BETON BITUMINEUX

CANQ
TR
GE
RC
101

740319

BETON BITUMINEUX

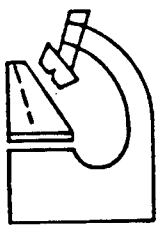
Ministère des Transports
Centre de documentation
930, Chemin Ste-Foy
6e étage
Québec (Québec)
G1S 4X9

REÇU
CENTRE DE DOCUMENTATION
16 JUIN 2003
TRANSPORTS QUÉBEC

GAWQ
TR
GE
RC
101

Gouvernement du Québec
Ministère des Transports
Direction de la recherche et du contrôle

LES REVÊTEMENTS BITUMINEUX



Laboratoire
Central

Par: Richard Langlois ing. M.Sc.
Complexe Scientifique
2700, rue Einstein
SAINTE-FOY (Québec)
G1P 3W8

Faculté des sciences appliquées
Université de Sherbrooke / Technologie du génie civil
Collège de Sherbrooke

LES REVETEMENTS BITUMINEUX

1.0 Introduction

Le calcul structural d'une chaussée peut être fait assez facilement par l'une des nombreuses méthodes offertes une fois que l'on connaît les propriétés du sol sous-jacent, les conditions anticipées de trafic et les caractéristiques des matériaux qui seront utilisés pour cette chaussée. Cependant, il faut déjà prendre une décision dès le début devant la grande alternative: chaussée rigide ou souple.

Cette décision, souvent facile et rapide à prendre dans le passé, l'est de moins en moins aujourd'hui. En plus, une fois qu'elle a été prise, de nouveaux choix s'imposent, surtout dans le cas des chaussées souples: Quels genres de revêtement et de fondation, quels types de mélange doit-on utiliser?.

Le présent chapitre veut traiter de ces derniers choix pour les chaussées souples. A cette fin, des généralités concernant les revêtements et des définitions sont d'abord présentées. Les facteurs à considérer pour réaliser de bons revêtements bitumineux, sont ensuite discutés. Finalement, avec une brève description du procédé de fabrication et de mise en oeuvre des principaux revêtements souples, leurs avantages et inconvénients sont analysés afin de démontrer dans quelles situations particulières un type est plus avantageux à utiliser qu'un autre.

2.0 Généralités

La structure d'une chaussée se compose ordinairement de la sous-fondation, de la fondation et du revêtement.

Les revêtements sont très utiles dans la chaussée: ils assurent une surface de roulement confortable et sécuritaire, distribuent les charges du trafic dans les fondations et le sol, augmentent la capacité de support et protègent les fondations contre l'action du trafic et des intempéries.

Historiquement, les revêtements ont été classifiés en deux grandes catégories: les revêtements souples ou flexibles et les revêtements rigides. Cependant, les définitions souples et rigides sont arbitraires et ont été créées surtout pour tenter de distinguer les revêtements bitumineux des revêtements de béton de ciment. Or, dans certains cas, lorsque les couches de béton bitumineux sont relativement épaisses, les revêtements bitumineux sont presque aussi rigides que ceux en béton de ciment. Il ne faudrait donc pas oublier que les définitions de souple et rigide sont arbitraires et peuvent, à l'occasion, différer de la stricte réalité.

Ordinairement, les chaussées flexibles consistent en une série de couches dont la qualité de matériaux est la plus grande lorsqu'elle se trouve plus près de la surface. Leur capacité portante résulte de la construction de couche épaisse qui distribue la charge sur le

sol. Par contre, les chaussées rigides ont une capacité portante qui provient de la résistance en flexion de la dalle.

A cause de leur nature même, les chaussées flexibles sont plus avantageuses sur un sol gélif ou de bonne qualité. Comme autres avantages, elles permettent une construction par stage, leur entretien est plus facile et l'outillage pour leur construction est plus disponible, même dans les endroits éloignés, et leur mise en service est plus rapide. Enfin, leur coût de construction est généralement moins élevé.

Quant aux chaussées rigides, elles sont avantageuses sur les sols de qualité médiocre ou pauvre, mais uniforme, car la dalle de béton assure presque toute la capacité de support et elle est affectée par les tassements différentiels. D'autres circonstances, comme la rareté des agrégats, les excavations coûteuses lors de la construction ou reconstruction des rues de ville, le trafic très lourd devant circuler, même le printemps, peuvent rendre les chaussées rigides plus avantageuses.

Dans les circonstances habituelles, les avantages des chaussées souples semblent l'emporter sur ceux des chaussées rigides, et c'est pourquoi la majorité des concepteurs les choisissent. Cependant, à cause de la crise de l'énergie et des prix toujours croissant du bitume, ces avantages peuvent devenir moins importants.

3.0 Facteurs à considérer pour avoir des bons revêtements bitumineux

Pour obtenir un bon revêtement qui remplit bien son rôle dans la chaussée, il faut que le mélange dont il est fait possède au moins un juste milieu des propriétés suivantes:

1- Stabilité
2- Durabilité
3- Flexibilité
4- Résistance à la fatigue
5- Résistance à la glissance
6- Perméabilité faible: imperméabilité
7- Résistance à la rupture par tension

Cette liste n'est pas faite nécessairement par ordre d'importance. En effet, selon le type de revêtement, le type de mélange, l'utilisation faite, l'une ou l'autre des ces propriétés peut devenir prépondérante.

3.1 Stabilité

C'est la résistance à la déformation sous une charge. Elle est fonction de la friction entre les granulats (principal contributeur), de la cohésion et de l'inertie.

Pour une charge appliquée lentement et à une température élevée, la friction des particules de granulats dépend de la texture de la surface des particules. Plus la surface est rugueuse, plus la friction est élevée.

Une bonne stabilité est obtenue avec une teneur en bitume basse et une grande compacité.

3.2 Durabilité

C'est la résistance à l'action des intempéries et à l'abrasion du trafic. Elle peut être définie aussi comme la capacité de résister aux changements causés par les conditions climatiques (air, soleil, pluie,...)

Une bonne durabilité est obtenue par une teneur en bitume élevée, une compacité élevée et une granulométrie dense.

3.3 Flexibilité

C'est l'aptitude du revêtement à suivre les variations d'élévation des fondations et du sol sans se fissurer.

Une bonne flexibilité est obtenue par une teneur en bitume élevée et une granulométrie ouverte.

3.4 Résistance à la fatigue

C'est l'aptitude du revêtement à subir la répétion des charges sans se fissurer.

Elle est reliée à l'intensité des contraintes ou des déformations de tension induites dans le revêtement. Elle dépend donc des caractéristiques des fondations.

Une bonne résistance est obtenue par une teneur en bitume élevée etune compacité élevée.

3.5 Résistance à la glissance

C'est la propriété qui procure au revêtement suffisamment de friction pour permettre aux véhicules de ralentir ou d'arrêter dans une distance suffisante et de tourner les courbes sans trop déraper.

Elle dépend aussi de conditions autres que les propriétés du mélange, comme la saleté (feuille, poussière), la glace, la neige et l'eau trop abondante.

Une bonne résistance est obtenue par une teneur en bitume assez basse, un granulat avec une texture de surface rugueuse et dure.

Cependant, il n'est pas toujours facile de réaliser des revêtements qui possèdent une bonne résistance à la glissance dans toutes les circonstances, car des bonnes caractéristiques à basse vitesse et à l'état sec ne seront pas nécessairement favorables à haute vitesse sous une pluie. De plus, de bonnes caractéristiques au début de la vie d'un revêtement peuvent être modifiées rapidement par un trafic intense si des précautions ne sont pas prises pour utiliser des granulats résistants au polissage accéléré.

3.6 Imperméabilité

C'est la résistance à faire passer l'air, l'eau et la vapeur d'eau. Elle contribue à maintenir la capacité portante des fondations et du sol qui peut être diminué de façon significative par l'eau.

Une bonne imperméabilité est obtenue par une teneur en bitume élevée, une granulométrie dense et une compacité élevée.

3.7 Résistance à rupture par tension

C'est la propriété qui permet au revêtement de subir un étirement en tension sans fissuration. C'est une propriété importante si des charges lourdes circulent sur le revêtement à basse température.

Le plus grand risque de rupture se situe aux environs de - 5°C (23°F), car alors il y a la combinaison la plus défavorable de charge vive et de contraction due au froid. Cependant, dans les climats froids, la contrainte induite par le refroidissement est souvent la principale cause de rupture.

La force de tension peut être de 6900 KPa, mais après des charges répétées, elle est ordinairement réduite à 5900 KPa.

Une bonne résistance est obtenue par une teneur en bitume élevée et une compacité élevée.

3.8 Caractéristiques qui influencent les propriétés des mélanges

En résumé, le design pour certaines conditions spécifiques requière un compromis parmi certaines variables d'un mélange. En effet, selon l'usage que l'on en fait, c'est une des propriétés qu'il faut maximiser pour obtenir le revêtement requis. Le tableau 1 résume les principales caractéristiques qui influencent les propriétés des revêtements et montre l'importance du compactage tout comme la figure 1, tirée de la thèse de maîtrise de Horng Lam Srun dirigée par J-Hode Keyser.

En effet, un revêtement mal compacté est perméable et permet le passage de l'air et de l'eau, ce qui cause un vieillissement prématuré du mélange et une perte de la durabilité. De plus, la stabilité et la résistance à l'usure sont aussi grandement influencées par la compacité. L'apparition d'ornières par compactage supplémentaire dû au trafic ou par usure met en danger la sécurité en favorisant l'aquaplanage lors de pluies.

4.0 Classification des revêtements bitumineux

Les revêtements constituent la partie supérieure d'une chaussée. Ils peuvent être formés d'une seule couche ou de plusieurs (roulement, liaison, base) selon le type choisi en fonction du trafic et des conditions locales. Une grande diversité de revêtements souples s'offrent aux concepteurs de chaussées flexibles. Ces revêtements peuvent être classifiés de plusieurs façons. La classification

TABLEAU I

CARACTERISTIQUES DESIRABLES POUR OBTENIR LES PROPRIETES OPTIMUM D'UN MELANGE

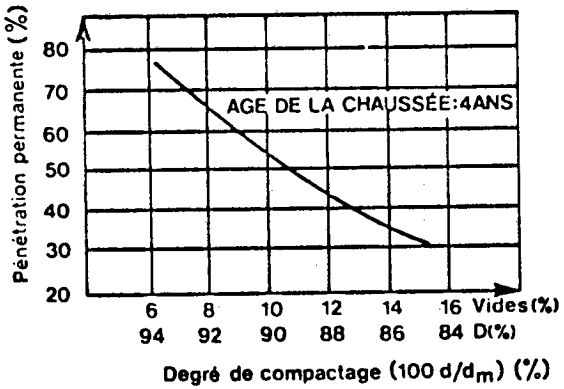
	Teneur en bitume	Granulométrie	Compacité
Stabilité	Basse	Dense	Elevée
Durabilité	Elevée	Dense	Elevée
Flexibilité	Elevée	Ouverte	—
Résistance à la fatigue	Elevée	Dense	Elevée
Antidérapance	Basse	* Dense ou ouverte	** Elevée
Imperméabilité	Elevée	Dense	Elevée
Force de tension	Elevée	Dense	Elevée

* Les deux ont donné des bons résultats et la texture de la particule et agrégat a plus d'importance.

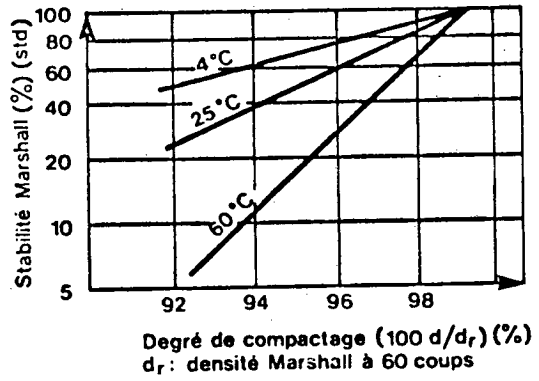
** C'est pour assurer que les particules ne seront pas arrachées par des forces de traction en surface.

FIGURE I

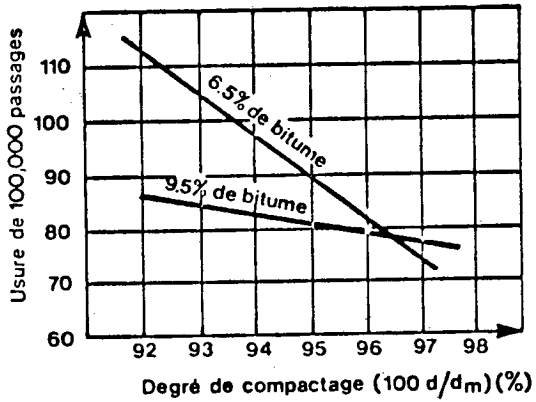
EFFET DE LA COMPACTION SUR LA TENUE DES REVÊTEMENTS BITUMINEUX



- Influence du compactage sur le durcissement (Goode et Owings ASTM-STP 309)



- Influence du compactage sur la stabilité (Lefebvre CTAA-1965)



- Influence du compactage sur l'usure due aux pneus à crampons (Hode Keyser HRB-HRR-1972)

adoptée par l'auteur regroupe les revêtements en cinq grandes classes:

1° Les mélanges bitumineux ou enrobés bitumineux à chaud.

2° Les enrobés à froid.

3° Les enduits superficiels ou traitements de surface.

4° Les Bitumacadams.

5° Les coulis de scellement.

Le tableau 2 présente tous ces types de revêtements qui sont dits bitumineux, car ils sont constitués de granulats et de liants bitumineux. Ces liants peuvent être de l'un des trois types suivants:

a) Bitume: ce liant bitumineux est également appelé ciment asphaltique et il doit être chauffé pour être malaxé avec le granulat chaud. Il peut être utilisé avec le granulat froid s'il est moussé avec de la vapeur ou de l'eau.

b) Bitume liquide: ce liant est préparé par la dissolution d'un bitume dans un solvant hydrocarboné. Il peut être mélangé avec l'agrégat à la température ambiante, cependant, il est souvent préférable de le chauffer afin d'obtenir un meilleur malaxage.

TABLEAU 2

Les revêtements bitumineux

1-ENROBÉS, PRÉPARÉS ET POSÉS À CHAUD

a) bétons bitumineux, conventionnels (base, surface, usure, correction, rapiéçage)

b) enrobés ouverts de renforcement

c) enrobés ouverts pour couche d'usure antidérapante (PFC)

d) enrobés à granularité discontinue (skip mix)

e) bétons bitumineux cloutés

2-ENROBÉS À FROID

a) en centrale

b) en place
- a) avec usine automotrice
- b) avec pulvi-malaxeur
- c) avec niveleuse

3-ENDUITS SUPERFICIELS OU TRAITEMENT DE SURFACE

4-BITUMACADAM

5-COULIS DE SCELLEMENT

c) Emulsion de bitume: c'est un liant constitué par un bitume dispersé dans l'eau à l'aide d'un émulsif. Il peut être utilisé à la température ambiante, mais il est souvent avantageux de le chauffer pour l'utiliser.

Une description plus complète de ces liants est donnée dans le chapitre sur les liants bitumineux.

4.1 Les enrobés bitumineux à chaud

Ces mélanges sont dits "à chaud" parce que les granulats et les liants bitumineux sont chauffés pour faciliter le malaxage, l'enrobage et la pose sur la route.

Les mélanges à chaud sont appelés bétons bitumineux lorsque le liant employé est un bitume. Les mélanges à chaud peuvent être également fabriqués avec un bitume liquide ou une émulsion de bitume, mais ce sont des cas spéciaux et peu fréquents.

