du revêtement

Les techniques de réfection par couche mince sont utilisées comme traitement bon marché pour restaurer l'état de la chaussée à un niveau acceptable ou l'améliorer. La restauration comporte, notamment, la correction de la rugosité et de l'orniérage, l'amélioration du frottement du revêtement, l'obturation du revêtement poreux et la réduction du bruit des pneus sur la chaussée. À titre

d'exemple, le microbroyage peut servir à réduire ou à éliminer l'orniérage à la surface de la chaussée ou à restaurer le frottement du revêtement.

c) Procurer une surface de roulement

Il est possible d'avoir recours aux techniques de réfection par couche mince comme surface de roulement sur les nouvelles chaussées ou sur celles remises en état. Par exemple, les traitements de revêtement sont souvent utilisés afin d'obtenir une couche de surface sur une fondation de matériaux granuleux, alors qu'un coulis bitumineux fournit un revêtement sur une couche de béton asphaltique recyclé.

d) Prolonger la durée de vie de la chaussée jusqu'à l'application d'un traitement permanent

Les techniques de réfection par couche mince conviennent parfaitement comme traitement temporaire afin de garder la chaussée dans un état acceptable ou supérieur jusqu'à l'application d'un traitement permanent. Une telle situation peut survenir en raison, par exemple, d'un manque de ressources financières, d'une détérioration rapide et imprévue de la surface de revêtement ou du besoin de prolonger la durée de vie de la chaussée de quelques années encore (dans le cas où on voudrait coordonner ces travaux avec d'autres travaux prévus).

2.2 AVANTAGES

La présente règle de l'art s'adresse au personnel de direction et au personnel technique qui sont responsables de l'élaboration de programmes de préservation de la chaussée et de la sélection de traitements de préservation de la chaussée. Ceux-ci tireront parti de cette règle de l'art à différentes fins :

- Elle décrit les techniques de réfection par couche mince, notamment les matériaux et procédés de construction, la durée de vie prévue et les coûts, les exigences inhérentes à la préparation du revêtement, les procédures détaillées pour choisir parmi les divers traitements, des exemples d'emploi par les municipalités canadiennes, les difficultés possibles et les faits nouveaux.
- Elle encourage les intervenants à avoir recours à l'entretien préventif pour préserver la chaussée. Pour ce faire, elle explique comment utiliser les techniques de réfection par couche mince comme traitement d'entretien préventif et fournit des lignes directrices sur la façon de procéder afin d'intégrer l'usage de tels traitements dans les procédures de gestion routière existantes.
- Elle fournit des lignes directrices aux fins du suivi systématique des nouveaux traitements et de l'évaluation de leur efficacité.
- Elle cite d'importants rapports, des ouvrages et des comptes rendus d'efficacité que l'utilisateur peut consulter afin d'obtenir de plus amples renseignements.

- Elle encourage l'emploi d'une terminologie commune pour décrire les différents types de techniques de réfection par couche mince en vue d'améliorer les communications entre les organismes et à l'intérieur de ceux-ci.

2.3 RESTRICTIONS

Le sujet des techniques de réfection par couche mince est vaste, et la présente règle de l'art ne peut qu'en fournir une description élémentaire. Elle est plutôt axée sur l'emploi, l'efficacité et la sélection des techniques de réfection par couche mince et offre quelques renseignements sur les spécifications de matériaux et les procédés de construction. En outre, la présente règle de l'art se penche sur les techniques les plus actuelles et les plus répandues au sein des municipalités canadiennes, et aborde brièvement les techniques expérimentales utilisées ailleurs. Les personnes qui consultent la présente règle de l'art ne doivent utiliser les renseignements techniques qui y sont fournis qu'à des fins générales et ne les mettre en application qu'après avoir tenu compte de l'état particulier d'un site.

3. DESCRIPTION DES TRAVAUX

3.1 LES COÛTS ET LES AVANTAGES

Le tableau 3–1 résume les coûts et les avantages propres aux techniques de réfection par couche mince. Les coûts indiqués au tableau 3–1 sont les coûts relatifs liés au coût prévu de 5 \$ le mètre carré d'un tapis d'enrobés mélangés à chaud. Les coûts réels varient selon l'épaisseur du tapis, la qualité des matériaux, la superficie, l'emplacement et la période de l'année du projet ainsi que les forces du marché.

Tableau 3–1 : Avantages prévus et coûts propres aux techniques de réfection par couche mince.

Traitement	Avantage prévu (durée de vie) pour l'épandage sur une chaussée en béton asphaltique, années		Coût unitaire propre, \$	
	Utilisé pour protéger la structure des chaussées	Utilisé pour remettre en état ou améliorer la surface des chaussées	Le m ²	Le km d'une route à deux voies
1. Mince tapis d'enrobés à chaud (<40 mm)	5 à 10	6 à 12	5,00	47 500
2. Recyclage in-situ à chaud (< 40 mm)	5 à 10	6 à 14	5,50	41 000
3. Microrevêtement	4 à 6	5 à 8	3,50	26 500
4. Coulis bitumineux	3 à 6	3 à 7	2,50	18 500
5. Revêtement superficiel*	4 à 6	5 à 8	2,00	15 000
6. Fermeture restauratrice	1 à 2	1 à 3	1,00	7 500
7. Usure par frottement	0	1 à 5	2,00	15 000

* S'il s'agit d'une application sur base granuleuse : 7 à 10 ans pour un seul traitement de surface
9 à 13 ans pour un traitement de surface double

Les avantages du traitement faisant l'objet du tableau 3–1 sont présentés séparément pour chacune des deux raisons qui justifient l'utilisation de techniques de réfection par couche mince soit : (a) protéger la structure des chaussées (b) remettre en état ou améliorer la surface des chaussées (Section 2.1).

Si un traitement est utilisé dans le but de *protéger la structure* de la chaussée existante comme traitement d'entretien préventif, l'avantage du traitement est présenté en termes durée de vie supplémentaire de la chaussée. Ainsi, si l'on utilise un coulis bitumineux pour améliorer la durabilité d'une chaussée en béton asphaltique (l'application du coulis bitumineux a lieu lorsque la chaussée est en bon état), son avantage est présenté en termes de durée de vie supplémentaire de la chaussée existante (3 à 6 ans).

Si un traitement est utilisé dans le but de *remettre en état ou d'améliorer la surface de revêtement* et est entrepris dans le but de remédier à une dégradation

particulière, son avantage s'exprime en fonction de la durée de vie du traitement même. Par exemple, si un coulis bitumineux sert à la réfection du frottement de chaussée, son avantage s'exprime en fonction de la durée de vie du coulis bitumineux (3 à 7 ans).

La différence entre les deux motifs d'utilisation du traitement n'est pas toujours évidente. Il importe toutefois de savoir que les avantages des traitements d'entretien préventif s'expriment habituellement en fonction du prolongement de la durée de vie des chaussées qui reçoivent un traitement d'entretien préventif plutôt qu'en fonction de la durée de vie du traitement même.⁴

Les avantages prévus des techniques de réfection par couche mince sont présentés en fonction de la prolongation de la vie de la chaussée en années. Les durées de vie plus longues sont habituellement associées à des traitements plus épais ou multiples, à des matériaux de meilleure qualité, à une meilleure qualité de construction, aux débits routiers moindres et à l'application de traitements à des chaussées en meilleur état.

3.2 TYPES DE REVÊTEMENTS DE CHAUSSÉE À COUCHE MINCE

Cette section décrit brièvement les sept principaux types de techniques de réfection à couche mince énumérés à la Section 2.1. La description englobe les matériaux et la construction, les critères de sélection, la préparation de la surface, des exemples d'utilisation municipale et les ressources pour obtenir plus d'information.

Des renseignements complémentaires sur ces traitements et sur d'autres traitements de préservation des chaussées sont résumés dans le *Manuel de références en matière de traitements de préservation des chaussées* (InfraGuide, 2005).

⁴ Consulter la règle de l'art *Entretien préventif en temps opportun des routes municipales — Guide d'introduction* (InfraGuide, 2002), Page 5, Figure 1.

3.2.1 TAPIS D'ENROBÉS MÉLANGÉS À CHAUD

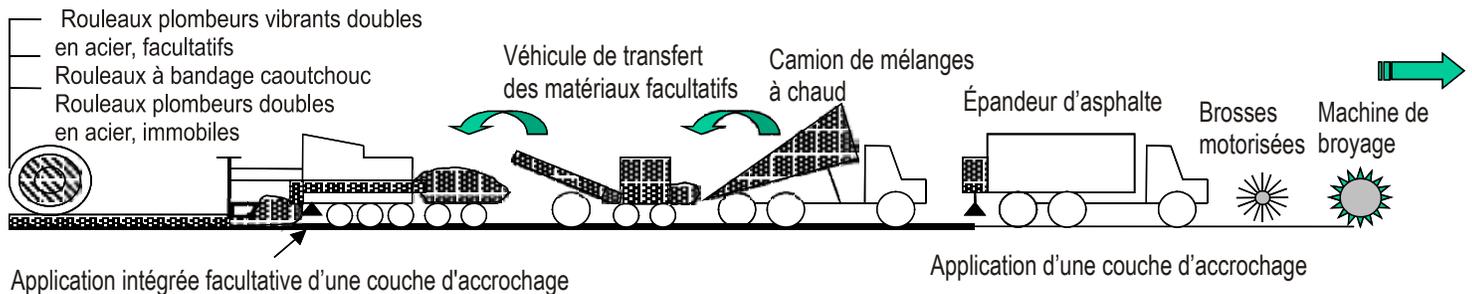


Figure 3–1 : Déroulement de la construction du tapis d'enrobés mélangés à chaud à la suite d'un broyage.

Pour être considéré comme un revêtement de chaussée à couche mince, un tapis d'enrobés mélangés à chaud doit être de moins de 40 mm d'épaisseur. Cette exigence a été stipulée puisque des tapis d'enrobés de 40 mm d'épaisseur ou plus sont utilisés par plusieurs organismes et sont habituellement associés aux travaux de revêtement courants. D'autre part, les tapis d'enrobés de moins de 40 mm d'épaisseur sont habituellement considérés par les organismes comme des tapis d'enrobés minces caractéristiques pouvant nécessiter des dispositions de construction particulières. Également, les tapis d'enrobés de moins de 40 mm d'épaisseur ne contribuent pas de façon significative à la force structurale de la chaussée et ont tendance à avoir une fonction semblable aux autres techniques de réfection par couche mince. Les tapis d'enrobés de moins de 25 mm d'épaisseur sont généralement appelés des tapis d'enrobés (mélangés à chaud) ultraminces.

Les matériaux et la construction

Les deux principaux types de mélanges à chaud utilisés pour les tapis d'enrobés par couche mince sont des mélanges de bitume modifié par des polymères à haute densité et à granulométrie ouverte. Les mélanges à haute densité sont habituellement des mélanges sableux dont les plus grosses particules de granulat traversent des passoirs au diamètre de trou de 13,2 mm et agissent comme scellant à la surface de la chaussée pour empêcher l'infiltration de l'eau. Les mélanges à granulométrie ouverte renferment un pourcentage élevé de gros granulats uniformes, ce qui donne un mélange à vides consolidés et à perméabilité élevée. Les mélanges à granulométrie ouverte offrent un bon frottement de chaussée, réduisent la possibilité d'aquaplanage et atténuent le bruit des pneus sur la chaussée.

Le déroulement de la construction des tapis d'enrobés mélangés à chaud, illustré à la Figure 3–1, comprend l'utilisation d'un véhicule de transfert des matériaux (VTM). L'utilisation d'un VTM est recommandée, en particulier pour les projets d'envergure, afin de réduire la possibilité de ségrégation et pour améliorer l'uniformité de la chaussée.