Deux sortes de centrales servent à fabriquer les mélanges bitumineux: celle à fournée et celle continue. Ces mélanges sont posés à l'aide d'une épandeuse spéciale appelée finisseuse. Ils sont également posés avec des niveleuses ou à la main selon les genres de travaux.

Les enrobés préparés et posés à chaud peuvent se subdiviser en cinq catégories:

a) Les bétons bitumineux conventionnels: ils comprennent les différents types de mélanges bitumineux denses utilisés dans les couches de base, de liaison, de surface d'usure, de correction et de rapiéçage. Leurs caractéristiques sont décrites dans le tableau 3 et une discussion sur le choix du type de mélange est présenté ultérieurement à l'article 5.0.

b) Les enrobés ouverts de renforcement: ils ont une granulométrie ouverte (tableau 4) et sont principalement utilisés sur les vieux revêtements bitumineux pour empêcher ou du moins diminuer la réflexion des fissures dans la couche d'usure. Parce qu'ils contiennent surtout de la pierre, leur température de fabrication et de pose sont inférieures aux bétons bitumineux conventionnels afin que le bitume soit plus visqueux et ne se sépare pas de la pierre.

c) Les enrobés ouverts antidérapants: ils sont plus fins que les précédents (tableau 4) et ils sont utilisés en surface pour augmenter la friction à haute vitesse en permettant le drainage rapide de l'eau sous les pneus des véhicules empêchant ainsi l'aquaplanage.

d) Les enrobés à granulométrie discontinue: appelés aussi "skip mix", ils ont une discontinuité dans la granulométrie au niveau des tamis intermédiaires (tableau 4) et contiennent une teneur en filler environ deux fois plus élevée que la teneur en bitume. Ces mélanges

sont faits pour avoir une surface très pierreuse qui résiste très bien à l'usure du trafic et maintiennent une bonne friction, si la pierre utilisée est de qualité supérieure.

e) Les bétons bitumineux cloutés: ils sont constitués d'un mastic bitumineux, et de pierres comme les enrobés à granularité discontinue, mais ils sont fabriqués en deux phases, soit le mastic suivi de l'application de pierres pré-enrobées. Ils requièrent une épandeuse spéciale pour répandre uniformément la pierre sur le mastic. Ils ont le même but que les enrobés à granulométrie discontinue, soit d'être utilisés comme couche d'usure sur route à grand trafic parce qu'ils résistent mieux à l'usure et conservent une bonne friction si la pierre utilisée est de qualité supérieure. Ces revêtements sont surtout employés en Europe; en Amérique et surtout au Québec, les enrobés à granularité discontinue sont préférés parce qu'ils ne nécessitent pas d'outillage spécial pour la pose et s'éxécutent en une seule phase.

4.2 Les enrobés bitumineux à froid

Ces mélanges se divisent en deux groupes: les mélanges préparés en centrale, et les mélanges préparés sur la route. Ils sont dits à froid, car le granulat n'est pas chauffé. Ils peuvent être à granulométrie dense ou ouverte selon l'utilisation recherchée.

TABLEAU 3 TYPES DE MÉLANGES BITUMINEUX

TYPE	MB 1	MB 2	MB 3	MB 4	MB 5	MB 6	MB 7
USAGE	BASE	BASE	COUCHE UNIQUE OU BASE *	SURFACE	SURFACE OU SURFAÇAGE	SURFACE OU SURFAÇAGE	SURFACE
EPAISSEUR mm	75	45 - 90	45 - 75	37,5 - 63	25 - 50	19 - 50	12,5 - 37,5
37,5 mm	100						
25 mm		100	100	100			
19 mm	60-85	75-100	80-100	100			
12,5 mm				80-100	100	100	
9,5 mm	40-65	45-80	60-80	70-90	80-100	85-100	100
4,75 mm	30-50	30-50	48-65	50-70	55-75	70-85	85-100
2,36 mm	20-45	20-45	35-60	38-63	42-67	57-75	65-90
1,18 mm							
600 µm	5-30	10-30	16-40	18-42	20-44	25-50	25-65
300 µm	3-22	5-22	10-30	11-31	13-33	15-40	18-48
150 µm	2-15	2-15	4-20	5-21	6-22	7-25	8-30
75 µm	1-8	1-8	2-10	2-10	2-10	4-12	3-12
% VIDE	3-8	2-6	2-6	2-5	2-5	2-5	2-6
V.A.M.	+ 12	+ 13	+ 13	+ 14	+ 15	+ 15	+ 16
STABILITE (N)	+ 5300	+ 5300	+ 5300	+ 5300	+ 5300	+ 5300	+ 3300
FLUAGE (mm)	1,7-4,0	2,0-4,0	2,0-4,0	2,0-4,0	2,0-4,5	2,0-4,5	2,0-4,5
BITUME (%)	3-5,5	4,0-6,5	4,5-7,0	4,5-7,0	4,5-7,0	5-10	6,0-10,0

L'épaisseur minimale du film de bitume effectif (exprimé en µm) doit être égale ou supérieure au résultat maximum des trois équations suivantes:
a) 3,0 - 0,005 x total granulométrique.
b) 9,5 - 0,488 x surface des granulats (m^2/kg).
c) 8,8 - 0,18 x V.A.M.

La teneur minimum de bitume déterminée par la formule doit être au moins supérieure de 0,40% à la teneur en bitume qui permet d'obtenir l'épaisseur minimale du film de bitume effectif.

* LORSQUE POSÉ A L'AUTOMNE SANS REVÊTEMENT DE SURFACE.

TABLEAU 4: ENROBES SPECIAUX A CHAUD

Granulométrie Tamis	Enrobés ouverts de renforcement	Enrobés ouverts antidérapants	Skip Mix *
25 mm	100		100
19 mm	80-100		95-100
12,5 mm	20-60	100	60-80
9,5 mm		95-100	45-60
4.75 mm	0-20	30-50	45-60
2,36 mm		5-15	40-50
1,18 mm	0-5		35-50
75 um	0-2	2-5	8-14
% BITUME	2,4-4,5	5,5-8	5-7

* Limites approximatives à viser en combinant 50% de pierre 19-9,5 avec 40% de granulat fin 2,36-75b et 10% de filler.

4.2.1 Les mélanges préparés en centrale

La fabrication de ces enrobés est semblable à celle des enrobés à chaud, à l'exception que les granulats ne sont pas chauffés mais utilisés à la température ambiante. Le liant est habituellement une émulsion utilisée à la température de sa livraison.

La pose de ces mélanges peut être exécutée à l'aide d'une épandeuse identique à celle utilisée pour les enrobés à chaud. Cependant, ils sont également posés avec des niveleuses ou à la main à l'occasion de certains types de travaux.

4.2.2 Les mélanges fabriqués sur la route

Ces mélanges se caractérisent par l'outillage utilisé pour la fabrication et la pose. Il en existe donc trois sortes:

a) Ceux fabriqués par une usine automotrice: ils peuvent être faits avec un bitume liquide, une émulsion de bitume ou un bitume moussé. Si l'usine fabrique le mélange en andain, l'épandage se fait à la niveleuse.

b) Ceux fabriqués avec malaxeur pulvérisateur; un bitume liquide ou une émulsion de bitume peut être employé comme liant. L'épandage du mélange est fait à la niveleuse.

c) Ceux fabriqués avec niveleuse; un bitume liquide est surtout employé comme liant, bien que dans certains cas, on peut utiliser une émulsion.

Ces mélanges sont utilisés comme couche de roulement sur des routes secondaires ou comme base stabilisés sur les grandes routes.

4.2.3 Compactage des enrobés

La compacité est une propriété très importante pour tous les enrobés. Elle est obtenue par l'action des rouleaux à cylindres d'acier statiques ou vibrants, ou par des rouleaux à pneus multiples ou par une combinaison de tous ces types de rouleaux. Dans le cas des enrobés à froid, le moment de compactage a une importance très grande. En effet, s'il est trop tôt, l'eau ou le solvant reste emprisonné et des problèmes de stabilité peuvent survenir. Par contre, s'il est fait trop tard, le mélange devient difficile à compacter et il y aura trop de vides, et se détériorera plus facilement sous l'action de l'eau et du trafic.

4.3 Les enduits superficiels

Les enduits superficiels sont appelés communément traitements de surface, au Québec. Le procédé de fabrication et la mise en oeuvre sont intimement liés et pratiquement simultanés. Au moyen de machineries spécifiques, on procède à l'application d'un matériau suivie le plus tôt possible d'un autre matériau; ce procédé est interrompu ou suivi d'un compactage qu'on pourrait qualifier, dans certains cas, d'enfoncement.

Les traitements de surface consistent donc en une application de granulats sur une couche de bitume liquide ou d'émulsion de bitume. Le traitement est simple ou multiple selon qu'il est constitué de une ou plusieurs couches. La figure 2 illustre bien la procédure de fabrication.

Ce genre de revêtement est utilisé sur les routes secondaires directement sur la fondation supérieure préalablement imperméabilisée et partiellement stabilisée par un liant bitumineux d'imprégnation de type RM. Ils peuvent être posés sur un vieux revêtement bitumineux, en remplacement d'une couche d'usure à condition que l'uni soit convenable ou qu'une couche de correction l'ait rendu tel, et que le trafic ne soit pas trop élevé. En Suède et en Nouvelle-Ecosse, on a posé avec

succès des traitements simples à la pierre nette sur des routes dont le trafic atteignait 7000 véhicules par jour mais au Québec on les restreint encore au trafic inférieur à 2500 véhicules par jour.

4.4 Les bitumacadams

Ce revêtement consiste en une ou plusieurs couches de pierres concassées qu'un bitume liquide ou une émulsion de bitume lie lorsqu'il est épandu sur les couches de pierres et qu'il pénètre au travers. Il est donc fait par une procédure inverse de celle des traitements de surface.

Le bitumacadam est surtout employé comme couche de base. Pour être utilisé comme surface de roulement, un traitement de surface simple ou un coulis de scellement doit le recouvrir. Avec l'avènement des mélanges ouverts tant à chaud qu'à froid, le bitumacadam est de moins en moins utilisé car il est remplacé par ces derniers à cause de leur dosage, fabrication et mise en oeuvre plus facilement contrôlable.

4.5 Les coulis de scellement

Ce revêtement est un mélange d'émulsion de bitume, de granulat fin et d'eau. Il est fabriqué et épandu par une machine spécialement conçue (figure 3) . Le coulis de scellement est surtout employé dans la

FIGURE 2

ÉTAPES DU TRAITEMENT DE SURFACE

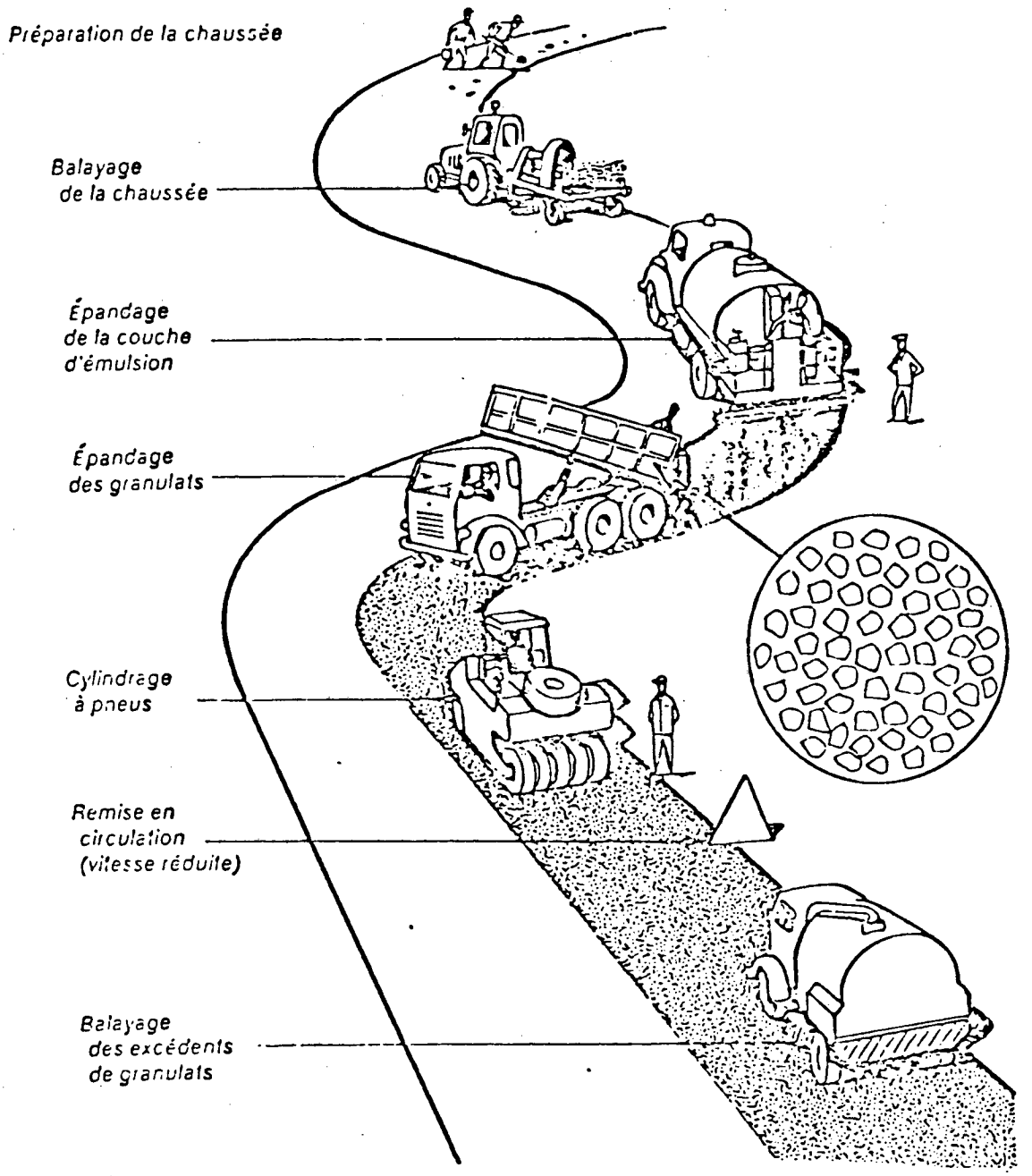
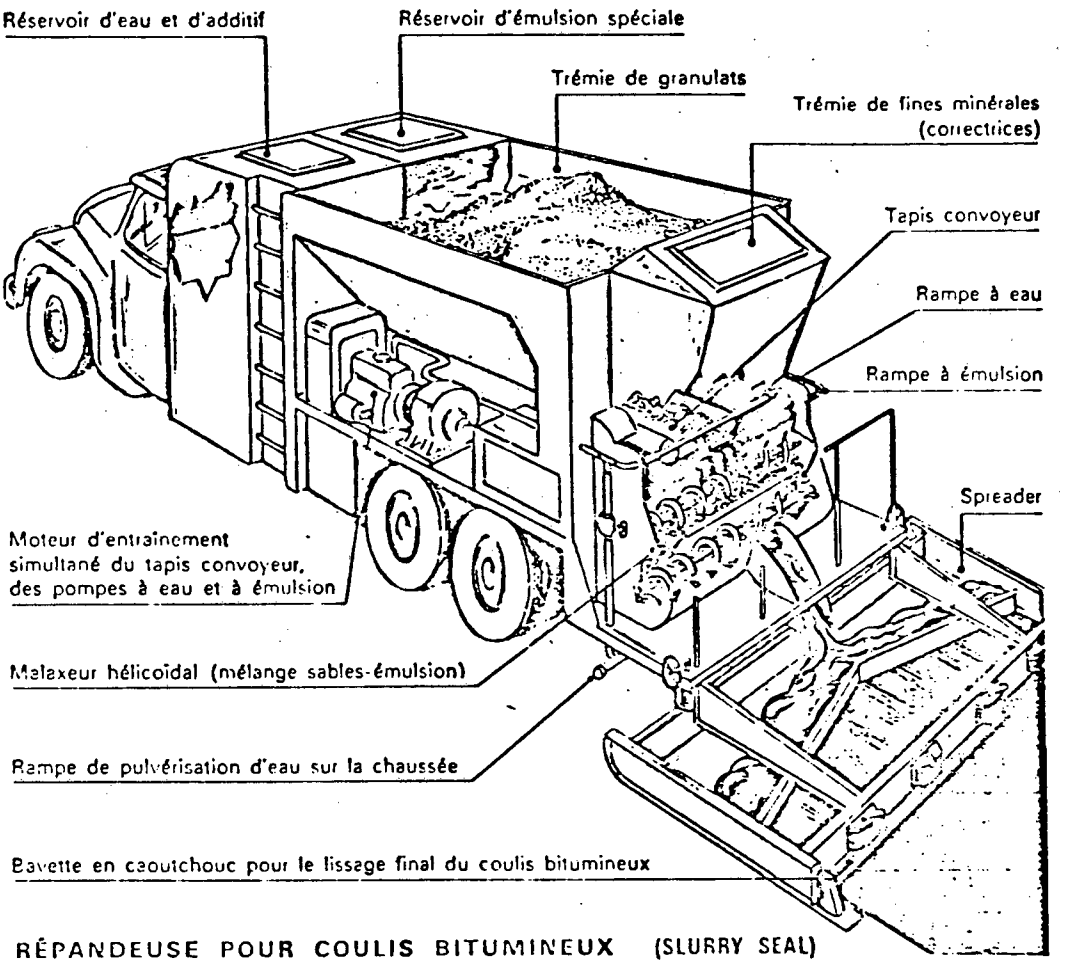


FIGURE 3



RÉPANDEUSE POUR COULIS BITUMINEUX (SLURRY SEAL)

province de Québec pour recouvrir les accotements stabilisés. Ce revêtement très fin (6mm d'épaisseur) ne résiste pas longtemps à l'action néfaste des pneus à crampons, aussi n'est-il pas utilisable économiquement sur les routes provinciales. Cependant, à cause de sa facilité de pose et de sa faible épaisseur, c'est un revêtement qui peut s'avérer très avantageux pour les rues résidentielles d'une ville.

5.0 Choix du type de béton bitumineux conventionnel

Dans le tableau 3, des types de mélange bitumineux sont présentés.

Bien que l'usage de chaque mélange y soit décrit très brièvement, plusieurs de ceux qui doivent choisir le type de mélange pour un contrat donné, ignorent quel doit être le mélange le plus approprié à ce contrat. Le présent article veut fournir à ces personnes des explications qui leur permettront, nous l'espérons, un choix plus judicieux des mélanges bitumineux.

Ce choix doit se faire en fonction des exigences de chaque revêtement. Il doit donc être basé sur le type de travail à exécuter (couche de base, couche de liaison, couche de surface, couche d'usure, rapiéçage à la niveleuse ou à la main), sur l'épaisseur des couches à poser, et sur la disponibilité des granulats.

Les principes généraux servant à déterminer le choix de tout type de mélange bitumineux sont les suivants:

1. Le meilleur mélange est celui qui possède pour l'usage donné l'optimum des propriétés suivantes: stabilité, flexibilité, imperméabilité, résistance en tension, résistance au dérapage, résistance à la fatigue et durabilité.

   Pour obtenir une bonne stabilité, une surface antidérapante à haute vitesse et résistant aux pneus à crampons, la teneur en pierre doit être élevée et la pierre doit être aussi grosse que possible.

   Pour les autres propriétés, la teneur en bitume doit être aussi élevée que possible et c'est dans les mélanges fins que l'on peut mettre le plus de bitume.

2. La grosseur maximale de la pierre ne doit pas dépasser la moitié de l'épaisseur de la couche posée, et cela surtout pour les couches de surface et d'usure. La grosseur maximale est la distance moyenne entre les mailles du premier tamis de la série ou tous les granulats (100%) passent.

Cela signifie, par exemple, que si l'on veut poser une couche de 30mm d'épaisseur avec le mélange MB 3 100% des granulats doivent passer le tamis 19mm.

3. Plus l'épaisseur d'une couche est grande, plus on peut mettre de pierre dans le mélange, et plus cette pierre peut être grosse. C'est le contraire pour les faibles épaisseurs.

   Cela veut dire que, pour les épaisseurs supérieures, la courbe du mélange doit se situer près de la limite inférieure et inversement pour les épaisseurs faibles.

4. Une couche d'usure comprenant toujours une correction, son mélange doit donc être plus fin que celui d'une couche de surface.

   Par exemple, pour les couches de surface (c'est une couche exécutée au moment de la construction de la chaussée), le mélange MB4 est ordinairement utilisé, tandis que pour les couches d'usure (c'est une couche posée durant la vie d'une chaussée pour corriger ses défauts et prolonger sa durée), les mélanges MB 5,6 ou 7 peuvent être utilisés selon l'épaisseur posée et selon le granulat et l'outillage disponibles.

5. Pour les couches de base (ce sont celles situées en-dessous de la couche de surface), les mélanges MB 1 ou 2 sont généralement utilisés selon l'épaisseur posée. Cependant, si une couche de base doit subir le trafic pendant un ou plusieurs hivers, le mélange MB 3 doit être utilisé parce qu'il faut alors une texture plus fermée.

6. Dans le tableau 2, les épaisseurs minimales indiquées sont réellement des minimums rigoureux à cause de la grosseur de la pierre. Cependant, les épaisseurs maximales indiquées ne sont que des suggestions à respecter à cause de l'outillage généralement utilisé par la plupart des entrepreneurs du Québec. Ces maximums peuvent être dépassés si un outillage adéquat est utilisé.

7. Pour estimer l'épaisseur d'une couche lorsqu'un taux de pose au mètre carré est spécifié, on utilise par mm d'épaisseur 2,4 kg par mètre carré compte-tenu de la densité moyenne des granulats utilisés au Québec.

   Cela signifie donc que, pour un mélange MB 3, le taux de pose minimum est de 91,2 kg par mètre carré.

Voilà en résumé quelques règles pratiques pour faire le choix d'un mélange bitumineux. Nous ne croyons pas que ces règles sauront solutionner tous les problèmes, mais nous espérons qu'elles seront d'une certaine utilité.

6.0 Choix du type de revêtement

Cette décision peut être uniquement prise à partir des considérations purement économiques. Cependant, il est préférable d'examiner les autres aspects (techniques, pratiques, écologiques, conservation d'énergie et de matériaux, conditions locales, etc.) afin de bien voir si tel type est réellement plus avantageux que les autres revêtements.

Si l'on considère uniquement les coûts, le traitement de surface serait le premier choix. Cependant, sachant qu'il ne peut résister longtemps si le trafic est élevé, son choix ne doit donc être réservé que pour les routes secondaires à basse circulation. Pour les routes secondaires à trafic moyen, les enrobés à froid peuvent être utilisés avantageusement, même si, dans certains cas, ils doivent être recouverts d'un traitement de surface simple.

Quant aux routes à trafic élevé, la couche de roulement doit être faite avec le revêtement le plus résistant soit le béton bitumineux. Pour les couches de base, il serait avantageux d'utiliser, dans certains cas, des enrobés à froid, mais, dans la majorité des cas, elles

elles sont constituées de béton bitumineux, car leur mise en oeuvre est moins sujette aux conditions climatiques.

Conscient que le choix du type de revêtement n'est pas facile surtout dans le cas des routes à faible trafic, le Ministère des Transports, par sa direction de la Construction, a rédigé un guide pour la préparation d'un projet de revêtement pour route à faible trafic. Ce guide présenté à l'annexe A, permet de laisser certains choix du type de revêtement aux soumissionnaires d'un contrat.

7.0 Conclusion

Le présent travail n'a pas la prétention d'être un guide sur le choix des revêtements, mais a voulu seulement apporter un peu d'éclaircissement sur cette épineuse question. Dans tous les cas, il faut peser les différents facteurs afin de pouvoir optimiser le choix final et ne par prendre toujours aveuglément les sentiers battus.

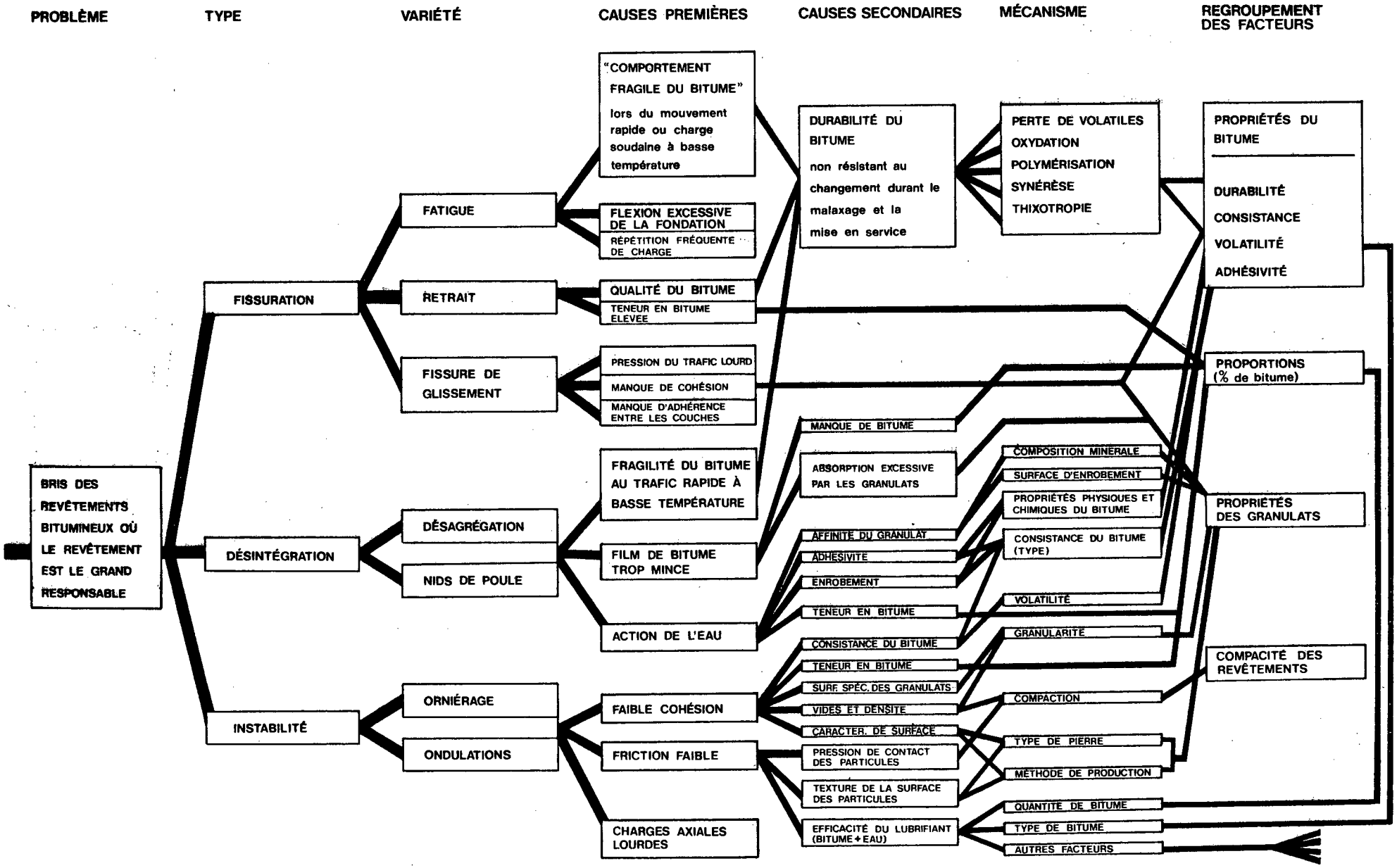


FIGURE : Analyse des bris des revêtements bitumineux.

ENTRETIEN DES REVETEMENTS BITUMINEUX

PREPARE PAR:

Valère Caron, att. adm.
Service des Centres Régionaux
Direction Recherche et Contrôle
Ministère des Transports, Québec

Richard Langlois, ing., m.sc.
Service du Laboratoire Central
Direction Recherche et Contrôle
Ministère des Transports, Québec

AVRIL 1981

INTRODUCTION

Dans l'introduction à cet exposé sur l'entretien des revêtements bitumineux, il est tout indiqué de reproduire un texte soulignant l'évolution dans l'attitude des organismes publiques vis-à-vis l'importance accordée à ce domaine de travaux routiers. Le texte est le suivant:

"Longtemps dominé par la pression des besoins, le développement de l'investissement routier a constitué une tâche de prestige pour l'ingénieur concepteur et constructeur d'ouvrages, reléguant ainsi les tâches d'entretien, considérées moins nobles, au second plan.

Toutefois, on observe depuis plus d'une décennie une nette évolution de l'attitude des responsables de la route. En effet, la conservation des infrastructures routières absorbe une part sans cesse croissante des ressources et constitue maintenant une préoccupation dominante des administrations publiques des pays industrialisés.

Le défi que constitue la protection des investissements au moindre coût possible doit être envisagé dans les perspectives de sécurité et de confort du public voyageur, tout en sauvegardant l'environnement et l'esthétique de la route.

Cet objectif n'est réalisable que par l'articulation des moyens propres à l'atteindre."

(Guide de conservation des chaussées, ministère des Transports du Québec)

Ce texte exprime très bien l'idée que l'entretien n'est plus un travail de routine mais représente un défi pour les concepteurs. C'est un objectif dont la réalisation s'identifie à l'élaboration et l'application d'une politique cohérente sur l'utilisation des ressources.

Le but de cet exposé sur l'entretien des revêtements souples est de:

- démontrer brièvement l'importance de l'entretien en regard des investissements.
- énumérer les divers procédés d'entretien et les identifier au genre d'entretien où il convient de les utiliser.
- expliciter les méthodes employées le plus fréquemment.
- présenter sous forme de tableaux une énumération de différents problèmes relatifs aux revêtements ainsi que les solutions proposées.

ENTRETIEN DES REVETEMENTS BITUMINEUX

L'entretien des revêtements souples est l'ensemble des opérations qui consistent à réparer non seulement les défauts inhérents au processus normal de vieillissement d'une chaussée, mais aussi les déficiences engendrées par des causes particulières et imprévues.

L'objectif de tout organisme public dans ce domaine de l'entretien est de maintenir un réseau routier confortable et sécuritaire et préserver les investissements. A cause de leur impact sur les budgets, ces deux préoccupations obligent les chercheurs et ceux qui préparent les projets à prévoir et utiliser des procédés d'entretien à la fois économiques, rapides, pratiques et adaptables aux besoins locaux.