Les critères de sélection et la préparation de surface

Les tapis d'enrobés minces sont habituellement utilisés pour les chaussées à structure solide afin de fournir une nouvelle surface protectrice, d'améliorer la qualité de conduite et le frottement de chaussée et d'offrir une surface de revêtement silencieuse. Ils peuvent également servir de traitement d'entretien préventif pour ralentir le déchaussement du revêtement, colmater de petites fissures et rendre la chaussée étanche.

Les minces tapis d'enrobés doivent être construits sur des surfaces uniformes qui adhèrent bien aux tapis d'enrobés. Les améliorations à la surface existante peuvent comprendre le broyage de précision pour améliorer la qualité de conduite et le profil, l'application d'une assise de redressement ou de mortier à dégrossir, le rapiécage, les réparations à passe profonde unique et l'application d'une couche d'accrochage. La présence de dégradations telles que la ségrégation, le déchaussement et la fissuration en blocs, ou des conditions empêchant de monter la surface du revêtement pourrait nécessiter la dépose partielle du béton asphaltique par broyage ou broyage de précision avant l'application du tapis d'enrobés. On ne recommande pas le détournement et l'obturation des fissures avant le pavage parce que le revêtement de mélange à chaud pourrait déchausser le produit d'obturation des fissures et ce produit d'obturation, réduit en lanières, pourrait nuire à l'application d'un mince tapis d'enrobés.

La plupart des organismes utilisent une couche d'accrochage avant l'application du mince tapis d'enrobés. La couche d'accrochage renforce le lien entre les couches de béton asphaltique. Le lien renforce la structure de chaussée (en limitant le découlement entre les couches) et la durabilité du tapis d'enrobés (en réduisant la possibilité de délamination). La couche d'accrochage est également nécessaire pour assurer l'étanchéité des couches de revêtement sous-jacentes lorsque l'on utilise un tapis d'enrobés à granulométrie ouverte. Certains organismes utilisent une couche d'accrochage uniquement sur des surfaces préalablement broyées, soutenant que ces surfaces n'ont pas de liant routier; d'autres organismes utilisent une couche d'accrochage uniquement lorsque la surface n'est pas broyée, soutenant qu'une surface broyée fournit déjà une bonne liaison de granulat. Compte tenu du coût relativement faible d'une couche d'accrochage (généralement moins de 0,5 \$ le mètre carré), il est recommandé d'en faire une utilisation courante.

L'utilisation municipale

Le comté de Leeds et Grenville en Ontario utilise avec succès les tapis d'enrobés ultraminces depuis 1996. Le comté utilise chaque année des tapis d'enrobés de 12 mm d'épaisseur sur environ 30 km de route. La construction du tapis d'enrobés ultraminces a lieu en deux étapes — une couche scarifiée et un revêtement superficiel. Le même matériau entre dans la composition des deux couches et consiste en un granulat concassé de haute qualité traversant une passoire de diamètre de trou de 9,5 et renfermant 6,5 pour cent de ciment bitumineux. Le produit peut être construit par des entrepreneurs en pavage en suivant les étapes suivantes :

Une couche éraflée (nivellement) est « compactée » à l'aide d'une niveleuse munie d'un attachement ayant l'apparence d'une boîte, comme le montre la Figure 3–2. La couche éraflée est utilisée pour remplir les dépressions et les ornières, et couvre habituellement de 15 à 20 pour cent de la surface de revêtement. Cette couche est compactée à l'aide de rouleaux d'acier. Un finisseur applique le revêtement superficiel de 12 mm d'épaisseur qui est compacté à l'aide de rouleaux d'acier en mode statique.



Figure 3–2 : L'application d'une couche d'éraflée d'un mélange à chaud de haute densité par une niveleuse munie d'un attachement ayant l'apparence d'une boîte. (Gracieuseté du ministère des Transports de l'Ontario)

Le comté n'utilise pas de couche d'accrochage compte tenu de la haute teneur relative en ciment bitumineux du mélange et de la construction classique par temps chaud.

La Ville d'Ottawa a utilisé avec succès un produit de tapis d'enrobés mélangés à chaud ultramince breveté. Le tapis d'enrobés ultramince est habituellement de 15 à 20 mm d'épaisseur et contient un agrégat à granulométrie ouverte de haute qualité traversant une passoire de diamètre de trou de 13,2 mm. Le mélange est appliqué à l'aide d'un finisseur spécial muni d'un dispositif d'application d'une couche d'accrochage. Dans les milieux urbains, il faut porter particulièrement attention à la manutention du mélange à granulométrie ouverte aux abords des ouvertures des services publics de la chaussée. Les tapis d'enrobés minces mélangés à chaud comme celui-ci peut améliorer le frottement de chaussée et fournir une surface de chaussée silencieuse en raison de sa porosité (Figures 3–3 et 3–4). L'étanchéité de la chaussée sous le tapis d'enrobés mélangé à chaud est assurée grâce à une épaisse couche d'accrochage.

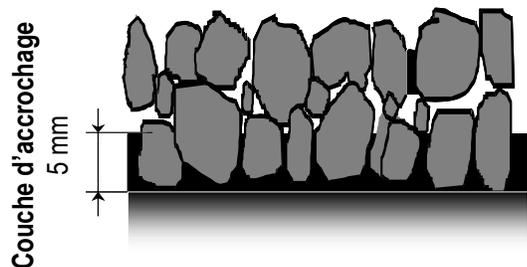


Figure 3–3 : Squelette de granulat caractéristique.



Figure 3–4 : Surface mince de tapis d'enrobés mélangés à chaud à gauche; surface de mélange sableux à droite. Les pièces de monnaie ont un diamètre de 18 mm.

En 1992 et 1993, la Ville de Montréal a fait des essais avec plusieurs types de tapis d'enrobés mélangés à chaud ultraminces et minces dont l'épaisseur variait de 13 à 30 mm. Quelques-uns de ces tapis d'enrobés servent toujours.

Ressources

La Federal Highway Administration des États-Unis a publié un fascicule pratique sur la construction des tapis d'enrobés minces mélangés à chaud (FHWA, 2000). La publication *Thin Hot-Mix Asphalt Surfacing* par la National Asphalt Pavement Association (NAPA, 2001) renferme la description de plusieurs produits de tapis d'enrobés minces mélangés à chaud. Le Ohio Department of Transportation (ODOT, 2002) a fait paraître un bulletin technique décrivant Smoothseal, un tapis d'enrobés d'une épaisseur de 15 à 25 mm fait de béton asphaltique modifié à haute densité.

3.2.2 RECYCLAGE IN-SITU À CHAUD

Nous incluons le recyclage in-situ à chaud dans les règles de l'art pour que le sujet soit traité intégralement puisque cette méthode s'applique parfois à une profondeur de 20 mm seulement et constitue du fait un revêtement de chaussée mince. Même après avoir fermé la mince couche recyclée avec un coulis bitumineux, un traitement de revêtement ou un tapis d'enrobés mélangé à chaud intégral, l'épaisseur des nouvelles couches et des couches retraitées peut n'être que de 40 mm.

Les matériaux et la construction

La Figure 3–5 représente le schéma de la construction du recyclage in-situ à chaud avec un tapis d'enrobés intégral à l'aide d'un reformeur. D'autres procédés et équipements de recyclage in-situ à chaud peuvent être utilisés pour chauffer, enlever, mélanger et appliquer la couche de surface recyclée. Le béton

asphalitique recyclé est habituellement mélangé à un agent de recyclage, et peut être enrichi davantage avec un granulat préchauffé et un mélange chaud (enrichissant). La couche recyclée ainsi formée peut être utilisée comme couche de roulement ou peut être protégée par un coulis bitumineux, un traitement de surface ou un tapis d'enrobé mélangé à chaud. Si l'on utilise un tapis d'enrobés intégral, le tapis d'enrobés sert de surface de roulement.

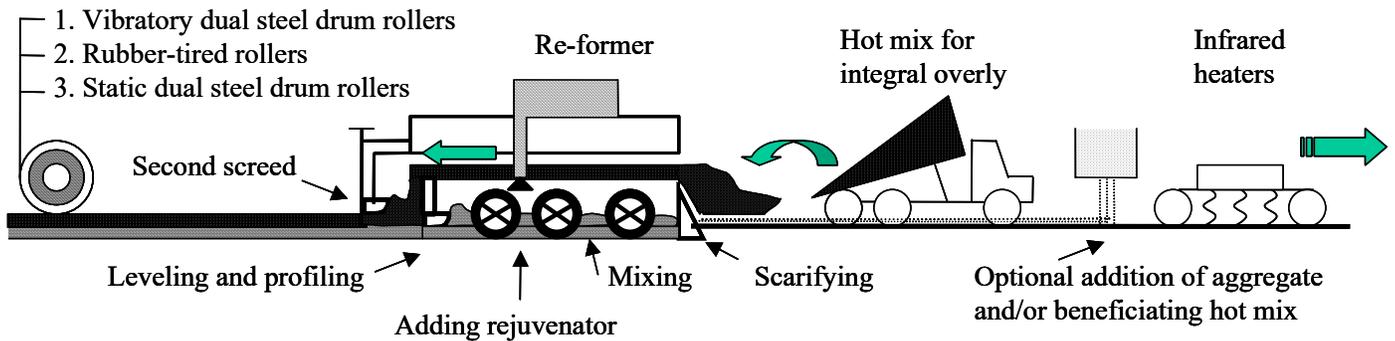


Figure 3-5 : Déroulement de la construction pour le recyclage in-situ à chaud avec tapis d'enrobés intégral.

Critères de sélection et préparation de surface

Le recyclage in-situ à chaud convient aux chaussées à structure solide ayant des défauts de surface, par exemple le déchaussement et la ségrégation, la fragmentation et l'ornièrage, que l'on trouve surtout la couche extérieure de la chaussée. Une autre exigence veut que la couche superficielle de béton asphaltique se prête au recyclage. La couche doit être de composition uniforme (granulométrie de l'agrégat, contenu en asphalte et épaisseur) et construite de matériaux de bonne qualité (granulat et liant routier). Il faut évaluer sous tous les angles les propriétés des matériaux de chaussée qui entreront dans le recyclage in-situ à chaud. À cause de la taille du train de recyclage, le recyclage in-situ à chaud convient aux projets d'envergure où l'on dispose de beaucoup d'espace (c.-à-d. les routes rurales, les routes de dégagement ou les artères à plusieurs voies).

Utilisation municipale

Environ 35 pour cent des 22 municipalités qui faisaient l'objet du sondage utilisent le recyclage in-situ à chaud. La profondeur de la couche de recyclage varie de 25 mm à 50 mm. Ainsi, la Ville de Montréal utilise une profondeur de recyclage de 30 mm sur les routes secondaires et de 50 mm sur les routes principales. Des représentants de plusieurs municipalités ont fait remarquer que la profondeur de recyclage voulue n'est pas toujours atteinte. L'épaisseur du tapis d'enrobés interne varie de 10 à 40 mm. Certains organismes laissent la surface de recyclage telle quelle (par exemple, la Ville d'Ottawa), d'autres utilisent un tapis d'enrobés intégral (par exemple la Ville de Montréal), un coulis bitumineux (par exemple la Ville de Calgary), ou un tapis d'enrobés mélangé à chaud supplémentaire.

Ressources

La publication de la FHWA (1997) *Pavement Recycling Guidelines for State and Local Governments* décrit toutes les facettes du recyclage des matériaux des chaussées d'asphalte pour produire de nouveaux matériaux de chaussées.

3.2.3 MICROREVÊTEMENT

Le microrevêtement est un mélange non chauffé d'une émulsion de bitume modifiée par des polymères, d'un granulat de frottement de haute qualité, d'une charge minérale, d'eau et d'autres adjuvants, mélangés et appliqués sur une surface de chaussée sous forme de coulis bitumineux.