Il est un fait reconnu: l'entretien est nécessaire. En effet, tout revêtement bitumineux doit être rapiécé ou recouvert au bout d'un certain temps. C'est là une nécessité qui s'impose inévitablement à plus ou moins longue échéance selon les effets prédominants attribués aux nombreux facteurs qui contribuent au processus de vieillissement. Par conséquent, selon les conditions de mise en oeuvre, l'importance et l'état de la route, les besoins struturaux, l'entretien doit satisfaire un ou plusieurs buts parmi lesquels on retrouve:

- redonner au revêtement les propriétés indispensables au maintien de la protection de la fondation.
- préserver ou augmenter la capacité portante,
- maintenir ou améliorer les caractéristiques imperméables,

- redonner la qualité et la sécurité de roulement,
- préserver le revêtement existant.

Il y a quelques années, le concept d'entretien des revêtements souples était généralement associé à l'utilisation de mélange conventionnel soit comme réfection du profil d'une route et correction mineure, mais surtout comme couche d'usure. A titre d'exemple, le ministère des Transports du Québec utilise à lui seul environ 4 500 000 tonnes d'enrobés bitumineux dont environ 1 250 000 tonnes pour le rapiéçage et les resurfaçages. Pour leur part, les municipalités utilisent environ 1 000 000 tonnes pour les travaux d'entretien.

Comme on peut le constater, l'entretien des revêtements souples exige des investissements importants. Voilà pourquoi il ne doit pas être considéré comme une opération négligeable et simplement un remède temporaire, mais un investissement rentable. La prévention des dommages, la promptitude à intervenir, de même que l'attention apportées dans l'exécution des travaux, sont donc des facteurs de prime importance. En effet:

- si l'entretien est négligé, c'est-à-dire, s'il n'est pas fait, mal fait ou pas fait à temps, les dommages deviennent de plus en plus sérieux au point de nécessiter une reconstruction.

- si l'entretien est mal exécuté, le travail est à refaire dans un court délai et entraine des dépenses additionnelles.

De façon générale, l'entretien doit être planifié en vue d'une efficacité de longue durée. Cependant, pour des raisons exceptionnelles, il arrive parfois que le rapiéçage ne soit que temporaire; par exemple, le rapiéçage fait sur une route temporaire ou susceptible d'être reconstruite sous peu. Il y a aussi le rapiéçage en hiver qui peut être considéré comme temporaire même s'il joue un rôle important dans la préservation des fondations et le maintien d'une bonne surface de roulement.

L'entretien des revêtements bitumineux comprend habituellement les procédés suivants:

- Couche d'usure
- Couche de scellement
  - Enduits superficiels (traitement de surface)
  - Coulis de scellement
  - Scellement en brume (fog seal)
- Rapiéçage mécanique
- Rapiéçage manuel, avec le mélange chaud et le mélange froid
- Scellement des fissures
- Planage
- Abrasion au jet de sable
- Epandage de granulats fins.

L'utilisation de chacun de ces procédés correspond généralement à un besoin spécifique et nécessite l'application d'une technique qui lui est particulière. Selon leur utilisation, on les retrouve dans l'un ou l'autre des genres d'entretien.

Genres d'entretien

Selon l'envergure des travaux, l'entretien peut se diviser en 3 catégories: l'entretien majeur, l'entretien mineur et la correction des défauts anormaux.

1- Entretien majeur

L'entretien majeur pourrait se définir comme étant celui qui nécessite une grande quantité de mélange, un gros outillage ou une surface importante à traiter. Par exemple:

a) Couche d'usure
b) Rapiéçage exécuté avec une finisseuse ou une niveleuse.
c) Enduit superficiel (traitement de surface)
d) Coulis de scellement
e) Scellement en brume (selon la grandeur traitée)

2- Entretien mineur

L'entretien mineur est généralement fait de façon manuelle sur de petites surfaces. Par exemple:

a) Rapiéçage par remplacement du vieux revêtement
b) Rapiéçage en couche mince
c) Scellement des fissures
d) Rapiéçage au mélange froid

Correction des défauts anormaux

La correction des défauts anormaux, c'est-à-dire des défauts dus à des causes très particulières et imprévues, s'identifie généralement soit à l'entretien majeur, soit à l'entretien mineur, selon l'ampleur des défauts. Pour certains défauts particuliers,

on doit faire appel à des techniques spéciales. Par exemple, selon l'importance du ressuage, on peut utiliser l'une des techniques suivantes:

a) Planage à chaud ou à froid

b) Abrasion par jet de sable

c) Epandage de pierre sélectionnée lavée et chauffée, ou de sable.

Principes généraux à observer dans l'entretien

Les matériaux utilisés doivent être de qualité vérifiée et approuvés par le client.

Etant donné que les mélanges bitumineux chauds et froids représentent le matériau généralement utilisé dans l'entretien, ce qui suit traitera principalement du choix et des caractéristiques du mélange ainsi que des procédés de mise en oeuvre. Les autres matériaux sont utilisés selon des techniques particulières.

Choix du mélange

Le type de mélange utilisé pour l'entretien est choisi en fonction de la disponibilité, de la température ambiante, de l'envergure et du genre de travail à exécuter. Par exemple:

a) Pour le rapiéçage en couche mince, on utilise de préférence un mélange contenant de la pierre de faible grosseur et en quantité réduite.

b) Pour le remplacement d'une partie du revêtement, il faut utiliser un mélange contenant un pourcentage plus élevé de pierre. Dans ce dernier cas, il est fortement

recommandé que le mélange posé soit sensiblement du même type que celui avec lequel le revêtement a été fait afin que la stabilité et le comportement entre la pièce et le revêtement adjacent soient similaires.

Caractéristiques du mélange

En tout temps, le mélange chaud doit posséder les caractéristiques spécifiées aux devis, c'est-à-dire:

- Contenir la quantité requise de bitume
- Avoir une température comprise entre 120°C et 160°C dépendant de la température ambiante afin de pouvoir l'épandre aisément et lui donner la compacité nécessaire.
- Ne pas être oxydé ou brûlé parce qu'il se désagrégera rapidement et le travail devra être recommencé.

Note

Le mélange fabriqué à chaud et posé à froid est généralement utilisé durant la période hivernale. Toutefois, les procédés de mise en oeuvre de ce mélange doivent respecter les mêmes exigences que celles requises pour les mélanges chauds.

Préparation de la surface à traiter

Quelque soit le genre d'entretien, la surface à traiter doit être sèche et exempte de matériaux étrangers et contaminants.

1- ENTRETIEN MAJEUR

a) Couche d'usure

Pour l'entretien fait au moyen d'une couche d'usure, il faut:

- nettoyer et assécher la surface
- appliquer un liant d'accrochage dont le choix et le taux de pose ont été déterminés
- corriger les profils longitudinaux et transversaux
- épandre et compacter le mélange.

Lorsque la capacité portante le permet ou qu'il a été jugé à propos de le faire, la correction de profil peut être faite par planage au lieu d'utiliser du mélange chaud. Dans ce cas, l'application du liant d'accrochage se fait après le planage. Le mélange enlevé par planage peut être recyclé.

b) Rapiéçage mécanique

Le but de ce rapiéçage consiste habituellement à améliorer la surface de roulement en corrigeant les déformations là où le planage ne peut être fait soit par manque d'outillage ou soit que la capacité portante ne le permet pas.

Pour ce procédé d'entretien, il faut:

- nettoyer et assécher la surface
- appliquer le liant d'accrochage seulement aux endroits nécessaires
- épandre et compacter le mélange.

2- ENTRETIEN MINEUR

Base bitumineuse

Pour tout rapiéçage exécuté sur un revêtement existant, il faut:

- lorsque nécessaire, couper le revêtement sur une profondeur adéquate avec un marteau compresseur (fig. I) ou une scie (fig. II).
- bien nettoyer et assécher la surface (fig. III et fig. IV).
- appliquer un liant d'accrochage uniformément sur toute la surface à recouvrir, en quantité suffisante, mais sans excès, et attendre que le temps de prise soit écoulé avant d'épandre le mélange (fig. V et fig. VI).
- épandre et compacter le mélange.

Base granulaire

Lorsque le travail consiste à combler un trou ou à remplacer une partie endommagée du revêtement, il faut:

- bien nettoyer les surfaces de contact entre le mélange frais et le revêtement.
- voir à ce que les rebords du trou ou de la pièce soient constitués de matériaux sains. Dans tous les cas, les rebords doivent être coupés verticalement pour offrir un épaulement et éviter le déplacement du mélange de la pièce (fig. I).
- voir à ce que les matériaux de fondations soient stables sinon il faudra les enlever et les remplacer par des granulats appropriés (fig. VII).
- bien assécher le fond ainsi que les rebords
- badigeonner les rebords avec un liant d'accrochage (fig. VIII) et attendre que le temps de prise soit écoulé avant d'épandre le mélange.

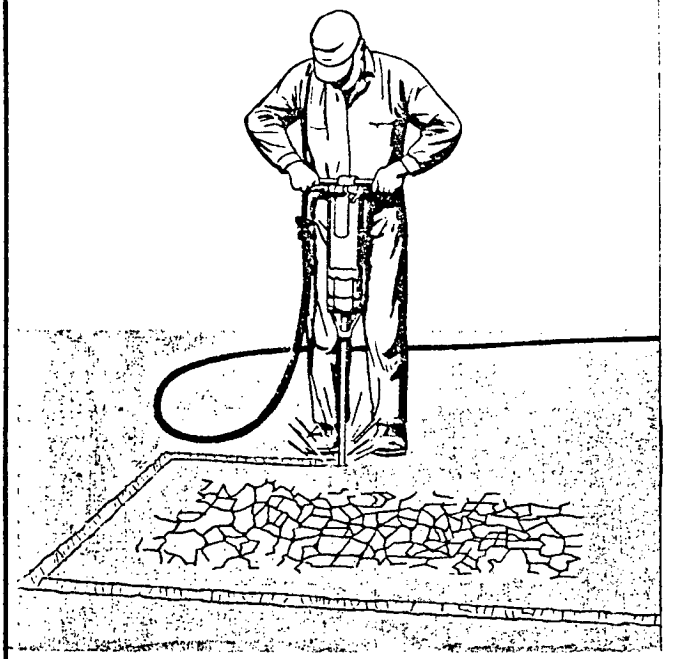


Fig. I - Coupure de la couche de revêtement

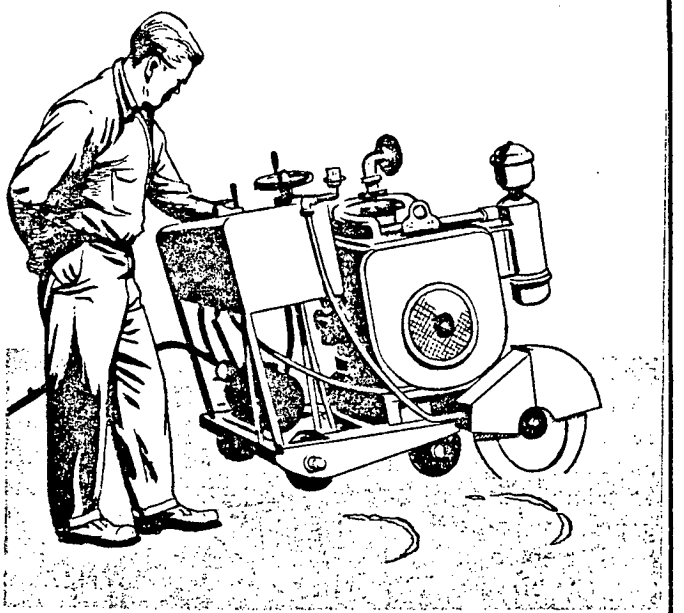


Fig. II - Coupure au moyen d'une scie

Fig. III - Nettoyage au moyen du jet d'air

Fig. IV - Nettoyage au balai

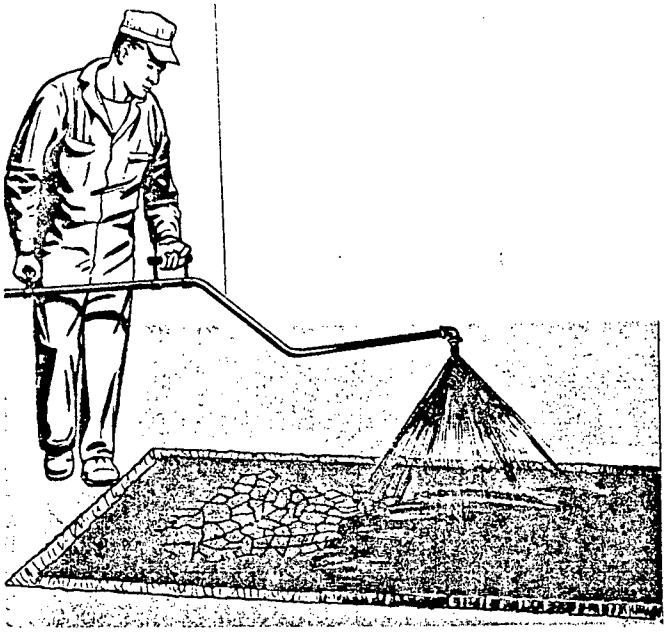


Fig. V - Application du liant d'accrochage lors de rapiéçage en couche mince

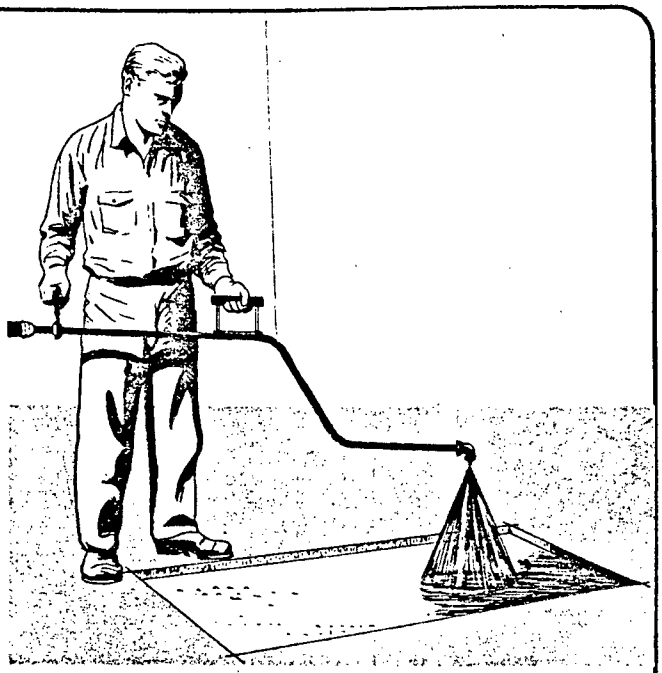


Fig. VI - Application du liant d'accrochage sur base bitumineuse lors de rapiéçage par remplacement d'une partie de l'épaisseur du revêtement.

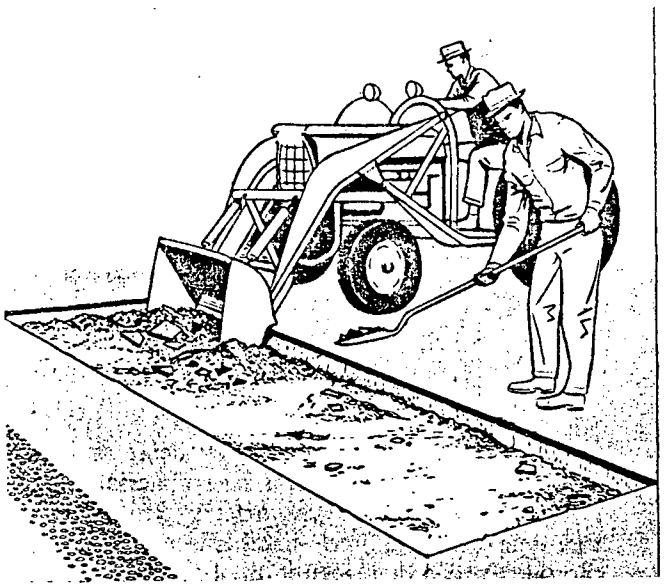


Fig. VII - Remplacement du matériel de fondation

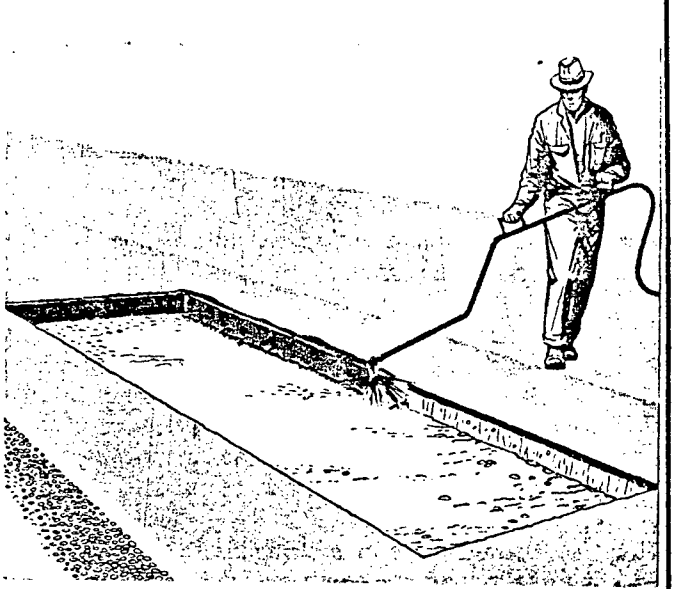


Fig. VIII - Application du liant d'accrochage sur les rebords

Epandage du liant d'accrochage

Entretien majeur

L'épandage de liant se fait au moyen d'un distributeur à pression dont il est possible de contrôler le débit. Ce type de distributeur est un camion ayant une rampe d'aspersion munie de gicleurs (fig. IX).

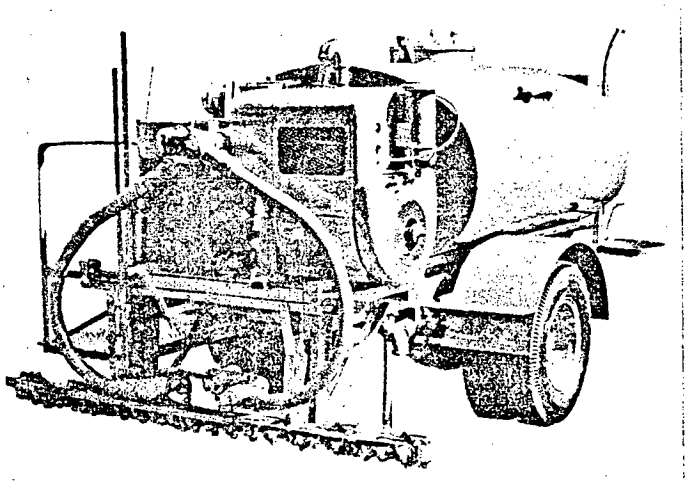


Fig. IX

Entretien mineur

L'épandage de liant d'accrochage peut être fait au moyen d'un distributeur à pression qui consiste en une chaudière chauffante munie d'une barre d'aspersion qui comprend un boyau et un gicleur (fig. X et XI).

Dans certains cas, le badigeonnage sur les petites surfaces ou sur les rebords peut se faire manuellement au moyen d'une brosse.

Epandage du mélange

Type d'épandage

Dans l'entretien majeur, l'épandage se fait au moyen d'une finisseuse ou une niveleuse.

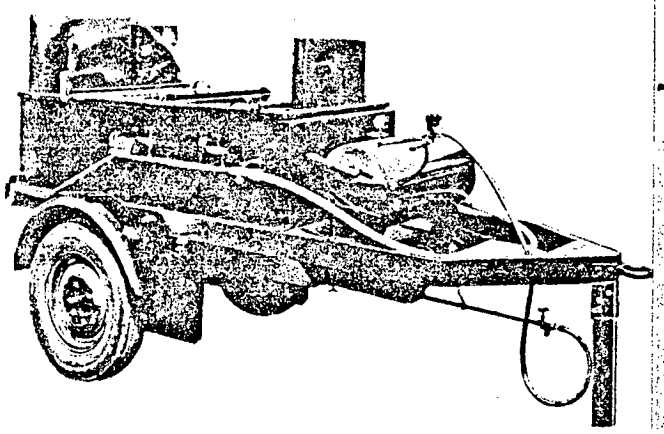


Fig. X

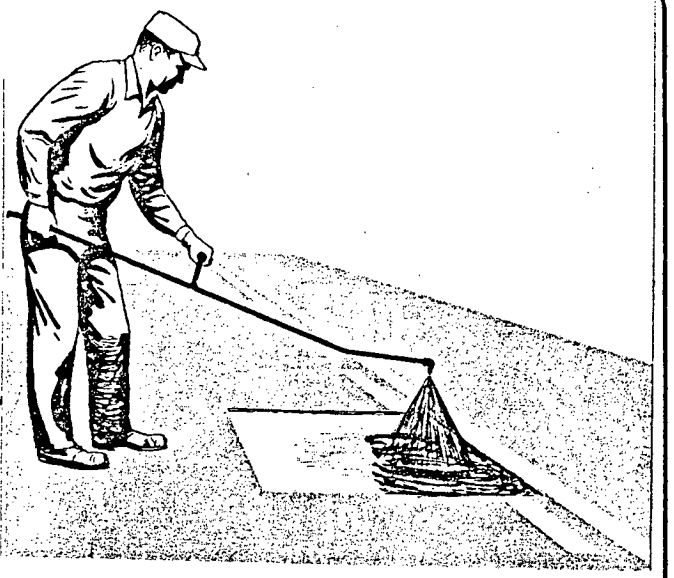


Fig. XI

Dans l'entretien mineur, l'épandage est généralement manuel (fig. XIII, XIV, XV).

Dans les deux cas, l'épandage du mélange doit être l'objet des mêmes attentions que lors de la construction, principalement:

- éviter la contamination et la ségrégation
- avoir une texture uniforme
- porter attention à la fabrication des joints.

Epaisseur des couches

L'épandage du mélange peut être fait en une ou plusieurs couches. Il est recommandé que l'épaisseur de chaque couche ne dépasse pas 65 mm. Ordinairement, l'épaisseur de chaque couche est déterminée en fonction:

- du type de mélange utilisé
- de la profondeur de la pièce à réparer
- des moyens disponibles pour obtenir la compacité optimum.

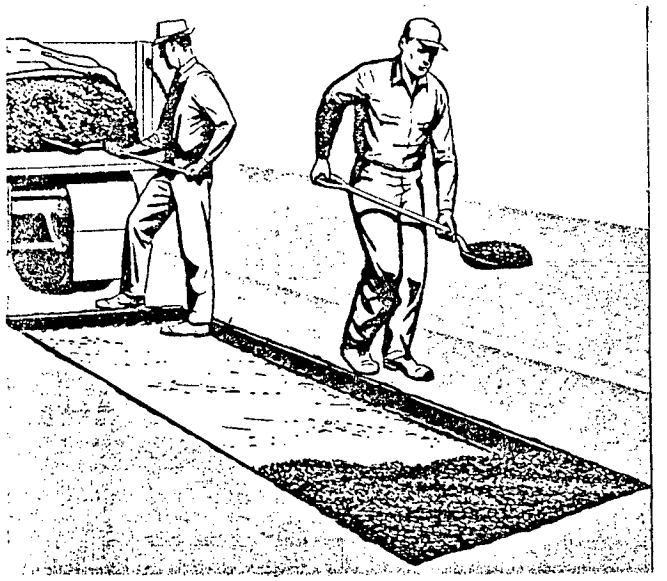


FIG. XIII

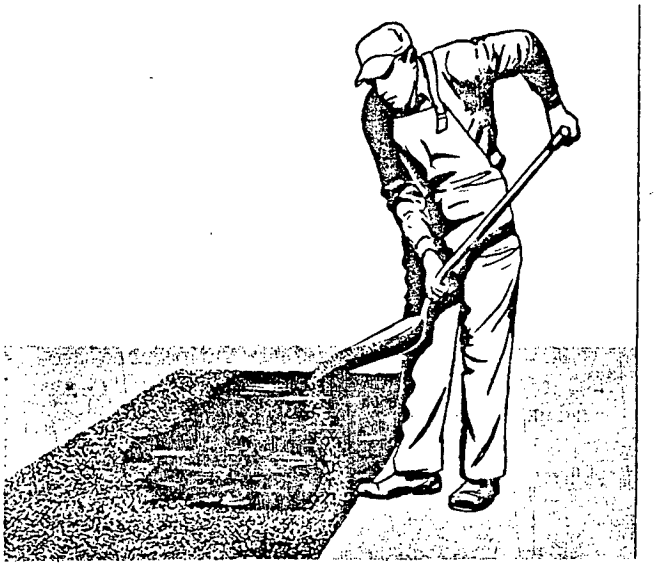


Fig. XIV

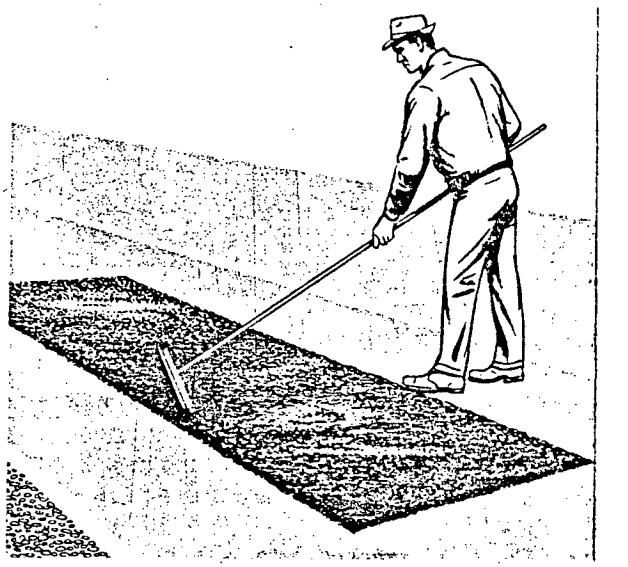


Fig. XV

Compactage du mélange

Chaque couche doit être compactée au maximum avant d'ajouter la couche suivante. Si le compactage n'est pas suffisant, il peut y avoir un déplacement du mélange par le trafic et l'apparition de déformations qui diminuent la qualité de roulement ou provoquent tout simplement de l'arrachement.

Le compactage est exécuté au moyen d'une plaque vibrante (fig. XVI), d'un rouleau vibrant (fig. XVII), d'un rouleau à pneus multiples (fig. XVIII), d'un rouleau tandem conventionnel (fig. XIX). Aux endroits inaccessibles aux rouleaux, il est nécessaire d'utiliser un pilon.

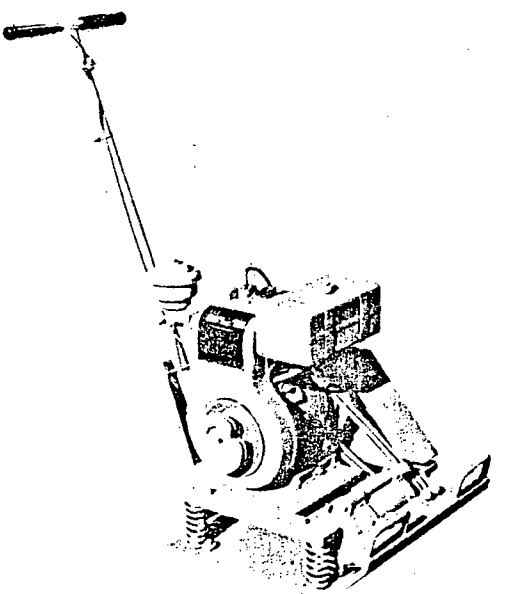


Fig. XVI

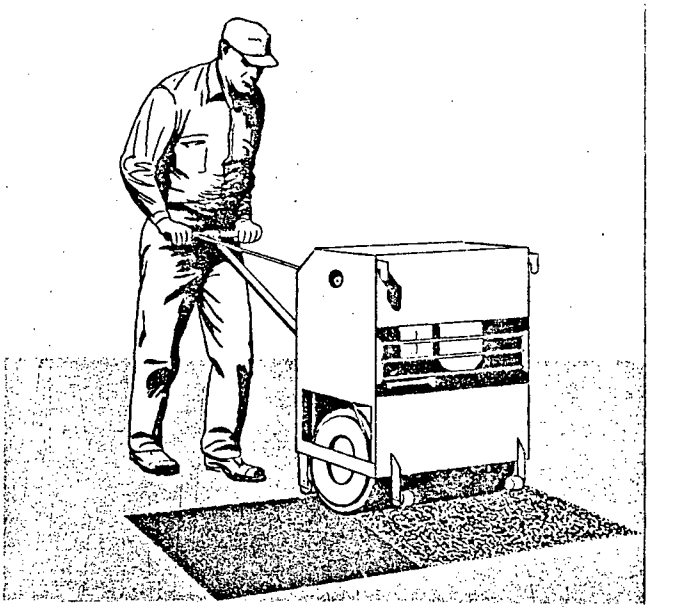


Fig. XVII

Caractéristiques de la surface

Après le compactage final de la dernière couche, la surface de la pièce ou du revêtement doit avoir la pente et le tracé du revêtement adjacent. Une vérification finale doit être faite au moyen d'une règle de 3 mètres de longueur (fig. XX).