Les matériaux et la construction

La construction de microrevêtement à l'aide d'une mélangeuse à alimentation en continu autopropulsée est reproduite de façon schématique à la Figure 3-6 et illustrée sur la photo de la Figure 3-7. Cette dernière montre également le produit fini un an après la construction. Le mélange de microrevêtement est toujours préparé par un entrepreneur ou un fournisseur d'émulsion et est formé des trois principaux ingrédients suivants :

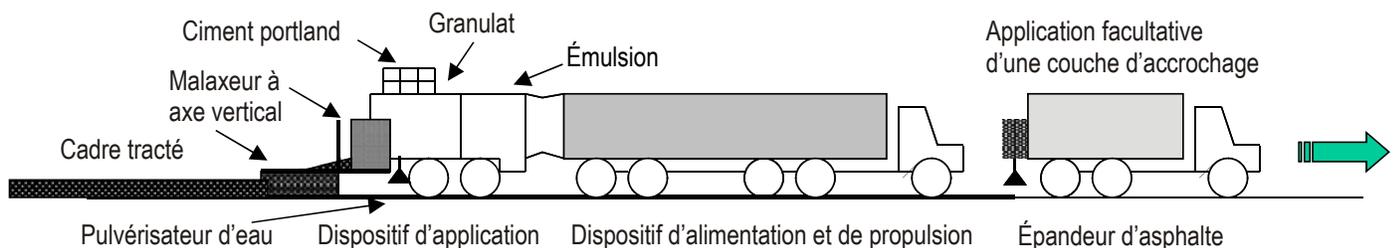


Figure 3-6 : Le déroulement de construction pour le microrevêtement à l'aide d'un mélangeur à alimentation en continu

Une émulsion de bitume modifiée par des polymères renferme de 60 à 65 pour cent de ciment bitumineux. Les polymères, habituellement le latex, représentent environ 3 à 5 pour cent du poids du ciment bitumineux. En tout, le microrevêtement renferme environ 8 à 9 pour cent de liant routier résiduel. L'ajout de polymères améliore les propriétés de liaison du ciment bitumineux et diminue sa susceptibilité à la température.



Figure 3-7 : Mélangeur de microrevêtement à alimentation en continu autopropulsé sur camion (a); texture superficielle (b).

À la droite, une surface finie de granulat de Type II. Le diamètre de la pièce de monnaie est de 26 mm. (Gracieuseté de Miller Paving Ltd.)

Le granulat utilisé pour le microrevêtement est constitué de pierres concassées fabriquées de haute qualité, et habituellement à haute densité⁵. La International Slurry Surfacing Association (ISSA, 2003a) recommande deux types de granulométrie, le Type II et le Type III. La granulométrie de Type II est plus fine, 90 à 100 pour cent des grains traversent une passoire de diamètre de trou de 4,75 mm, et est habituellement utilisée pour les rues résidentielles. La Figure 3-7 montre l'apparence de la texture de microrevêtement de Type II. La surface montre la caractéristique pierreuse de la texture ordinaire pour le microrevêtement. La granulométrie de Type III est plus grossière et 70 à 90 pour cent des granulats traversent une passoire de diamètre de trou de 4,75 mm, et est généralement utilisée sur les routes dont le débit de circulation est élevé. L'épaisseur minimale d'un mélange de microrevêtement utilisant une granulométrie de Type III est de 10 mm pour une assise simple.

La charge minérale, habituellement du béton de Portland ou de l'hydroxyde de calcium, sert à contrôler le temps de prise du mélange. La quantité de charge minérale est généralement inférieure à 1 pour cent du poids total du mélange sec.

Les critères de sélection et la préparation de surface

Le microrevêtement sert à corriger les dégradations superficielles telles que les légères fissurations en bloc, le déchaussement et la ségrégation, le ressuage, et la perte de frottement de chaussée. Étant donné que le revêtement de surface

⁵ Le granulat à granulométrie ouverte n'est que rarement utilisé en Amérique du Nord. Habituellement, le mélange de microrevêtement à granulométrie ouverte renferme de la cellulose ou des fibres minérales, qui en accroissent la consistance et qui préviennent l'égouttage de l'émulsion. La Ville de Montréal a utilisé une application expérimentale sous l'appellation commerciale Gripfibre® à début des années 1990.

renferme des granulats concassés de haute qualité, il sert également au remplissage des ornières et des déformations de surface jusqu'à une profondeur de 40 mm. Le microrevêtement possède d'excellentes propriétés de frottement et est utilisé sur les routes à haute vitesse, notamment les routes express. Comme traitement d'entretien préventif, il peut être utilisé pour fermer la surface de la chaussée pour protéger cette dernière contre l'infiltration de l'eau et réduire ainsi le taux d'oxydation de la surface bitumineuse en place. L'oxydation des matériaux superficiels bitumineux cause le déchaussement et les fissures.

La chaussée sur laquelle le microrevêtement est appliqué doit être uniforme. Les surfaces présentant des défauts beaucoup plus graves (par exemple le déchaussement, les fissures et le défoncement) que le reste de la section devraient être réparées. Les réparations peuvent être faites au moyen d'une assise supplémentaire de microrevêtement (Figure 3-8) ou d'une autre façon selon le genre, l'étendue et la gravité des défauts. Sur les routes à circulation dense, et lorsque la surface de la chaussée présente de légères déformations et des ornières de plus de 6 mm, on recommande deux assises de microrevêtement. La première assise (éraflée) a pour objet d'améliorer le profil de la chaussée et la seconde, de fournir une surface de roulement. Les ornières de plus de 13 mm de profondeur devraient être remplies avec des matériaux de microrevêtement à l'aide du cadre tracté de remplissage d'ornières (ISAA, 2003a).



Figure 3-8 : Le prétraitement de faïençage modéré à la ligne médiane avec une bande de microrevêtement avant l'application d'une assise régulière de microrevêtement sur toute la surface. (Gracieuseté du ministère des Transports de l'Ontario.)

Certains organismes détourent et ferment les fissures actives (par exemple les joints transversaux) peu de temps avant l'application de microrevêtement. Toutefois, le microrevêtement pourrait ne pas très bien se lier au nouvel agent d'obturation des fissures, ce qui peut entraîner une perte de matériaux. Certains organismes exigent que le détournage et l'obturation des fissures soient fait un an

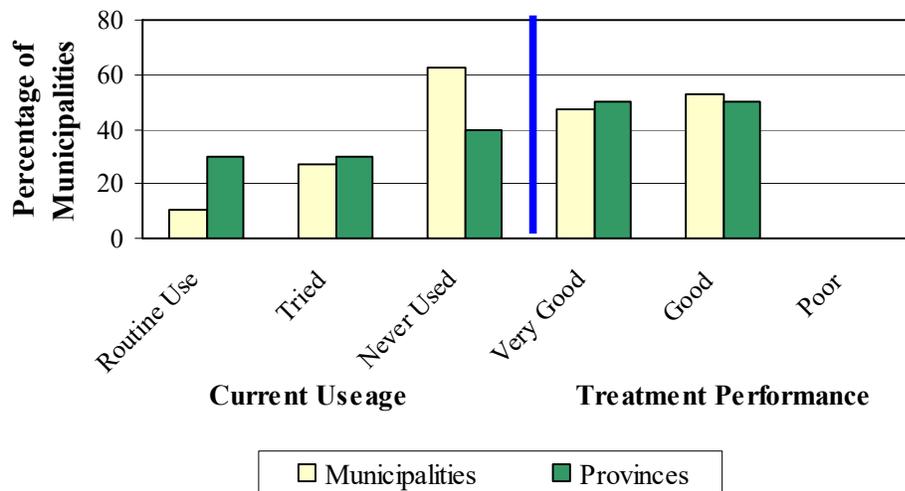
avec l'application de microrevêtement⁶. D'autres procèdent au détournement et à l'obturation plusieurs mois après l'application du microrevêtement.

Ce déroulement est souvent préférable parce qu'il élimine la possibilité d'un détachement et permet de détourner et de fermer seulement les fissures qui n'ont pas été remplies avec le microrevêtement.

D'autres organismes⁷ exigent l'application d'une couche éraflée avant le microrevêtement pour assurer une bonne adhérence entre la surface de chaussée existante et le mélange de microrevêtement.

Utilisation municipale

Seulement 12 pour cent des municipalités qui ont participé au sondage utilisent couramment le traitement de microrevêtement. Environ 60 pour cent des municipalités et 40 pour cent des organismes provinciaux ne l'ont jamais utilisé. Les organismes qui l'ont utilisé rapportent que son rendement est de bon à très bon (Figure 3-9).



(Note: Based on a survey of 56 municipalities carried out in 2001/2002)

Figure 3-9 : L'utilisation et le rendement du microrevêtement.

La Ville de Halifax a également utilisé le microrevêtement sur un traitement de revêtement (enduit superficiel). Le microrevêtement donne un bon rendement et peut servir à corriger des problèmes de ressuage causés par une perte de granulats de remplissage. La Ville de Saskatoon a remplacé son programme précédent

⁶ La Ville d'Edmonton. Après un an, la surface des matériaux d'étanchéité devrait s'oxyder et se lier très bien au microrevêtement. Certains organismes exigent que les matériaux d'étanchéité se lient parfaitement à la surface de la chaussée (sans surfrittage).

⁷ Le ministère des Transports de l'Ontario

d'obturation par coulis bitumineux par un programme de microrevêtement parce que celui-ci offre un meilleur rapport coût-efficacité. Selon un récent rapport (Ville de Saskatoon, 2001), 95 pour cent des traitements de microrevêtement appliqués sur des rues résidentielles en 1996 étaient toujours en bon état cinq ans après.

Ressources

La International Slurry Surfacing Association tient à jour un site Web <<http://www.slurry.org>> qui donne les spécifications recommandées et des conseils utiles (ISSA, 2003a). Croteau et al (2002) ont résumé les développements dans l'usage du microrevêtement au Canada. Plusieurs organismes, dont le ministère des Transports de l'Ontario, ont développé des spécifications en matière de microrevêtement qui incluent une garantie de 2 ans (Kazmierowski et Bradbury, 1995).

3.2.4 COULIS BITUMINEUX

Le coulis bitumineux est un mélange d'émulsion d'asphalte, d'agrégat fin à haute densité, de charge minérale, d'eau, et d'autres adjuvants, mélangés et posés uniformément sur la surface de la chaussée sous forme de coulis. Les systèmes de coulis bitumineux sont préparés dans le but de créer un mortier riche en bitume. Ils sont semblables au microrevêtement, mais le squelette minéral n'est pas habituellement très solide et les liens entre les particules d'agrégat sont limités. Par conséquent, les coulis bitumineux sont appliqués sur de minces levées de bétonnage pour empêcher la déformation permanente causée par la circulation.

Les matériaux et la construction

La Figure 3-10 est une représentation schématique de la construction de coulis bitumineux à l'aide d'un mélangeur autopropulsé sur camion.

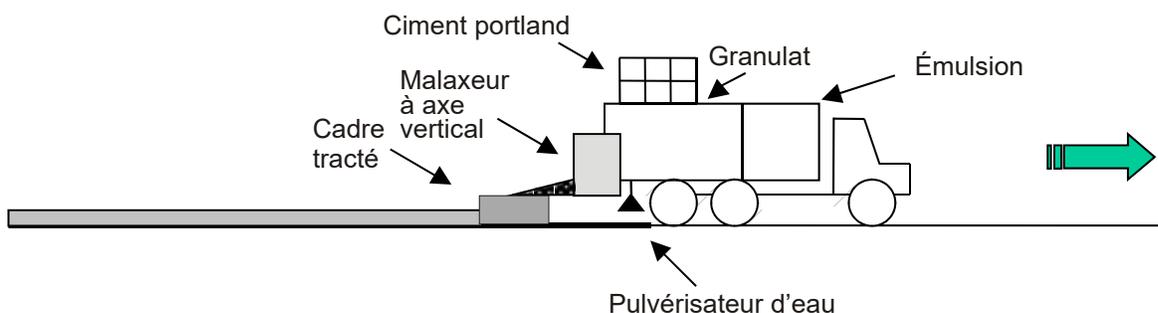


Figure 3-10 : Le déroulement de la construction pour le coulis bitumineux.