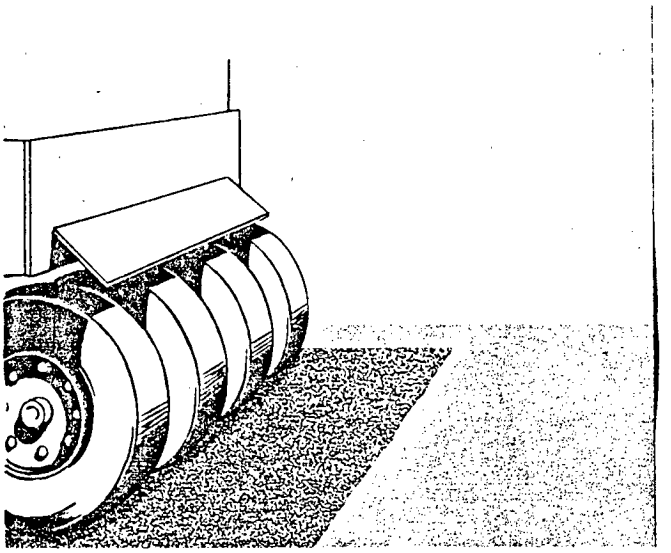


Fig. XVIII

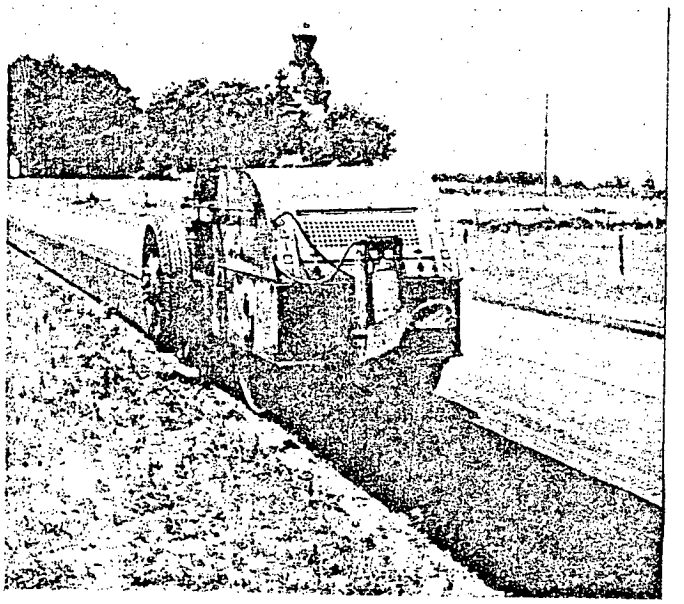


Fig. XIX

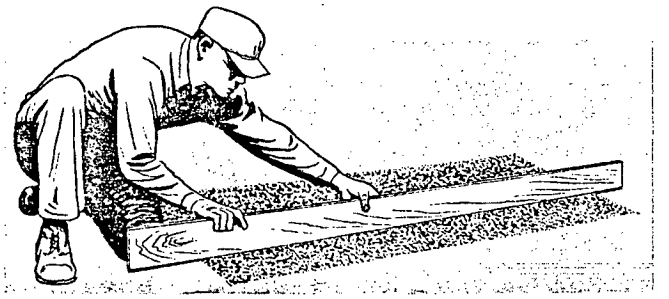
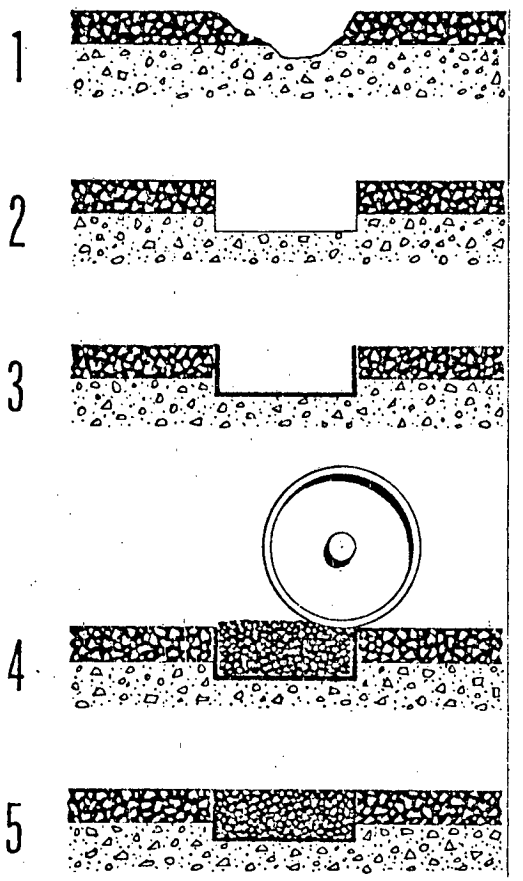


Fig. XX

Résumé de la séquence de travail pour la réparation d'un trou ou de la confection d'une pièce où le vieux revêtement a été enlevé.



1. Nettoyage et assèchement
2. Coupure verticale des rebords
3. Application du liant d'accrochage
4. Epandage et compactage
5. Travail terminé

Scellement des fissures

Les fissures sont des défauts que l'on retrouve fréquemment sur les revêtements bitumineux. Plusieurs facteurs peuvent en provoquer l'apparition malgré toute la bonne volonté des concepteurs et des constructeurs de routes.

Conséquences des fissures

Les fissures, grosses ou petites, permettent à l'eau de s'infiltrer jusqu'à la fondation diminuant ainsi sa capacité de support. Advenant une baisse de température, l'eau peut geler et provoquer des déformations dans la chaussée ainsi que la détérioration du revêtement. L'intervention rapide dans la réparation des fissures peut s'avérer une économie d'argent et aussi le meilleur moyen de prévenir de plus gros dommages.

Méthode de traitement

Que les fissures soient grosses ou petites, la méthode fondamentale de réparation est la même, c'est-à-dire:

- nettoyer à fond avec un jet d'air comprimé ou une brosse
- bien assécher
- épandre les matériaux choisis en suivant les méthodes recommandées.

Lorsque l'on utilise un mélange à chaud conventionnel, il faut s'assurer qu'il soit bien compacté.

Note

Le scellement des fissures fait au moyen de l'application d'un liant d'accrochage suivi d'un épandage de sable ou de pierre fine ne dure généralement pas plus d'un an.

Un procédé efficace d'obturation des fissures est celui qui consiste à évider les fissures sur une largeur de 10 à 20 mm et une profondeur de 20 à 25 mm, à les nettoyer parfaitement avec un puissant jet d'air et les emplir avec un bitume caoutchoux chauffé

entre 195°C et 216°C et répondant au moins à la norme ASTM D1190.

Dans l'annexe qui suit, le tableau A énumère les bris que l'on rencontre habituellement ainsi que des causes probables tandis que le tableau B énumère des remèdes, décrit des méthodes de correction et indique le matériau à utiliser.

Références

Cahier des Charges et Devis Généraux (mars 1972)

The Asphalt Institute:

Asphalt Technology and Construction

Asphalt in Pavement Maintenance (MS-16)

Guide de conservation des chaussées, Ministère des Transports du Québec

TABLEAU A

TYPE DE BRIS	CAUSES PROBABLES	REMEDE
Ressuage	Revêtement trop riche en bitume - Excès de bitume dans le mélange - Manque de vide dans le mélange - Déficience lors du malaxage - Excès de liant d'accrochage - Bitume contaminé	1 a)b)c) ou 2b)
Nid de poule	Faiblesse dans le revêtement ou la fondation - Ségrégation dans le mélange - Fondation défectueuse - Compactage insuffisant - Présence d'un corps étranger dans le revêtement * Ce genre de bris apparait généralement durant l'hiver lors d'un dégel inattendu	3 a) ou 3 b)
Pelade	Arrachement dû à un manque d'adhérence entre un recouvrement et le revêtement - Manque de liant d'accrochage - Trop faible épaisseur de la couche posée - Humidité sur le revêtement lors de la pose - Compactage insuffisant - Mélange non conforme	3 b)
Lézardes	Fissuration au hasard dans le revêtement - Action du gel - Tassement différentiel - Infiltration d'eau - Mauvais drainage du sol	2 a) ou 2 b)
Fissure polygonale - Damier - Peau d'alligator	Carence de la capacité de support - Faiblesse des fondations - Trop faible épaisseur du revêtement - Fatigue de la route causée par des charges trop lourdes ou par l'âge du revêtement - Retard dans l'entretien	2 a) ou 2 b)

TABLEAU A (suite)

TYPE DE BRIS	CAUSES PROBABLES	REMEDE
Glissement	Manque d'adhérence entre 2 couches - Manque de liant d'accrochage - Présence de matière étrangère entre 2 couches (humidité, sable, etc.) - 2 couches à texture fine trop identique	3 b)
Fissure -De centre	Séparation entre 2 couches adjacentes - Joint longitudinal mauvais - Manque de liant d'accrochage - Ségrégation dans le mélange - Compactage insuffisant - Infiltration d'eau et action du gel	4 a) ou 4 b) ou 4 c)
-Longitudinale	Mauvaise mise en oeuvre - Outillage défectueux - Ségrégation	
-Transversale	Retrait ou déplacement du revêtement - Grande variation dans la température ambiante - Bitume à pénétration trop basse - Tassement non uniforme - Infiltration d'eau et action du gel	
-Latérale	Instabilité par manque de support latéral - Accotements pas suffisamment larges - Mauvais tassement du matériel d'accotement - Pente trop raide de l'accotement - Couche de recouvrement plus large que le revêtement original	
Déformation - Ornière	Causée par une circulation concentrée au même endroit - Tassement plus grand à cet endroit	1 b) ou 3 a)

TABLEAU A (suite)

TYPE DE BRIS	CAUSES PROBABLES	REMEDE
	- Faiblesse de la fondation - Fatigue de la chaussée - Usure par les crampons - Instabilité du mélange	ou 3 b)
- Dépression et gonflement	Comportement des sols - Retrait ou gonflement non uniforme des sols dû à la variation de la teneur en eau - Tassement non uniforme - Soulèvement non uniforme causé par le gel	3 a) ou 3 b)
- Planche à laver	Mauvaise mise en oeuvre - Mauvaise préparation de la fondation - Mélange non conforme (instable) - Outillage non conforme	3 a)
Fendillement	Déplacement excessif du mélange lors de la mise en oeuvre - Mélange trop fin - Manque de bitume - Excès de compactage - Mélange compacté à une température trop élevée ou trop basse - Fondation trop sablonneuse	2 a)
Défauts à la surface du revêtement -Désenrobage	Le bitume et les fines sont enlevés - Adhérence insuffisante entre le liant bitumineux et les granulats - Action du trafic	2 a) ou 2 b)
-Arrachement	Les gros granulats sont arrachés de la surface - Mauvaise adhérence entre le liant bitumineux et les granulats	2 a) ou 2 b)

TABLEAU A (suite)

TYPE DE BRIS	CAUSES PROBABLES	REMEDE
	- Granulats trop mous - Manque de compactage - Mélange posé trop froid - Action du trafic - Mélange déficient	
-Usure prématurée	Mélange non conforme ou mauvaise mise en oeuvre - Mélange surchauffé ou trop froid - Manque de bitume - Manque de compactage - Granulat de mauvaise qualité dans le revêtement - Pneus à crampons	2 a) ou 2 b)
-Usure normale	Phénomène de vieillissement du revêtement - Oxydation du bitume - Usure des granulats - Diminution de l'épaisseur du revêtement - Diminution de la capacité de support	2 b)

TABLEAU B

REMEDE	METHODE	MATERIAU
1 a) Epandage en couche mince de granulats fins	- Par temps chaud et sur une surface propre et sèche, épandre uniformément une couche de sable tamisé ou de pierre fine. Le taux varie selon l'importance du ressuage, entre 3 et 10 kg/m^2 - Compacter avec un rouleau (de préférence à pneus multiples ou avec un rouleau vibrant muni de jantes de caoutchoux.	sable tamisé ou pierre fine
b) Planage à chaud ou à froid	- Au moyen d'un outillage conçu à cette fin, raboter la surface sur une épaisseur suffisante pour enlever l'excédent de bitume.	
c) Abrasion par jet de sable	- Habituellement sur des surfaces plutôt limitées, au moyen d'un jet de sable, enlever le surplus de bitume en surface.	sable
2 Rapiéçage avec mélange a) en couche mince	- Délimiter et couper le tour de la pièce - Nettoyer la surface *- Appliquer un liant d'accrochage - Epandre le mélange - compacter	Mélange fin type MB-6 ou MB-7
b) couche d'usure ou recouvrement de grande pièce	- Nettoyer la surface - Appliquer un liant d'accrochage - Corriger le profil - Epandre le mélange - Compacter	Mélange à chaud type MB5 MB6

* Lorsque nécessaire

TABLEAU B (suite)

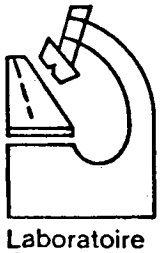
REMEDE	METHODE	MATERIAU
3 Rapiéçage par remplacement a) sur base granulaire	- Nettoyer l'endroit brisé ainsi que les alentours immédiats. - Couper verticalement le revêtement de façon à délimiter la grandeur de la pièce et enlever toute partie instable. - Niveler et compacter la fondation. Si nécessaire, enlever le gravier de mauvaise qualité et le remplacer par un matériau propre, sec et acceptable et bien compacter. - Appliquer un liant d'accrochage sur tout le bord latéral et le contour de la pièce. - Epandre uniformément un mélange chaud par couches successives d'au maximum 65 mm d'épaisseur généralement. - Bien compacter chacune des couches. - Vérifier la pente et le tracé.	Mélange à chaud. Type à déterminer selon la profondeur. Autant que possible, employer le même type de mélange que celui employé pour le revêtement existant.
b) sur base bitumineuse	Même méthode que pour 3 a) sauf l'item concernant la fondation - Appliquer un liant d'accrochage sur tout le bord latéral, le contour ainsi que sur le fond de la pièce.	Même chose que pour 3a)
4 Réparation de fissure a) fissure large (plus de 12,5 mm)	- Nettoyer la fissure à fond - Enlever les parties instables en coupant les rebords verticalement - Bien assécher - Appliquer un liant d'accrochage - Epandre un mélange - Compacter	3 b)

TABLEAU B (suite)

REMEDE	METHODE	MATERIAU
4		
b)fissure moyenne et petite	- Nettoyer à fond avec un jet d'air comprimé ou une brosse - Bien assécher - Appliquer un liant approprié - Epandre un sable tamisé et sec	MC-250 ou MC-800 ou émulsion plus sable tamisé et sec
1- Avec liant d'accrochage et sable tamisé ou équivalent		
2- Avec bitume caoutchouc	- Avec un trépan mobile à foreuse rotative ouvrir la fissure de façon à avoir un trait ayant 10 à 20 mm de largeur et 20 à 25 mm de profondeur - Bien assécher au moyen d'une flamme - Bien nettoyer au moyen d'un jet d'air comprimé - Sceller la fissure avec un matériau recommandé	Produit bitume-caoutchouc

Gouvernement du Québec
Ministère des Transports
Direction de la recherche et du contrôle

LES LIANTS BITUMINEUX



Laboratoire
Central

Par: Richard Langlois ing. M.Sc.
Complexe Scientifique
2700, rue Einstein
SAINTE-FOY (Québec)
G1P 3W8

REMERCIEMENTS

L'auteur tient à remercier messieurs André Lelièvre et Guy Roberge pour leur précieuse collaboration au niveau du texte et de la recherche bibliographique.

Des remerciements sont aussi adressés aux autres personnes du Laboratoire Central et du Ministère qui ont contribué de près ou de loin à ce travail.

LES LIANTS BITUMINEUX

1.0 Introduction

Les liants bitumineux peuvent être appelés aussi les liants hydrocarbonés. Ils comprennent deux grandes familles qui ont leur utilité dans la construction routière, soit: les GOUDRONS (TARS) et les LIANTS BITUMINEUX proprement dits.

Même si de nos jours, et surtout ici au Canada, les goudrons sont de moins en moins employés dans les revêtements routiers, il est bon de les décrire brièvement car bien qu'assez semblables aux bitumes, quant à leurs propriétés, ils en diffèrent cependant dans leur composition. Cependant, le présent chapitre traite surtout des liants bitumineux proprement dits, de leur origine, de leur classification et de leur principale utilisation.

2.0 Les goudrons

Les goudrons sont des produits de la distillation de la houille ou de matières organiques telles que la tourbe et le bois. Toutefois, les méthodes de distillation variant, il existe divers types de goudrons aux propriétés souvent différentes. Ainsi, il y a les goudrons de gaz à l'eau, de gaz d'éclairage, de cokerie, etc. Ils se distinguent facilement des bitumes par leur senteur de créosote. Plus résistants aux solvants que les bitumes, ils sont utilisés au

Québec comme recouvrement protecteur sur les revêtements bitumineux des stationnements et des entrées privées.

3.0 Origine des liants bitumineux

Les liants bitumineux sont fabriqués à partir des bitumes. Les bitumes tirent leur origine du pétrole brut, en ce sens qu'ils en sont un des produits de la distillation. Mais ce pétrole brut, selon que la distillation s'est faite naturellement ou industriellement, fournit en réalité deux sources ou origines distinctes d'où l'on tire les bitumes, soit: l'origine dite naturelle et l'origine industrielle qu'on qualifie plus communément d'origine par distillation du pétrole brut.