L'émulsion d'asphalte est généralement cationique et renferme environ 60 à 65 pour cent de ciment bitumineux résiduel. Le mélange de coulis contient de 9 à 10 pour cent de ciment bitumineux.

Le granulat utilisé dans la composition des coulis bitumineux devrait être un agrégat à haute densité de haute qualité. Sa granulométrie correspond habituellement à l'un des trois types de granulométrie, Type I, II et III, qui sont recommandés par l'International Slurry Surfacing Association (ISSA, 2003b). Les types II et III ont la même granulométrie que les Types II et III utilisés pour le microrevêtement. Le Type I contient des particules d'agrégat qui traversent une passoire de diamètre de trou de 4,75 mm. Le Type I est généralement utilisé pour les rues résidentielles, le Type II pour les rues résidentielles et les artères urbaines, et le Type III pour les autoroutes et les routes express. L'épaisseur d'une application simple d'un coulis bitumineux de Type I est habituellement de 4 mm, ce qui correspond au diamètre des plus grosses particules d'agrégat.

La charge minérale, habituellement du ciment Portland ou un hydroxyde de calcium, sert à contrôler le temps de prise du mélange (temps de séparation de l'émulsion). La quantité de charge minérale est généralement inférieure à 1 pour cent du poids total du mélange sec.

Certains mélanges de coulis bitumineux brevetés renferment des particules d'agrégat concassées et une émulsion de polymères modifiés et peuvent présenter des caractéristiques de force et de durabilité ressemblant davantage au microrevêtement qu'à un coulis bitumineux classique.

Les critères de sélection et la préparation de surface

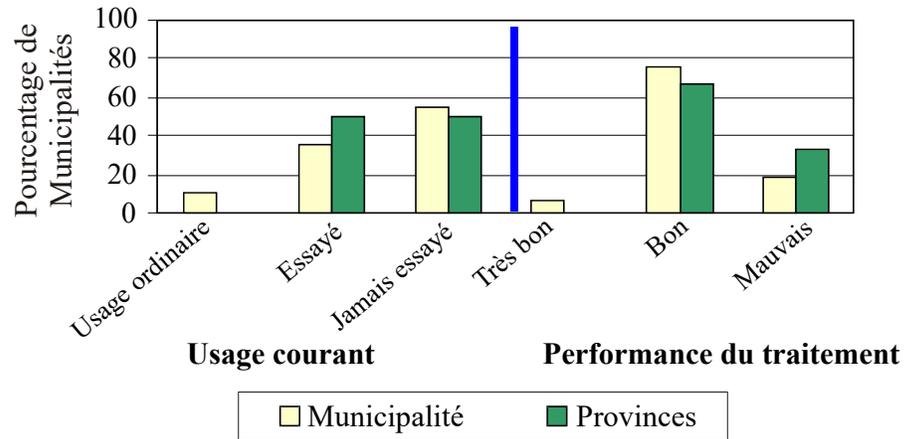
Les coulis bitumineux sont utilisés pour corriger les dégradations superficielles tels le déchaussement et la perte de granulat à grains grossiers, pour fermer de légères fissures et améliorer le frottement de la chaussée. Ils sont également utilisés comme traitement d'entretien préventif pour rendre les surfaces de chaussée étanches, empêchant ainsi la pénétration de l'eau et ralentissant l'oxydation de la chaussée et le déchaussement. Il est préférable d'appliquer les coulis bitumineux sur les chaussées à structure solide qui sont en bon état et qui ne présentent que quelques fissures ou qui en sont exemptes. Les coulis bitumineux ne devraient pas être appliqués sur les chaussées qui présentent des fissures modérées ou graves ou qui défoncent progressivement.

La surface sur laquelle on applique un coulis bitumineux devrait avoir des caractéristiques uniformes. Si des imperfections telles que le déchaussement modéré ou grave, la fissuration ou le défoncement se produit de façon intermittente ou fréquente, la section n'est probablement pas une bonne surface pour l'application d'un coulis bitumineux. Les fissures instables, tels les joints transversaux, devraient être fermées, préférablement après l'application du coulis bitumineux.

L'utilisation municipale

L'utilisation de coulis bitumineux par les municipalités, comme indiqué à la Figure 3-11, est semblable à l'utilisation de microrevêtement indiquée à la Figure 3-9. Toutefois, le rendement d'un coulis bitumineux est nettement inférieur à celui rapporté dans le cas du microrevêtement. Par exemple, dans le

cas du microrevêtement, environ 50 pour cent des municipalités ont rapporté un très bon rendement et aucun mauvais rendement n'a été signalé; dans le cas des coulis bitumineux, seulement 6 pour cent des municipalités ont rapporté un très bon rendement et 20 pour cent ont rapporté un mauvais rendement.



(Note : Based on a survey of 56 municipalities carried out in 2001/2002)

Figure 3–11 : Utilisation et rendement du coulis bitumineux

Le comté Grey en Ontario et la Ville de Calgary ont utilisé un coulis bitumineux pour couvrir des chaussées de surface traitée. La Ville de Calgary a également utilisé un coulis bitumineux pour fournir une surface de roulement sur des couches de béton asphaltique de recyclage in-situ à chaud.

Ressources

L'International Slurry Surfacing Association tient à jour un site Web www.slurry.org qui donne les spécifications recommandées pour les coulis bitumineux et des conseils technologiques utiles (ISSA, 2003b). Croteau et al (2002) ont résumé les développements dans l'utilisation des coulis bitumineux au Canada. Alberta Transportation (1999) a élaboré des spécifications pour les coulis bitumineux.

3.2.5 COUCHES DE FERMETURE

Le revêtement de scellage (également appelé traitement de revêtement, fermeture, flottabilité élevée et enduit superficiel) consiste en l'application d'un liant routier, suivie immédiatement par l'application de granulat de remplissage, à n'importe quel type de surface de chaussée. Généralement, les couches de fermeture sont appliquées sur une base granuleuse, ce qui donne une chaussée de surface traitée, un des types de chaussée les plus communément utilisés au Canada. Les couches de fermeture peuvent également être appliquées aux chaussées de béton asphaltique comme traitement d'entretien préventif ou curatif. La présente section porte du ce type d'application.

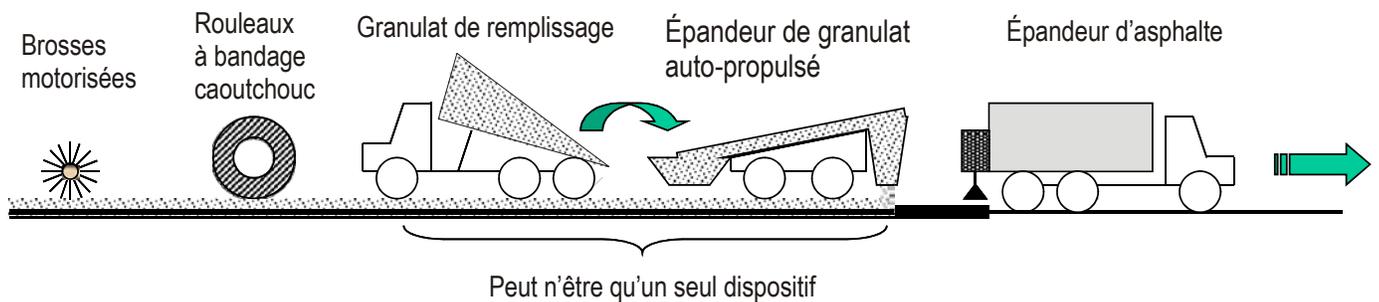


Figure 3–12 : Le déroulement de la construction d'un revêtement de surface.

Les matériaux

Généralement, le liant routier utilisé pour les couches de fermeture est une émulsion d'asphalte appliquée à température⁸ élevée à l'aide d'un épandeur d'asphalte (Figure 3–13). Le choix du type d'émulsion d'asphalte dépend, outre la disponibilité de l'émulsion, de plusieurs facteurs :

- **La charge électrique du granulat** — les émulsions cationiques conviennent mieux au grès et au granit (granulats à charges négatives); les émulsions anioniques conviennent mieux aux pierres calcaires et aux dolomites.
- **Type de surface** — les émulsions à polymères modifiés sont généralement recommandées pour les applications sur des surfaces de béton asphaltique.
- **Conditions climatiques** — les émulsions à prise rapide sont généralement recommandées parce qu'elles ont des restrictions moins sévères relatives au climat.
- **Granulométrie du granulat** — les émulsions à flottabilité élevée conviennent mieux pour les granulats à haute densité.

⁸ Les températures allant de 50 à 70 °C sont habituelles. Les émulsions ne devraient pas être chauffées à plus de 85 °C.



Figure 3–13 : Épandeur d’asphalte procédant à l’application d’une émulsion; vue de l’arrière. L’émulsion est habituellement de couleur brune et devient noire à mesure que se fait la cure de l’émulsion. Les buses de la rampe d’épandage assurent de multiples recouvrements de la surface.

Le granulat de remplissage peut être soit un enduit superficiel (granulat à granulométrie ouverte), comme illustré à la Figure 3–14, ou dense comme illustré à la Figure 3–15. On appelle enduit superficiel les couches de fermeture utilisant un granulat à granulométrie ouverte (Tableau 1–2). Le choix du granulat dépend de plusieurs facteurs :

- **La disponibilité du granulat** — le granulat à granulométrie ouverte devrait être de qualité élevée et être lavé (exempt de poussière). Ce granulat est habituellement disponible seulement chez les importants producteurs commerciaux.
- **Coût des matériaux** — le granulat dense est moins dispendieux et requiert moins d’émulsion.
- **Environnement rural ou urbain** — La circulation initiale sur un granulat dense produit une poussière excessive. Cela explique pourquoi on recommande souvent un enduit superficiel dans les régions urbaines.
- **Expérience locale et préférence** — la construction de traitement de revêtement avec un granulat dense donne habituellement une surface plus malléable qu’une construction avec un enduit superficiel.
- **Type d’installation** — L’utilisation de granulat à taille uniforme réduit la quantité de granulat excessif et est préférable sur les routes à circulation élevée.

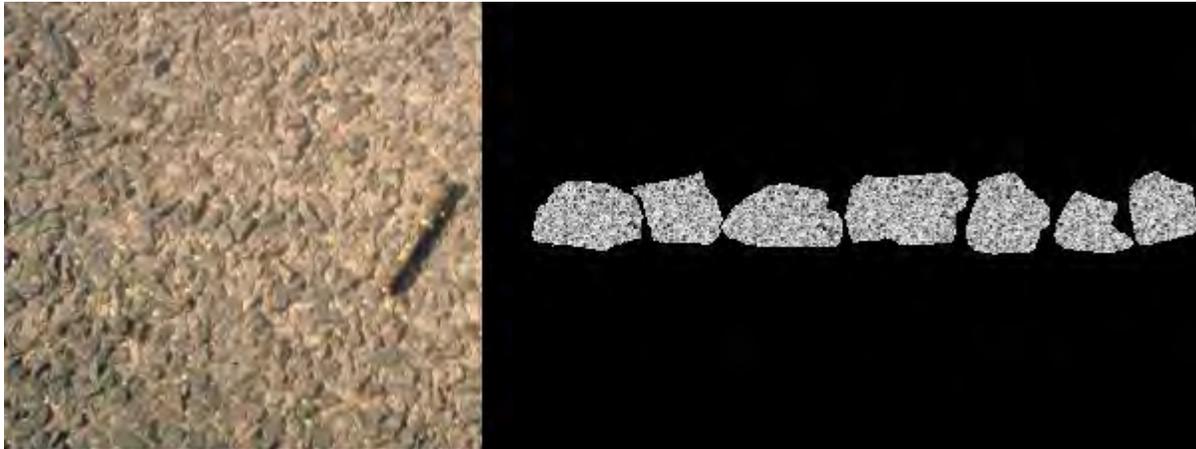


Figure 3–14 : Surface d'une couche de fermeture nouvellement construite à l'aide de fragments de 13,2 mm et d'une émulsion CRS–2P.



Figure 3–15 : Surface d'une couche de fermeture nouvellement construite à l'aide d'un granulat dense de 16,0 mm et d'une émulsion à flottabilité élevée.

Conception des couches de fermeture et taux d'application

Idéalement environ 70 pour cent du granulat devrait être encastré ou entouré d'un liant suite à la reprise de la circulation. Cela exige un bon équilibre entre la quantité d'émulsion que l'on applique sur la surface et la quantité et le type de granulat de remplissage. Plusieurs organismes ont développé des procédures de conception ou établi les doses d'emploi recommandées, afin d'atteindre cet équilibre. Les procédures prennent en considération le type et la porosité de la surface, le diamètre, le type et la forme du granulat de remplissage, et les débits de la circulation.

Les doses d'emploi de l'émulsion pour les couches de fermeture variant généralement entre 0,9 et 1,7 l/m² et variant selon la surface existante

(granuleuse, couche de fermeture ou béton asphaltique), le débit et la composition de la circulation, etc. et subissent d'autres modifications en cours de construction en fonction des conditions météorologiques et d'autres facteurs. Par exemple, la dose d'emploi de l'émulsion diminue habituellement à mesure qu'augmentent les débits de la circulation. La circulation presse l'enduit superficiel dans l'émulsion (ainsi que dans la première surface), le force à se déplacer et à se déposer sur la face la plus plate, repoussant le liant vers la surface (Figure 3–16). Il existe plusieurs références qui fournissent une illustration et des conseils en matière de construction guidance, par exemple le Minnesota Seal Coat Handbook (Janish and Gaillard, 1998).

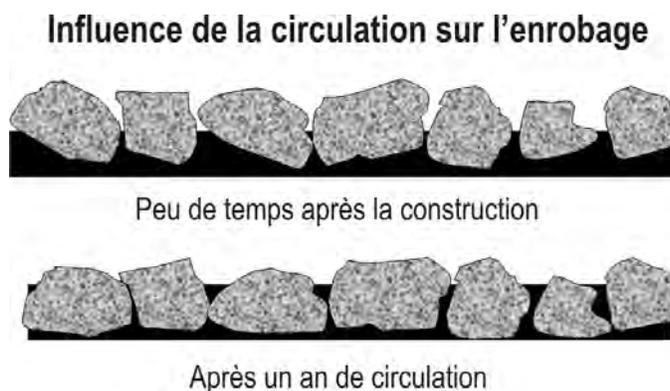


Figure 3–16 : Des débits plus élevés de la circulation exigent habituellement des doses d'emploi plus faibles.

Construction

L'épandeur d'asphalte moderne (Figure 3-13) qui peut automatiquement maintenir les doses d'emploi choisies quelle que soit la vitesse de l'épandeur répond mieux au besoin d'un emploi exact du liant et de l'enrobage de granulat. Les traitements de revêtement nouvellement construits doivent être protégés contre la circulation à haute vitesse pendant plusieurs heures après la construction⁹, et le public doit être protégé contre des fragments qui pourraient se détacher et la poussière.

Certains organismes utilisent une méthode agressive d'enlèvement du granulat excédentaire tandis que d'autres préfèrent le laisser sur la route et « s'en accommoder » jusqu'à ce que la circulation en vienne à le disperser. Sur les routes où le débit de la circulation est élevé, il faut enlever le granulat excédentaire pour des raisons de sécurité. Pour le traitement de revêtement même, il est préférable de laisser un peu du granulat « excédentaire » parce que la circulation incrustera ce granulat au fur et à mesure que les particules de granulat pivoteront et formeront des ouvertures supplémentaires dans le tapis bitumineux.

⁹ Par exemple, les véhicules doivent circuler en convoi en suivant les véhicules d'escorte pendant deux heures après la construction.

Les critères de sélection et la préparation de surface

Les traitements de revêtement posés sur les chaussées en béton asphaltique peuvent être utilisés comme traitements préventifs ou curatifs. Le traitement de revêtement préventif est surtout utilisé pour fermer la surface présentant des fissures non associées à une charge et du déchaussement. Les traitements de revêtement curatifs sont utilisés pour rétablir l'adhérence de la chaussée et entretenir la surface de roulement sur les chaussées de béton asphaltique minces.

La surface sur laquelle on applique le traitement de revêtement devrait avoir une capacité uniforme d'absorption de l'émulsion. La Figure 3-16 illustre les sensibilités des doses d'emploi d'émulsion à la porosité de la chaussée. Par exemple, si la chaussée se déchausse près de la ligne médiane ou présente une ségrégation aux extrémités, les sections où il y a déchaussement ou ségrégation devraient être traitées au préalable (à l'aide du rapiéçage par pulvérisation). Si ces sections ne sont pas traitées, elles absorberont l'émulsion et n'auront pas suffisamment de liant pour fermer la surface et garder en place le granulat de remplissage — en particulier sur les sections où la chaussée nécessite une plus grande protection. Par ailleurs, une augmentation de la dose d'emploi de l'émulsion pour correspondre aux sections où se produisent le déchaussement et la ségrégation pourrait causer du ressuage ailleurs. Les fissures actives, tels les joints transversaux, devraient être fermées, préférablement à la suite de l'application du traitement de revêtement.

L'utilisation municipale

Seulement 15 pour cent environ des municipalités qui ont participé au sondage utilisent régulièrement des traitements de revêtement sur des chaussées de béton asphaltique (Figures 1-2), alors que près de 45 pour cent de toutes les provinces ont recours à cette technique. Une des raisons pour lesquelles les municipalités font très peu usage des traitements de revêtement réside dans les inquiétudes au sujet de fragments pouvant se détacher, de la poussière et de la texture rugueuse de la surface, des inquiétudes qui sont plus marquées en milieu urbain. La Ville de Halifax a remplacé les traitements de revêtement par le microrevêtement et les coulis bitumineux. D'autre part, certains organismes provinciaux utilisent les traitements de revêtement avec succès sur les autoroutes. Par exemple, Alberta Transportation a appliqué un enduit superficiel sur une section de 41 km sur la route 2 entre Calgary et Edmonton en 2000, et le ministère des Transports de l'Ontario considère que le traitement de revêtement est une stratégie viable de préservation de la chaussée pour les chaussées de béton asphaltique.

Ressources

L'Association des transports du Canada dans le cadre de son Programme stratégique de recherche routière du Canada a publié un survol de l'utilisation des traitements de revêtement au Canada (Scott, 1990). Plusieurs organismes ont publié des recommandations sur la conception et la construction des traitements de revêtement, notamment le ministère des Transports de l'Ontario (Cooper et Aquin, 1983) et le Minnesota Department of Transportation (Janish et Gaillard,

1998). L'Asphalt Institute (1969) et l'Asphalt Emulsion Manufacturers Association (sans date) ont également publié des guides pratiques.

3.2.6 LES ENDUITS DE RESTAURATION

Les enduits de restauration consistent en l'application d'une matière bitumineuse, habituellement une émulsion d'asphalte diluée, à la surface d'une chaussée de béton asphaltique (Figure 3–17). Les enduits de restauration sont également appelés produits régénérateurs ou enduits très légers au bitume sans gravillonnage. Certains organismes ou fournisseurs recommandent l'épandage de sable sur les enduits de restauration (environ un kg de sable par mètre carré).



Figure 3–17 : Le déroulement de la construction pour les enduits de restauration

Les critères de sélection et la préparation de surface

Les enduits de restauration sont utilisés pour réduire l'oxydation et le durcissement du liant routier et pour fermer de légères fissures. Les enduits de restauration peuvent également ralentir la progression du déchaussement et la perte du granulat à grains grossiers. La chaussée doit être en bon état et devrait être balayée avant l'application de l'émulsion.

L'utilisation municipale

Bien que plusieurs représentants municipaux aient fait remarquer qu'il est avantageux d'utiliser des enduits de restauration sur les chaussées de béton asphaltique de bonne conception et bien construites, une seule municipalité parmi les 22 municipalités qui ont fait partie du sondage, soit la Ville de Brampton, en Ontario, utilise régulièrement des enduits de restauration sur les chaussées. La Ville de Moncton utilise les enduits de restauration seulement sur les voies d'accès et les stationnements. Les enduits de restauration ont également été utilisés peu de temps après le pavage pour fermer des sections présentant une ségrégation faible ou moyenne.

Ressources

Un guide de l'Asphalt Emulsion Manufacturers Association (sans date) fournit des lignes directrices sur l'utilisation des enduits de restauration à partir d'émulsions d'asphalte.

3.2.7 L'USURE PAR FROTTEMENT

Les techniques d'usure par frottement comprennent le broyage conventionnel, le broyage fin, le microbroyage, l'abrasion à la meule diamantée, le broyage de précision et d'autres techniques qui enlèvent les inégalités de la surface de la chaussée, ou améliore son frottement, et qui donne une surface abrasée utilisée comme surface de roulement (Figure 3-18).

Critères de sélection

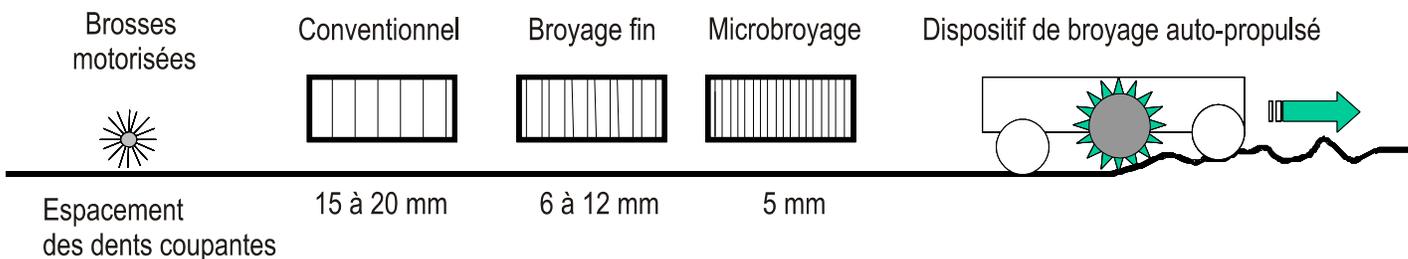


Figure 3-18 : Le déroulement de la construction pour le microbroyage et le broyage de précision.

Les techniques d'usure par frottement peuvent aplanir le décalage aux joints transversaux, dans le cas de défoncement occasionné par le passage des routes et améliorer le frottement de la chaussée. La chaussée devrait avoir suffisamment de capacité structurale pour que la réduction de l'épaisseur ne constitue pas un problème. La Figure 3-19 est un exemple d'une surface de chaussée où le microbroyage a été utilisé pour réduire le défoncement et rendre la surface plus lisse.