3.1 Origine naturelle

Le pétrole brut s'étant formé à divers paliers de la croûte terrestre, lors de bouleversements de l'écorce de notre planète ou même à la suite de l'augmentation de la pression interne, a pu surgir à la surface en diverses régions du globe. Exposé à l'air, à la lumière, aux vents et surtout aux rayons solaires, ce pétrole brut a perdu peu à peu ses parties les plus volatiles, laissant un résidu plus ou moins visqueux de couleur foncée. Ces dépôts naturels de bitume ont été à un moment donné les principales sources d'approvisionnement en bitume brut. Toutefois, il faut ajouter qu'à ces bitumes sont incorporés

des matières minérales comme du sable fin et du filler. Les bitumes du Lac Trinidad, de Judée en France, de Bermudez au Vénézuela et de la Brea en Californie sont des exemples de dépôts naturels.

Par contre, en certains endroits, le pétrole brut plus ou moins distillé imprégna d'importantes étendues de sable ou de roches. Puis, une fois que ce qui restait de matières volatiles fut évaporé , il en résultat des dépôts de sables bitumineux comme ceux de l'Athabaska et de schistes bitumineux comme ceux d'Autun en France. Mais l'exploitation de ce genre de source de bitume n'est pas encore tout à fait rentable.

Enfin, lorsque ce phénomène d'imprégnation de pétrole brut met en évidence des roches calcaires, on donne à ces dernières le nom de roches d'asphalte ou simplement asphalte. Ces roches peuvent être employées telles quelles dans la confection de revêtement bitumineux. D'ailleurs, Val de Travers en Suisse, un des principaux dépôts de ce genre, a servi de source d'approvisionnement aux premiers revêtements bitumineux modernes à Paris, à Londres et à New-York.

A ce stade-ci, il serait bon de spécifier que le mot "asphalt" employé en Allemagne et dans les pays Anglo-Saxons, dont les Etats-Unis, désigne ce qu'on nomme bitume dans les pays francophones. D'un autre côté, le mot "bitumen" (bitume en France) ne s'applique dans ces pays

qu'à ce genre de liants routiers (les liants hydrocarbonés) qui regroupe deux espèces principales: "ASPHALTS" et "TARS". Plus souvent, ce terme "bitumen" est remplacé par l'expression: "Bituminous materials" ou même par "Bituminous substances". En même temps, il faut noter qu'en français le mot asphalte désigne cette roche calcaire imprégnée de bitume ou même tout le revêtement auquel elle a servi de base.

3.2 Origine industrielle

Aujourd'hui, les raffineries de pétrole sont à toute fin pratique (du moins ici en Amérique) les seuls fournisseurs de bitumes routiers, lesquels sont obtenus comme résidus lors de la distillation des pétroles bruts. On peut aussi désigner cette espèce de bitume du nom de brais de pétrole.

La figure 1 présente un schéma d'une procédure industrielle de raffinage du pétrole brut, qui peut se grouper en trois familles: le pétrcle bitumineux, le pétrole paraffineux et le pétrole mixte, c'est-à-dire contenant à la fois du bitume et de la paraffine.

Dans la construction routière, seuls les pétroles bitumineux et les pétroles mixtes peuvent servir à donner des bitumes routiers

De plus, dépendant des régions, des formations géologiques et même

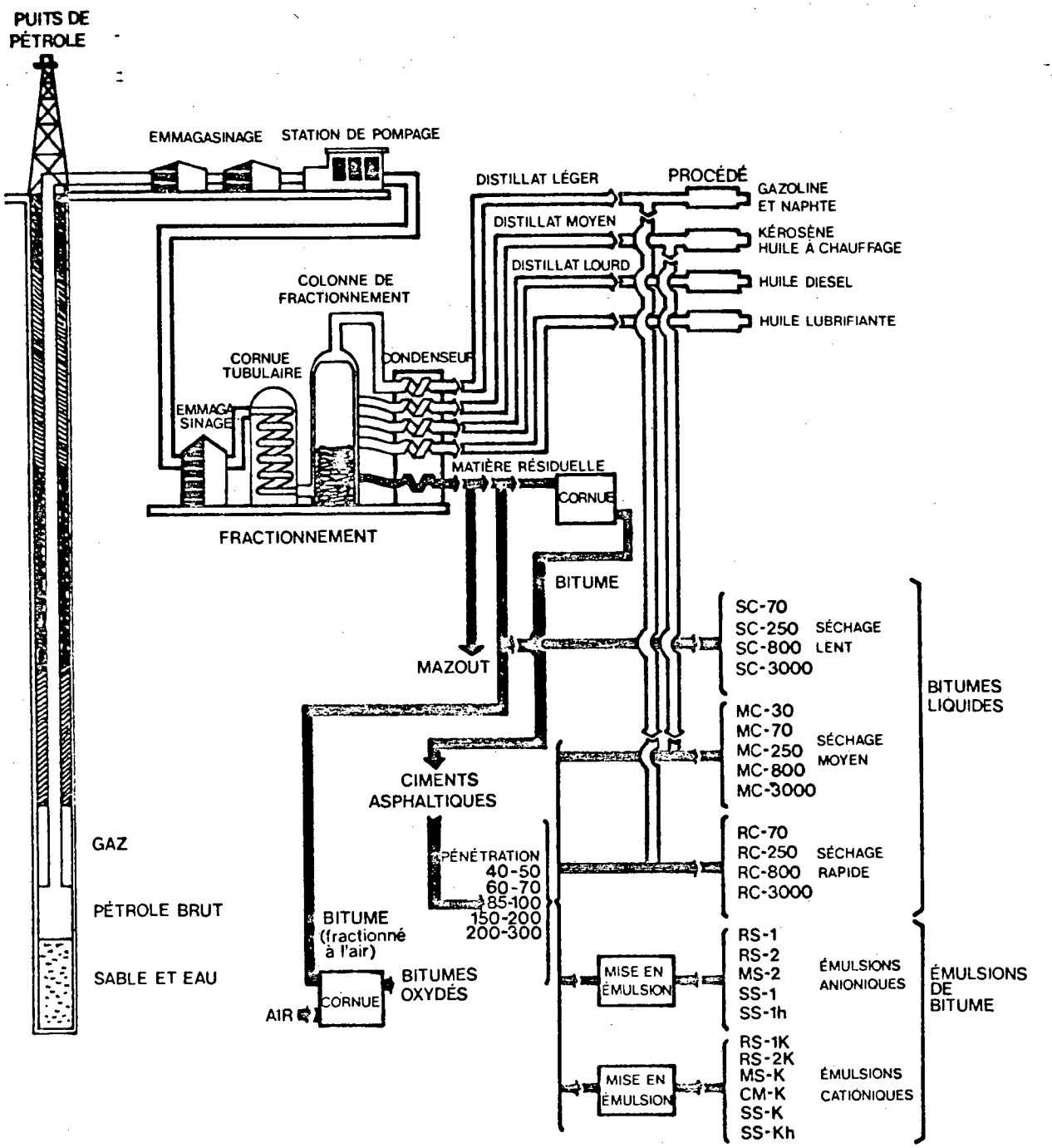


Fig.1: Raffinage du pétrole brut

tout simplement de la profondeur du gisement de pétrole brut, la teneur en bitume peut varier considérablement ainsi que celle en paraffine. Comme la paraffine s'oxyde facilement à l'air pour donner un résidu poudreux, qui n'a aucune propriété adhésive avec les granulats, la qualité d'un bitume pour usage routier est grandement affectée par son contenu en paraffine.

4.0 Composition

Pour pouvoir déterminer pleinement la composition de certains matériaux, surtout ceux d'origine organique, il est nécessaire de procéder non seulement à une analyse chimique, mais aussi physique, étant donné que le principal élément, l'élément de base, est le même pour tous: soit le CARBONE.

Le bitume étant justement de cette grande famille, il faut donc examiner la composition chimique élémentaire et aussi celle dite de groupe.

4.1 Composition chimique élémentaire

Une analyse chimique du bitume, un liant hydrocarboné, permet de retrouver cinq (5) éléments principaux, combinés dans des proportions assez bien définies, soit: 82 à 85% de carbone, 12 à 15% d'hydrogène et 2 à 3% d'oxygène, soufre, azote. Ces éléments sont

absolument les mêmes que ceux que l'on retrouve autant dans le pétrole brut que dans les produits qui en sont dérivés, que ce soit la gazoline elle-même, le naphte, le kérosène, les huiles routières, les huiles lubrifiantes, les bitumes, etc. La différence entre tous ces produits réside essentiellement dans les molécules que forment ces divers éléments. Ainsi, les molécules de bitume sont beaucoup plus grosses et complexes que celles de la gazoline.

L'étude de la chimie organique montre que des composés organiques, constitués des mêmes éléments dans les mêmes proportions, peuvent être très différents, selon que leur poids moléculaire diffère, c'est-à-dire selon que leurs molécules sont formées de plus ou moins d'atomes de ces éléments (et cela dans une même famille).

4.2 Composition chimique de groupe

La composition chimique du bitume varie selon le type de méthode utilisé pour séparer les constituants. Celle décrite ici est tirée d'une étude préparée par G.-Ls. Huot[1] sous la direction de L.P. Blanchard avec la collaboration de B.P. Canada.

Le bitume est une substance chimique complexe. Les constituants peuvent être séparés en groupe de composants chimiques par plusieurs méthodes, soit selon leur solubilité dans divers solvants, soit selon

leurs poids moléculaires, soit encore selon les groupements chimiques. Une méthode assez efficace de caractérisation est celle illustrée à la figure 2. Il s'agit de séparer d'abord les asphaltènes du bitume des maltènes par précipitation des premiers à l'aide du n-heptane. La partie soluble, c'est-à-dire les maltènes, sont séparés ensuite en trois groupes par chromatographie: 1- les hydrocarbures saturés (paraffines et naphtènes); 2- les produits cycliques (naphtènes et aromates) et 3- les résines (aromatiques polaires). Les hydrocarbures saturés peuvent être subdivisés en composés cireux et non-cireux. Bien qu'on est encore loin de connaître avec exactitude l'action chimique de ces différents groupes entre eux ou séparément, on sait que l'équilibre de ces différents groupes de composés déterminent les propriétés physiques des bitumes, telles que la pénétration, le point de ramollissement, la susceptibilité à la température, etc...

5.0 Classifications et normes des liants bitumineux

La présente section contient les normes sur les liants bitumineux utilisés dans la confection de chaussées. Ces liants sont des trois types suivants:

- les bitumes (ciment asphaltique)
- les émulsions de bitume
- les bitumes liquides (Cut Back), (bitumes fluidifiés en Europe)

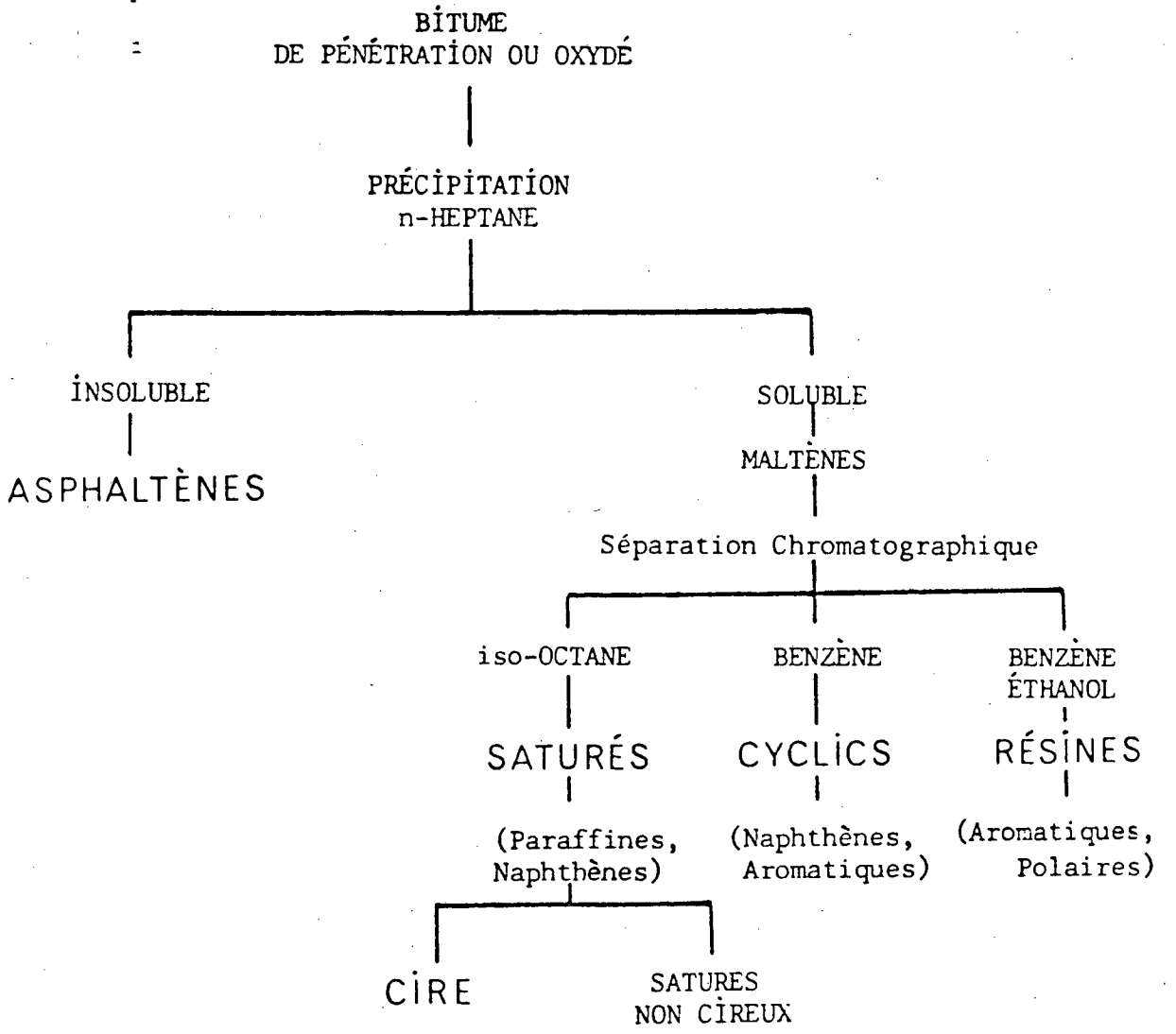


Fig.2: Bitume: composition chimique

5.1 Bitumes

Les bitumes sont des liants utilisés à chaud dans la préparation des mélanges bitumineux. Ils se divisent en plusieurs catégories, suivant leur dureté déterminée par l'essai de pénétration. Ils peuvent également être divisés suivant leur viscosité originale à 60°C (les bitumes AC) ou selon leur viscosité à 60°C après étuvage en film mince (les bitumes AR). La norme ASTM D-3381 donne les spécifications de ces deux groupes de bitumes. Il y a une certaine correspondance entre les bitumes classifiés par la pénétration et ceux classifiés par la viscosité: par exemple les bitumes 85-100 et 150-200 correspondent à peu près aux bitumes AC-10 et AC-5 et aux bitumes AR-4000 et AR-2000.

Pour chaque catégorie de bitume, le fournisseur doit établir et mettre à la disposition du client un graphique viscosité - température sur un échantillon représentatif du bitume livré (Fig. 3).

La norme qui s'applique: ONGC - 16-GP-3 (dernière édition).

Les additions et modifications apportées à ces normes apparaissent au tableau 1.