L'utilisation municipale

Bien que plusieurs municipalités broient les chaussées de béton asphaltique pour en corriger le profil et la coupe transversale – cela constitue une étape de la pose du tapis d'enrobés – elles ne laissent pas exposée une surface broyée. Le Ville d'Ottawa a utilisé le broyage de précision pour réduire la rugosité causée par des joints transversaux en gradin sur environ 12 km d'artères, et a laissé la chaussée broyée exposée à la circulation.

Ressources

Le guide *The Basic Asphalt Recycling Manual* (ARRA, 2001) publié par l'Asphalt Recycling and Reclaiming Association donne des lignes directrices sur les techniques d'usure par frottement.



(a)

(b)

Figure 3–19 : Application de microbroyage pour réduire le défoncement et la rugosité. La surface broyée est de couleur plus foncée (a). La surface broyée à gauche (b) présente des cannelures et la distance entre les sommets est d'environ 15 mm.

4. L'APPLICATION

La présente section explique comment intégrer les techniques de réparation par couches minces à la planification de la préservation de la chaussée et au processus budgétaire, et fournit des lignes directrices pour le choix des techniques de réparation des revêtements.

4.1 LES REVÊTEMENTS DE CHAUSSÉE MINCES ET LA GESTION DES CHAUSSÉES

Le recours aux techniques de réparation des revêtements de chaussées devrait respecter le principe d'application du bon traitement sur la bonne route au bon moment. Par conséquent, le choix du bon traitement ne consiste pas à faire un choix entre différents types de techniques de réparation de revêtements de chaussées, mais plutôt à choisir entre tous les traitements de préservation de chaussées possibles (y compris les tapis d'enrobés réguliers, la fermeture des fissures, le recyclage in-situ à froid, etc.). De même, pour le choix de la bonne route, on ne devrait pas prendre en considération uniquement une section du réseau qui pourrait se prêter au revêtement mince, mais les besoins de tout le réseau. La bonne route signifie la répartition de ressources limitées de façon équilibrée sur tout le réseau. Enfin, l'application au bon moment signifie le moment où le traitement sera le plus efficace. Dans le cas des techniques de réparation de revêtements de chaussées, il s'agit généralement d'un moment où la chaussée est encore en bon état. Ainsi, le choix des revêtements de chaussées minces devrait faire partie d'un processus de gestion des chaussées.

Le processus de préparation de budgets prioritaires de préservation des chaussées est décrit dans la Règle de l'art : *Processus de planification des priorités et de budgétisation relatif à l'entretien ou à la réhabilitation des chaussées* (InfraGuide, 2004). En bref, le processus comporte un cycle annuel de gestion des chaussées comprenant huit activités essentielles de planification, d'établissement de budget, d'ingénierie et de mise en oeuvre qui sont résumées du côté gauche de la Figure 4-1.

Dans le but de maximiser les avantages de l'utilisation des techniques de réparation de revêtements de chaussées comme traitements d'entretien préventifs, le processus de gestion actuel devrait être réexaminé, et au besoin, modifié. L'objectif est d'intégrer les techniques de réparation des revêtements de chaussées au processus de préservation des chaussées existant. Par exemple, les sondages existants sur l'état des chaussées peuvent avoir pour objet de révéler les dégradations qui auront lieu à l'avenir. Toutefois, pour être efficaces en tant que traitements d'entretien préventifs, les techniques de réparation des revêtements de chaussées devraient être mises en application dès les premiers stades du développement de la dégradation. Ainsi, il faudrait peut-être que les sondages sur l'état de la chaussée soient plus détaillés et plus fréquents.

Le côté droit de la Figure 4-1 résume les changements apportés au processus existant de gestion des chaussées qui pourraient être nécessaires pour une utilisation réussie

des techniques de réparation des revêtements de chaussées comme traitements d'entretien préventifs. Pour de plus amples renseignements sur l'entretien préventif, rappelez-vous aux Règles de l'art *Entretien préventif en temps opportun des routes municipales : Guide d'introduction* (InfraGuide, 2003).

4.2 CHOIX DU TRAITEMENT

Les techniques de réparation par couche mince peuvent jouer un rôle important dans la préservation des chaussées, surtout dans le domaine de l'entretien préventif. Cependant, les revêtements minces ne représentent qu'un ensemble des traitements de préservation des chaussées. Il faut également avoir recours à d'autres types de traitement dans le cadre d'un programme rentable de préservation des chaussées.

Les critères de sélection et les besoins en matière de préparation des revêtements pour les sept types de revêtements minces ont été résumés au moment de décrire les traitements individuels à la section 3. La présente section résume les lignes directrices de sélection et décrit brièvement les principaux facteurs utilisés dans le processus de choix du traitement.

Étapes de gestion de base

Besoins en matière d'intégration des revêtements de chaussées minces

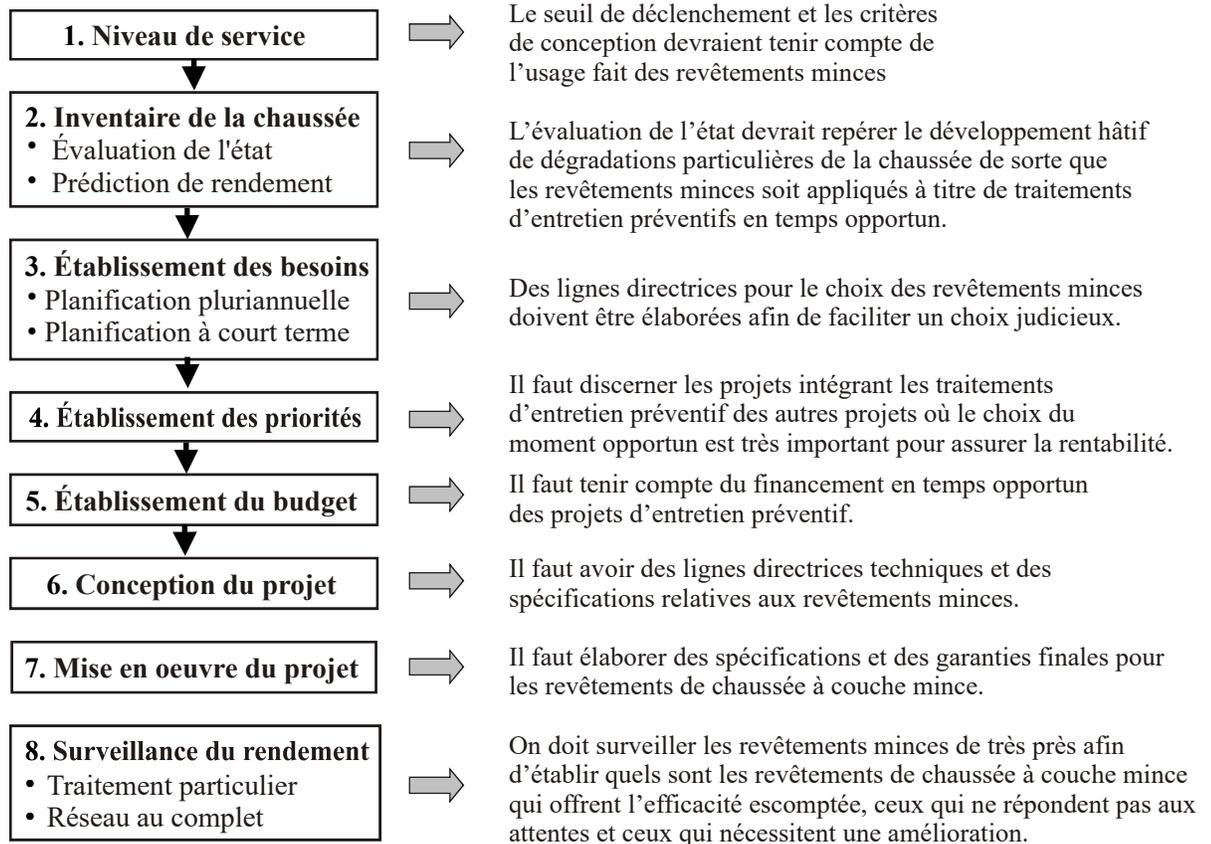


Figure 4-1 : Exigences en vue de l'intégration de l'utilisation des revêtements minces au processus de gestion des chaussées.

Les trois tableaux suivants présente un des conseils relatifs au choix de techniques de revêtement des chaussées. Chacun des tableaux traite de l'un des trois rôles caractéristiques des revêtements minces :

- Protéger la structure des chaussées; tableau 4-1
- Restaurer ou améliorer la surface des chaussées; tableau 4-2
- Fournir une surface de roulement; tableau 4-3.

Les renseignements sur le choix du traitement des tableaux 4-1 à 4-3 sont d'ordre général. Par exemple, selon le tableau 4-2, il est possible de restaurer ou d'améliorer le frottement des chaussées sur les artères en utilisant un mince tapis d'enrobés, un traitement de revêtement, un microrevêtement, un coulis bitumineux ou l'usure par frottement. Le choix d'un traitement particulier devrait être fait par des employés qui connaissent bien les conditions locales. En règle générale, le choix du meilleur traitement est un processus à deux étapes.

- Étape 1 : le choix des solutions de rechange.
- Étape 2 : l'évaluation des solutions de rechange.

La première étape peut être perçue comme étant un choix au niveau du réseau et la deuxième étape comme un choix au niveau du projet.

Tableau 4-1 : Choix des techniques de réfection de revêtements de chaussées dans le but de protéger la structure des chaussées.

Protéger la structure des chaussées contre :								
Revêtement mince	L'infiltration de l'eau		La perte de granulat et le déchaussement		Le durcissement du liant bitumineux et l'oxydation		L'environnement et les risques que pose la circulation	
	Type d'installation							
	Local	Artère	Local	Artère	Local	Artère	Local	Artère
Tapis d'enrobés mince	○	●	○	●	○	○	●	★
Recyclage in-situ à chaud			○	○			●	○
Traitement de revêtement	○	○	○	○	○	○		●
Microrevêtement	●	★	●	★	●	★	●	●
Coulis bitumineux	★	○	★		★	○	●	●
Enduit de restauration	○		○	○	●	○	○	○
Usure par frottement								

- Une possibilité ● Devrait être prise en considération
★ Application caractéristique

Tableau 4–2 : Choix des techniques de réfection de revêtements de chaussées dans le but de restaurer ou d'améliorer le revêtement de chaussées.

Réfection ou amélioration de revêtements de chaussée en vue de :										
Revêtement mince	Réduire la rugosité et le défoncement		Accroître le frottement de chaussée		Rendre étanche les revêtements poreux		Bruit excessif des pneus sur la chaussée		Améliorer l'esthétique et la délinéation	
	Type d'installation									
	Local	Artère	Local	Artère	Local	Artère	Local	Artère	Local	Artère
Tapis d'enrobés mince	●	●	○	●	●	●		★*		○
Recyclage in-situ à chaud		●		○		●				
Traitement de revêtement			○	○	○					
Microrevêtement	○	○	○	●	●	○			●	●
Coulis bitumineux			●	○	○				●	○
Enduit de restauration									○	○
Usure par frottement	○	●	○	○					○	○

* C.-à-d., assise de frottement à granulométrie ouverte

○ Une possibilité ● Devrait être prise en considération

★ Application caractéristique

Tableau 4–3 : Choix des techniques de réfection de revêtements de chaussées pour fournir une surface roulement.

Revêtement mince	Fournir un revêtement sur :							
	Une base granuleuse		Un traitement de revêtement		Un mélange de recyclage in-situ à froid		Un mélange de recyclage in-situ à chaud : base bitumineuse	
	Type d'installation							
	Local	Artère	Local	Artère	Local	Artère	Local	Artère
Tapis d'enrobés mince	●	○			●	●	●	●
Recyclage in-situ à chaud								
Traitement de revêtement	★	★	★	★	●	●	●	○
Microrevêtement			○	●	○	○	●	●
Coulis bitumineux			●	○	○		○	○
Enduit de restauration								
Usure par frottement								

- Une possibilité ● Devrait être prise en considération
★ Application caractéristique

Étape 1 : Choix des solutions de rechange

La première étape consiste à choisir des traitements potentiels ou des solutions de rechange ou des traitements génériques. Le recours à des schémas ou à des matrices de décision peut faciliter le choix de traitements potentiels. Les traitements génériques peuvent également être choisis en fonction d'un processus de gestion des chaussées. Dans le choix des solutions de rechange, il faut prendre en considération les facteurs suivants :

- Le type de chaussée et la structure de la chaussée;
- La classification de la chaussée;
- Le type, l'étendue et la gravité de la dégradation;
- Le volume, la composition et la vitesse de la circulation;

- La politique de l'organisme à l'égard de la préservation de la chaussée (soit l'entretien préventif ainsi que le type et le moment choisi pour les traitements de préservation de la chaussée).

Étape 2 : Évaluation des solutions de rechange

La deuxième étape consiste en une évaluation détaillée des solutions de rechange en fonction des coûts et des avantages. L'évaluation des solutions de rechange comprend des facteurs tels que :

- L'analyse économique des solutions de rechange. On recommande une procédure d'analyse du coût sur la durée de la vie utile. L'utilisation cette procédure pour l'évaluation économique des traitements de préservation de la chaussée est décrite dans les Règles de l'art *Entretien préventif en temps opportun des routes municipales : Guide d'introduction*.
- Le coût de construction initial.
- La durée de vie minimale souhaitée du traitement.
- Les besoins d'entretien futurs; impact sur les possibilités en matière de réfection dans l'avenir.
- L'expérience de l'organisme en ce qui a trait à l'efficacité du traitement à long terme; le risque que le traitement ne donnera pas l'efficacité escomptée.
- Les préférences des utilisateurs et des résidents locaux.
- Les propriétés particulières des revêtements de chaussée, par exemple le frottement de chaussée et le bruit des pneus sur la chaussée.
- Les restrictions sur la circulation pendant la durée des travaux; la durée des travaux; les retards possibles pendant la durée des travaux.
- Les exigences météorologiques pendant la construction.
- La conservation des matériaux et de l'énergie.
- La stimulation de la concurrence.
- La disponibilité des matériaux locaux; la disponibilité d'entrepreneurs d'expérience.
- L'utilisation de traitements innovateurs offrant des possibilités pour l'avenir.

L'Annexe A donne un exemple de processus de choix de traitement pouvant servir à évaluer méthodiquement et à classer les traitements potentiels de préservation de la chaussée.

5. ÉVALUATION

L'un des principaux obstacles à l'utilisation plus fréquente des techniques de réflexion de chaussées est le manque de renseignements locaux fiables sur leur efficacité à long terme. Pour surmonter cet obstacle et acquérir une certaine confiance dans l'utilisation des traitements par couche mince, les organismes doivent mettre en place un programme de surveillance et d'évaluation méthodique afin de documenter l'efficacité des traitements de préservation de chaussées (soit la durée de vie utile du traitement ou le cycle de vie prolongé de la chaussée soumise au traitement) et d'évaluer le rapport coût-efficacité. Un tel programme devrait faire partie du système global de gestion des chaussées et devrait comprendre la surveillance et l'évaluation de tous les traitements de préservation des chaussées. Cela est particulièrement important dans le cas des traitements pour lesquels les données sur l'efficacité de chaussées n'existent pas. Un programme de surveillance et d'évaluation courant (exécuté dans le cadre de la surveillance courante de l'état de la chaussée et de l'inspection du réseau de chaussées) pourrait ne pas s'attarder suffisamment aux détails pour permettre une évaluation des nouveaux traitements ou des améliorations particulières des traitements. Pour que l'organisme puisse déterminer les traitements qui fonctionnent bien et ceux qui ne fonctionnent pas ainsi que les causes de cet état de choses, le programme de surveillance et d'évaluation doit inclure les éléments suivants :

Conception du programme — Élaborer un plan de surveillance et d'évaluation du traitement de préservation des chaussées. Le plan doit comprendre des objectifs, la définition du traitement ainsi que des mesures de contrôle et d'assurance de la qualité de construction, la surveillance à long terme et l'évaluation. Il est préférable d'inclure, sur le même site, une section de contrôle ayant reçu un traitement comparable basé sur la pratique normale ou habituelle de l'agence.

Choix du site — Choisir un site approprié pour l'évaluation. Le site devrait avoir une chaussée et des conditions de circulation uniformes, et être suffisamment long pour permettre une section de contrôle. Il faudrait examiner et documenter les conditions du site avant le début des travaux.

Conception des traitements — Élaborer les définitions et les spécifications du traitement.

Construction — Surveiller et documenter les procédures de construction. Obtenir des échantillons appropriés en fonction du plan de contrôle et d'assurance de la qualité.

Surveillance à long terme — Adopter un plan de surveillance à long terme qui fait partie de la conception du programme. Habituellement, une première

surveillance à lieu peu de temps après la fin des travaux de construction puis tous les ans pour la période prescrite dans la conception du programme.

Évaluation et compte rendu — Préparer et diffuser l'information sur le rapport coût-efficacité des traitements en temps opportun.

ANNEXE A : ÉVALUATION DES SOLUTIONS DE RECHANGE POUR LES TRAITEMENTS D'ENTRETIEN DES CHAUSSÉES

Il arrive souvent que les différents types de réparation des revêtements et autres traitements de préservation des chaussées donnent des résultats assez semblables. Par exemple, un revêtement de chaussée poreux (présentant ségrégation et déchaussement) peut être rendu étanche en utilisant un coulis bitumineux, un traitement de revêtement, le microrevêtement ou un tapis d'enrobés. La prise de décision relative au choix d'un traitement en particulier devrait tenir compte de tous les coûts et avantages pertinents, c'est-à-dire non seulement les coûts et les avantages pouvant être exprimés en termes monétaires, mais également ceux qui font appel à un jugement subjectif.

La section 4.2 de la présente Règle de l'art décrit plusieurs facteurs à prendre en considération pour s'assurer de faire un choix judicieux au moment de choisir un traitement de préservation des chaussées. Cette annexe décrit une procédure systématique pour évaluer les traitements d'intérêt potentiel qui tient compte de critères pertinents. La procédure, décrite à l'aide d'un exemple, comprend les cinq étapes suivantes :

Étape 1 : Choix des traitements à intérêt potentiel et estimation de leurs coûts et de l'efficacité désirée

Le choix des traitements à intérêt potentiel est facilité grâce à l'utilisation de schémas ou de matrices de décision, par exemple les tableaux 4-1 à 4-3. Le coût doit tenir compte des conditions propres au site, et l'efficacité désirée doit être fonction de l'expérience locale.

Étape 2 : Analyse du coût du cycle de vie

L'analyse du coût du cycle de vie permet de combiner et de quantifier de façon efficace les coûts et les avantages monétaires prévus dans le temps (au cours de la période d'analyse). L'utilisation de l'analyse du coût du cycle de vie pour choisir les traitements de préservation des chaussées est décrite à l'Annexe A de la Règle de l'art *Entretien préventif en temps opportun des routes municipales : Guide d'introduction* (InfraGuide, 2003). En résumé, la procédure utilise la valeur courante des solutions de rechange des stratégies de préservation des chaussées. Ainsi, tous les coûts de construction, d'entretien et de réhabilitation ultérieurs sont actualisés en utilisant un taux d'intérêt approprié. La solution de rechange qui a la valeur actualisée nette la plus basse présente les coûts du cycle de vie les plus bas.

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

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

Coût initial = coût initial de la construction, exprimé en dollars

Coûts de maintien en bon état = traitements d'entretien et de réhabilitation, exprimés en dollars

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

n = Nombre d'années jusqu'à présent

k = Nombre de traitements d'entretien

Étape 3 : Établissement des critères d'évaluation et importance relative

Les critères d'évaluation sont les facteurs pris en considération qui ont une influence sur le choix des traitements d'intérêt potentiel, par exemple le coût du cycle de vie, l'expérience locale relative à l'efficacité des traitements et la durée de vie utile initiale anticipée des traitements.

Étant donné que certains facteurs pris en considération sont plus importants que d'autres, il faut également tenir compte de leur importance relative. En règle générale, cela peut être fait en assignant à chaque facteur un pourcentage d'importance relative. Par exemple, en supposant que le total de l'importance soit de 100 pour cent et que les trois facteurs à considérer sont ceux énumérés au paragraphe ci-dessus (coût du cycle de vie, expérience locale relative à l'efficacité des traitements et durée de vie utile initiale prévue des traitements), les pourcentages d'importance relative pourraient être attribués comme suit : 50 pour cent au coût du cycle de vie, 30 pour cent à l'expérience locale relative à l'efficacité des traitements et 20 pour cent à la durée de vie utile prévue du service.

Étape 4 : Évaluation des traitements à intérêt potentiel

Chaque traitement à intérêt potentiel est évalué en fonction des critères d'évaluation mis de l'avant à l'étape 3. L'évaluation repose sur une échelle relative allant de 0 à 100. Ainsi, si l'un des critères d'évaluation est la durée de vie utile initiale anticipée, la solution de rechange ayant la durée de vie utile anticipée la plus longue (par ex. 20 ans) pourrait recevoir une note de 100, alors qu'une solution de rechange ayant une durée de vie utile de 15 ans recevrait une note de 75.

Étape 5 : Calcul des notes et choix du traitement

Les notes données aux traitements d'intérêt potentiel à l'étape 4 sont multipliées (pondérées) par le facteur d'importance relative du critère d'évaluation puis condensées. La solution de rechange qui reçoit la plus haute note pondérée est considérée comme étant la meilleure solution de rechange.

Une procédure semblable de choix de traitements a été élaborée par Hicks et al (2000). Cette procédure est illustrée dans l'exemple suivant.

Exemple de procédure de choix du traitement

La chaussée d'une route à deux voies dans un environnement semi-urbain à accotement en gravier démontre un déchaussement excessif, léger à modéré et une perte de granulat à grains grossiers, des fissures mineures et un léger défoncement. Il s'agit d'une chaussée en béton asphaltique construite il y a sept ans. On prévoit, qu'en l'absence de tout traitement, la chaussée aura besoin de réparation dans 4 ans. De plus, on prévoit que les travaux de réparation nécessiteront le broyage à une profondeur de 40 mm du béton asphaltique existant et la pose d'un tapis d'enrobés de 50 mm.

Au lieu d'attendre que la chaussée ait besoin de travaux de réparation, on propose de traiter la chaussée l'année suivante à l'aide d'un revêtement mince et de reporter ainsi la nécessité de travaux de réparation. La question qui se pose est à savoir quel revêtement mince il convient d'utiliser, le cas échéant.

Étape 1 : Choix des traitements à intérêt potentiel et estimation des coûts et l'efficacité désirée

Les trois techniques de réparation de revêtement suivantes sont considérées comme étant praticables :

- Tapis d'enrobés mélangé à chaud de 25 mm (épaisseur). On estime que le tapis d'enrobés reportera de 10 ans le besoin de réparation, soit de la 4^e année à la 14^e année (Figure A-1).
- Microrevêtement. On estime que l'efficacité d'un microrevêtement sera semblable à celui du tapis d'enrobés mince.
- Traitement de revêtement. On estime que l'application d'un traitement de revêtement reportera le besoin de réparation de 4 ans, soit de la 4^e à la 9^e année (Figure A-1).

Nous avons considéré les coûts unitaires suivants à titre indicatif :

Mélange à chaud pour un tapis d'enrobés de 50 mm	50 \$ la tonne
Broyage	12 \$ la tonne
Mélange à chaud pour un tapis d'enrobés de 25 mm	55 \$ la tonne
Gravier d'accotement	10 \$ la tonne
Microrevêtement	3,50 \$ le m ²
Couche d'accrochage	0,40 \$ le m ²
Traitement de revêtement	2 \$ le m ²

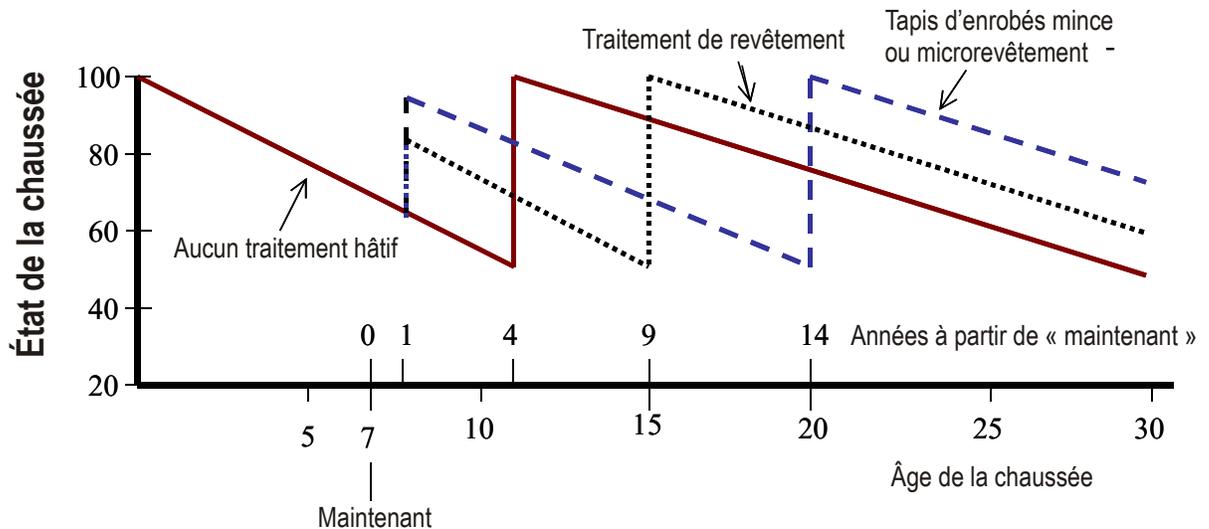


Figure A-1 : Rendement désirée de différents traitements

Étape 2 : Analyse du coût du cycle de vie

L'analyse du cycle de vie est basée sur une période d'analyse de 50 ans et des taux d'actualisation de quatre et six pour cent. Pour simplifier les choses, on a supposé que tous les traitements de réhabilitation subséquents (au cours de la 11^e année s'il n'y a eu aucun traitement hâtif ou au cours des années subséquentes lorsque les chaussées appliquées à l'aide de techniques de réfection de revêtement auront besoin de réhabilitation) seront les mêmes, et consisteront en un broyage à 40 mm de profondeur du béton asphaltique existant et en la pose d'un tapis d'enrobés de 50 mm d'épaisseur. Nous avons de plus supposé que tous ces traitements subséquents dureront 20 ans.

Les résultats de l'analyse du coût du cycle de vie sont résumés au tableau A-1.

Tableau A-1 : Les coûts du cycle de vie de la chaussée pour un kilomètre d'une route à deux voies.

Solution de rechange	Valeur actualisée du coût du cycle de vie pour un taux d'actualisation de :		Coût initial (actualisé à 4 %)	Nombre d'années à partir de maintenant où le coût initial sera nécessaire
	4 %	6 %		
1. Aucun traitement hâtif	74 700	59 100	40 000	4
2. Tapis d'enrobés de 25 mm d'épaisseur	73 400	59 400	25 600	1
3. Microrevêtement	72 400	54 800	24 600	1
4. Traitement de revêtement	76 900	62 700	13 900	1

Les données sur les coûts au Tableau A-1 indiquent que le microrevêtement a le coût du cycle de vie le plus bas aux taux d'actualisation de 4 pour cent et de 6 pour cent.

Étape 3 : Établissement des critères d'évaluation et importance relative

Les critères d'évaluation suivants ont été choisis :

- **Le coût du cycle de vie** — La valeur actualisée totale de tous les coûts (le coût initial et les coûts subséquents d'entretien et de réhabilitation) calculés au taux d'actualisation de quatre pour cent.
- **Coût initial** — Bien que le coût du cycle de vie tienne compte du temps où les coûts initiaux seront nécessaires, les fonds pour les solutions de rechange en matière de revêtements minces doivent être disponibles l'année suivante et non pas 4 ans plus tard.
- **Expérience relative aux traitements** — L'expérience locale relative à l'efficacité des solutions de rechange et le risque que le traitement n'aura pas l'efficacité désirée.
- **Contraintes météorologiques** — La possibilité de retards et d'autres problèmes de construction attribuables aux intempéries.

Les critères d'évaluation choisis et leurs cotes relatives sont indiqués au Tableau A-2, Étape 3. Le coût du cycle de vie, considéré comme étant le critère d'évaluation le plus important, a reçu la note relative de 50 sur 100. Les contraintes météorologiques ont été considérées comme étant le critère d'évaluation le moins important et ont reçu la note de 5 sur 100.

Tableau A-2 : Place des solutions de rechange.

Critères d'évaluation										Note total	
ÉTAPE 3 — Note relative	Coût du cycle de vie à un taux actualisé de 4 %		Coût initial		Expérience relative au traitement		Contraintes météorologiques				
		50 %	15 %	30 %	5 %						100 %
ÉTAPE 4 — Évaluation des traitements d'intérêt potentiel										ÉTAPE 5	
Solutions de rechange	Originale	Pondérée	Originale	Pondérée	Originale	Pondérée	Originale	Pondérée	Total de la note pondérée	Rang	
	Note										
1. Aucun traitement hâtif	80	40	60	9	100	30	100	5	84	3	
2. Tapis d'enrobés de 25 mm	90	45	80	12	90	27	95	5	89	1	
3. Microrevêtement	100	50	80	12	70	21	65	3	86	2	
4. Traitement de revêtement	65	32,5	100	15	70	21	70	3,5	72	4	

Étape 4 : Évaluation des traitements d'intérêt potentiel

Chacune des solutions de rechange a été évaluée en fonction des critères d'évaluation établis à l'étape 3 (Tableau A-2, étape 4). L'évaluation en fonction des coûts du cycle de vie et des coûts initiaux a été effectuée en fonction des résultats de l'analyse économique présentés au tableau A-1. Par exemple, la solution de rechange ayant le coût du cycle de vie le plus bas (microrevêtement) a reçu la note (originale) de 100, et la solution de rechange ayant le coût du cycle de vie le plus élevé, soit le traitement de revêtement, 65. L'attribution des notes pour le critère d'évaluation *expérience relative au traitement* indique que l'organisme a le plus d'expérience avec la solution de rechange « aucun traitement hâtif » (broyage et pavage) et le moins d'expérience avec la solution de rechange « traitement de revêtement ».

Étape 5 : Calcul des notes et choix du traitement

Le calcul des résultats est résumé au Tableau A-2, étape 5. La note (pondérée) la plus élevée a été attribuée à la solution de rechange « tapis d'enrobés de 25 mm ».

BIBLIOGRAPHIE

Alberta Transportation and Utilities, 1999. *Surfacing Specifications, Specification 3.20, Slurry Seal*, Edmonton (Alberta) Canada. Site Web

<http://www.trans.gov.ab.ca/content/doctype245/production/mns220-01.htm>

Asphalt Emulsion Manufacturers Association (AEMA), non daté. *Recommended Performance Guidelines*, deuxième édition, 3 Church Circle, Suite 250, Annapolis (Maryland) 21401. Accessible sur le site Web <http://www.aema.org>.

Asphalt Recycling and Reclaiming Association (ARRA), 2001. *Basic Asphalt Recycling Manual*, Annapolis, (Maryland).

City of Saskatoon, 2001. *Performance Evaluation; Treatment: Micro-Surfacing Cursory Evaluation*, City of Saskatoon, Infrastructure Services Department, Public Works Branch.

Cooper, J. and R. Aquin, 1983. *How to Achieve a Good Surface Treatment*, ministère des Transports, Section du bitume, 1201, av. Wilson, Downsview, Ontario, M3M 1J8.

Croteau, J-M., J.K. Davidson, and P. Perrone, 2002. *Surface Slurry Sealing Systems in Canada: Performance and Practice*. Association canadienne des techniques de l'asphalte.

FHWA (Federal Highway Administration), 2003, *Pavement Preservation Compendium*, N° de publication : FHWA-IF-03-21.

———, 2002, *Thin Hot-Mix Overlays*, N° de publication : FHWA-IF-02-49.

———, 1997. *Pavement Recycling Guidelines for State and Local Governments*, N° du rapport : FHWA-SA-98-042, National Technical Information Service, Springfield (Virginia) 22161.

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

International Slurry Surfacing Association (ISSA), 2003a. *Recommended Performance Guidelines for Emulsified Asphalt Slurry*, A105. Accessible sur le site Web <http://www.slurry.org>.

———, 2003b. *Recommended Performance Guidelines for Micro-surfacing*, A143. Accessible sur le site Web <http://www.slurry.org>.

Janish, D.W. et F.S. Gaillard, 1998, *Minnesota Seal Coat Handbook*, Minnesota Department of Transportation, Office of Research Services, Mail Stop 330, 395 John Ireland Boulevard, St. Paul (Minnesota) 55155.

Kazmierowski, T.J., et A. Bradbury, 1995. *Microsurfacing: Solution for Deteriorated Freeway Surfaces*, Transportation Research Board Record 1473, Washington, D.C.

Guide national des infrastructures municipales durables (InfraGuide), 2003. *Entretien préventif en temps opportun des routes municipales : Guide d'Introduction*. Ottawa (Ontario).

Guide national des infrastructures municipales durables (InfraGuide), 2005. *Manuel de références sur les traitements de préservation des chaussées (Reference Manual of Pavement Preservation Treatments)* (à paraître en 2005), Ottawa (Ontario).

———, (InfraGuide) 2003a. Règle de l'art sur les Chaussées et trottoirs : *Lignes directrices sur le calfeutrage et le colmatage des fissures dans les chaussées de béton bitumineux*, Ottawa, Ontario. <www.infraguide.ca>.

———, InfraGuide, 2003b, Règle de l'art sur les Chaussées et trottoirs: *Processus de planification des priorités et de budgétisation relatif à l'entretien ou à la réhabilitation des chaussées*, Ottawa, Ontario. <www.infraguide.ca>.

———, InfraGuide, 2002. Règle de l'art sur les Chaussées et trottoirs : *Entretien préventif en temps opportun des routes municipales : Guide d'Introduction*. Ottawa (Ontario).

National Asphalt Pavement Association (NAPA), 2001. *Thin Hot-Mix Asphalt Surfacing*, Cette publication, N° IS-110, est accessible sur le site Web : www.hotmix.org.

Ohio Department of Transportation (ODOT, 2002). Circulaire technique : *Smoothseal, Overlays for Use as Preventive Maintenance Surface Treatments*, Columbus (Ohio) É.-U. Site Web : http://www.flexiblepavements.org/images/smoothsea_%20techbull.pdf.

Scott, J.L.M, 1990. *Canadian Practice in the Design, Use and Application of Bituminous Surface Treatments*, Programme stratégique de recherche routière du Canada, ATC, Ottawa (Ontario) ISBN 1-895102-93-6.

The Asphalt Institute (AI), 1969. *Asphalt Surface Treatments and Asphalt Penetration Macadam*, Manual Series N° 13, The Asphalt Institute, College Park, Maryland 20740.