Effet de la température sur la viscosité

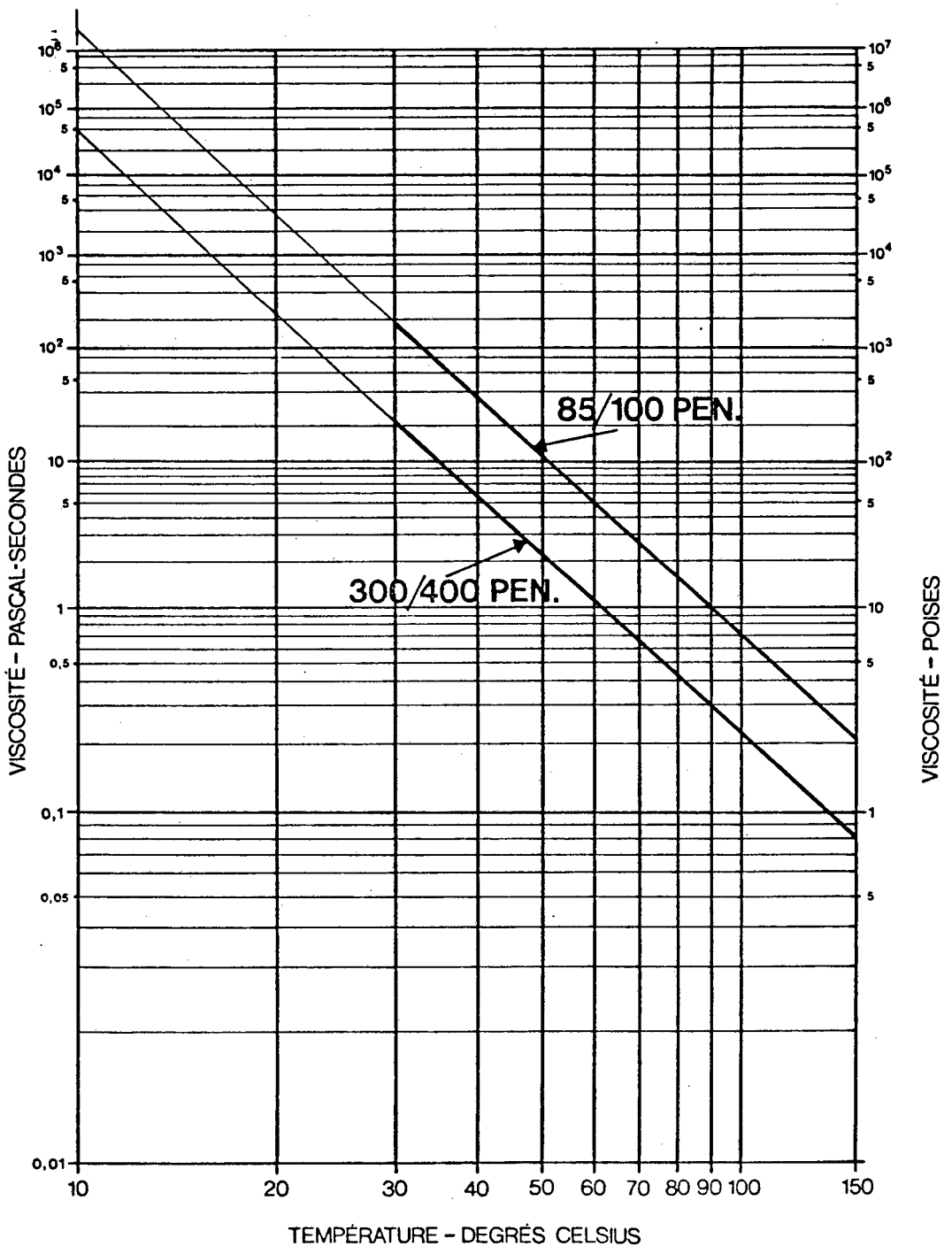


FIGURE 3

TABLEAU 1

MINISTERE DES TRANSPORTS - QUEBEC

SPECIFICATIONS SUR LES BITUMES

Essai	Ref. ASTM	Grade	85 - 100		120 - 150		150 - 200		250 - 300		300 - 400	
		Exigences	Min.	Max.	Min.	Max.	Min.	Max.	Min.	Max.	Min.	Max.
Pénétration à 25°C	D-5		85	100	120	150	150	200	250	300	300	400
Point d'éclair, C.O.C., °C	D-92		230	---	220	---	220	---	175	---	175	---
Viscosité cinématique à 135°C mm^2/sec	D-2170		280	---	225	---	200	---	160	---	120	---
Etuvage	D-1754											
- % de la pénétration originale			47	---	42	---	40	---	37	---	35	---
- perte par chauffage, %			---	0.85	---	0.85	---	1.3	---	1.3	---	1.3
- ductilité à 25°C			75	---	----	---	100	---	100	---	---	---
Ductilité (cm) à 4°C	D-113		6	---	8	---	10	---	15	---	20	---
Solubilité (% en masse)	D-2042		99.0	---	99.0	---	99.0	---	99.0	---	99.0	---

* Sources: 1- Cahier des charges et devis, mars 1972, Ministère de la Voirie.

2- Office des Normes du Gouvernement Canadien, 16-GP-3M, juillet 77.

SAINTE-FOY, le 4 mars 1981

Faculté des sciences appliquées
Université de Sherbrooke
/
Technologie du génie civil
Collège de Sherbrooke

5.2 Emulsions de bitume

Les émulsions de bitume sont des liants préparés par la dispersion d'un bitume dans l'eau à l'aide d'un émulsif. Elles se divisent ordinairement en deux (2) genres:

- Les émulsions anioniques
- Les émulsions cationiques

Ces deux genres se subdivisent chacun en trois (3) espèces:

- RS, à séchage rapide
- MS, à séchage moyen
- SS, à séchage lent

Il existe aussi les émulsions spéciales pour des usages particuliers.

5.2.1 Emulsions Anioniques

La norme qui s'applique: CAN 2 - 16.2 (dernière édition).

Pour l'espèce à séchage moyen MS, la norme qui s'applique est:

ASTM D-977 (dernière étiditon).

5.2.2 Emulsions Cationiques

La norme qui s'applique: CAN 2 - 16.4 (dernière édition).

Pour l'espèce à séchage moyen MS, la norme qui s'applique est:

ASTM D-2397 (dernière édition).

5.2.3 Emulsion à flottabilité élevée

La norme qui s'applique: ONGC 16-GP-5M (dernière édition).

5.2.4 Emulsion servant aux mélanges bitumineux pour réparation à froid

	Exigences min.	Exigences max.	Méthode ASTM
A) Sur l'émulsion			
a) Résidu de distillation, % en poids	64	____	D-244
b) Portion huileuse du distillat, % en poids	3	7	D-244
c) Viscosité - Saybolt Furol à 25°C, s	20	90	D-244
d) Essai granulométrique: % en poids refusé sur le tamis # 20		1	D-244
e) Stabilité au stockage, 1 jour, % en poids		1	D-244
B) Sur le résidu			
a) Pénétration à 25°C 100 g, 5 s	150	200	D-5
b) Flottabilité à 60°C, s	18		D-139
c) Solubrité dans le trichloréthylène, % en poids	97,5		D-2042

5.2.5 Emulsion pour coulis de scellement

Exigences	Min.	Max.
1- Viscosité SSF à 25°C, s	15	40
2- Résidu de distillation, % en poids:		
Emulsion anionique	60	
Emulsion cationique	62	
3- Essais sur le résidu:		
Pénétration à 25°C, 100 g, 5 s	85	100
Ductilité à 77°F, cm	100	

5.3 Bitumes liquides

Les bitumes liquides sont des liants bitumineux, préparés par la dissolution d'un bitume dans un solvant hydrocarboné, sauf parfois pour certains à séchage lent qui peuvent être obtenus directement du raffinage. Ils se divisent en quatre (4) espèces:

- Bitume liquide à séchage rapide - RC
- Bitume liquide à séchage moyen - MC
- Bitume liquide à séchage lent - SC
- Bitume liquide à séchage mi-rapide - RM

La norme qui s'applique: CAN 2 - 16.1 (dernière édition).

6.0 Choix du liant bitumineux

Le choix du type de liant bitumineux est influencé par différents facteurs et la nature même du liant est parfois le plus important de ces facteurs. Par exemple, dans les mélanges bitumineux, le choix

du liant peut dépendre de la température du granulat lors du malaxage. Un bitume, à cause de sa viscosité élevée à basse température, ne peut être malaxé avec un granulat à température ambiante à moins qu'il ne soit moussé à la vapeur d'eau par le procédé "Foam asphalt" ou avec l'eau par le procédé "Foamix". Le tableau 2 fournit une indication de la température des différents types de liants bitumineux et des granulats lors du malaxage.

Le plus souvent le choix du liant bitumineux se fait en fonction de l'utilisation que l'on veut en faire, c'est-à-dire de la nature du procédé ou des travaux à exécuter. Un tel choix est présenté de façon schématique dans le tableau 3. C'est le tableau préparé et utilisé par le Ministère des Transports du Québec. Ce choix est discuté sommairement dans le présent texte en fonction de l'utilisation de chacun des trois types de liant bitumineux.

6.1 Utilisation des types de bitume (Ciment Asphaltique)

Chacun des types de bitume énumérés au tableau 1 peut répondre à des besoins particuliers.

Parmi les caractéristiques propres à chacun d'eux, la viscosité est celle qui prédomine généralement dans le choix à cause de son influence sur la stabilité, le vieillissement plus ou moins rapide, la température d'utilisation lors du malaxage, du transport du mélange et de la mise en oeuvre et la fissuration à basse température.

TABLEAU 2

Les liants bitumineux et la température de malaxage

Type de liant	Température de malaxage	
	liant	granulat
BITUME (ciment asphaltique)	C	C
BITUME MOUSSÉ (Foam asphalt) (Foamix) (bitume dispersé en mousse par la vapeur d'eau)	C	A
BITUME LIQUIDE (Cut back) (bitume dissout dans un solvant)	C-M-A	M-A
ÉMULSION (bitume dispersé dans l'eau avec agent émulsifiant)	M-A	C-M-A

où: C: Chaude (>105°C)

M: Moyenne (35°C-105°C)

A: Ambiante (température de l'air ambiant)

TABLEAU 3: PRINCIPAUX USAGES DES LIANTS BITUMINEUX

Pour fixer le choix, il faut connaître les avantages (et les inconvénients) d'utiliser un type plutôt qu'un autre et tenir compte de plusieurs considérations, dont les suivantes:

- le climat régional
- le type de mélange (en fonction du genre de travaux à exécuter)
- le genre et le volume du trafic
- les caractéristiques du bitume

L'utilisation de ces types de bitume, en fonction du genre de travaux à exécuter, est présentée dans un tableau de la norme ONGC 16-GP-3.

A cause de notre climat rigoureux de l'hiver, la règle qui s'applique, selon la majorité des experts en revêtements bitumineux, est de choisir le bitume le plus mou possible afin de minimiser les fissurations de retrait au froid. La figure 4, tirée d'un travail de J. Lefebvre[2], montre bien la relation entre la pénétration et le nombre de fissures. Cependant, il faut également tenir compte des températures d'été pour éviter les problèmes de déformation permanente et de ressuage, car la stabilité des mélanges bitumineux diminue avec la température et l'augmentation de la pénétration du bitume, tel qu'illustré par la figure 5 tirée également du travail de J. Lefebvre.[2]

Cela signifie que pour les villes, où le trafic peut être dense et la température passablement élevée, le bitume à utiliser serait un 85-100. Ces villes comprendraient Montréal, Valleyfield, Drummondville,

RELATION ENTRE LA FISSURATION TRANSVERSALE ET LA PÉNÉTRATION À 25°C DES BITUMES (LEFEBVRE, 1969)

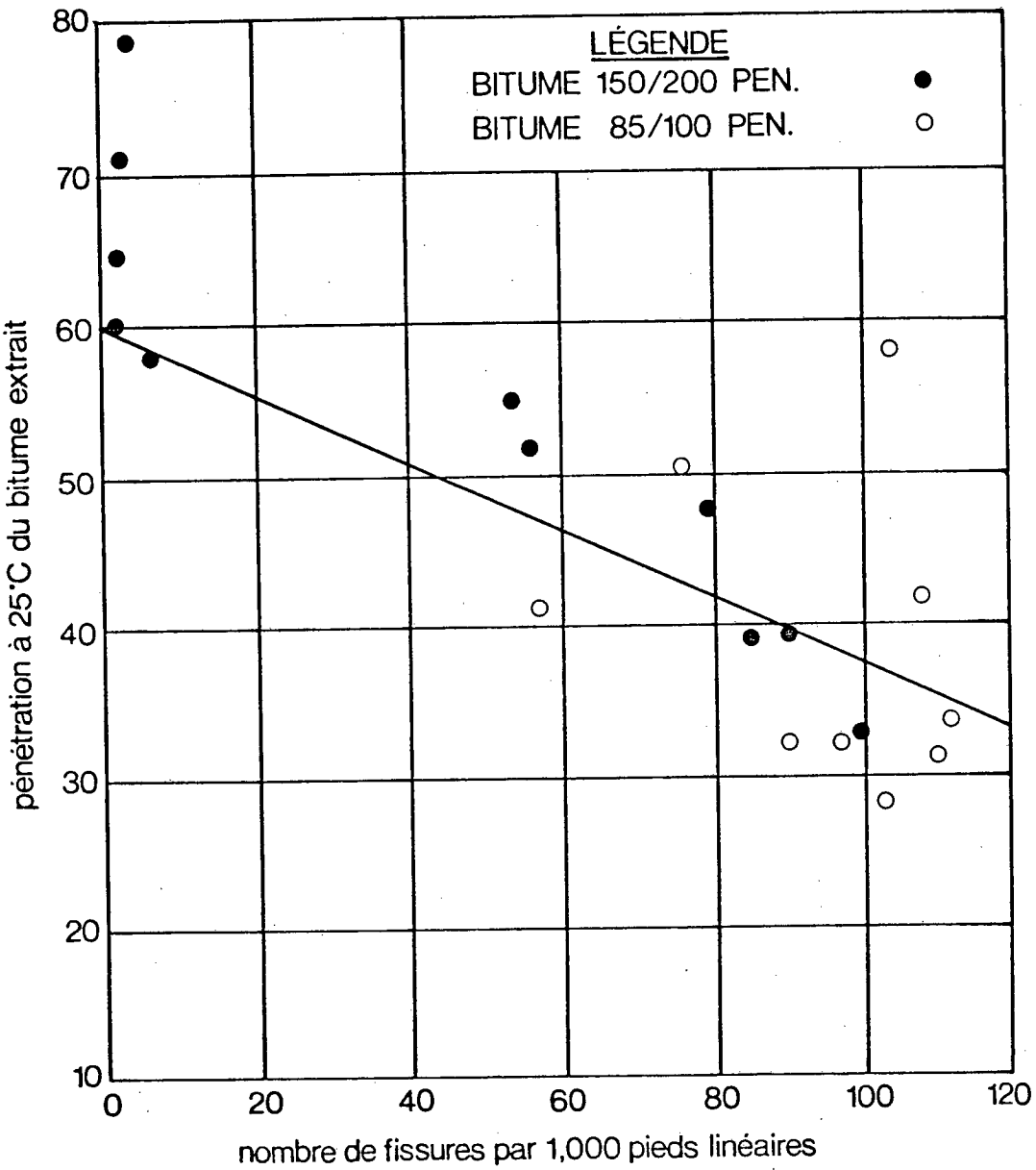
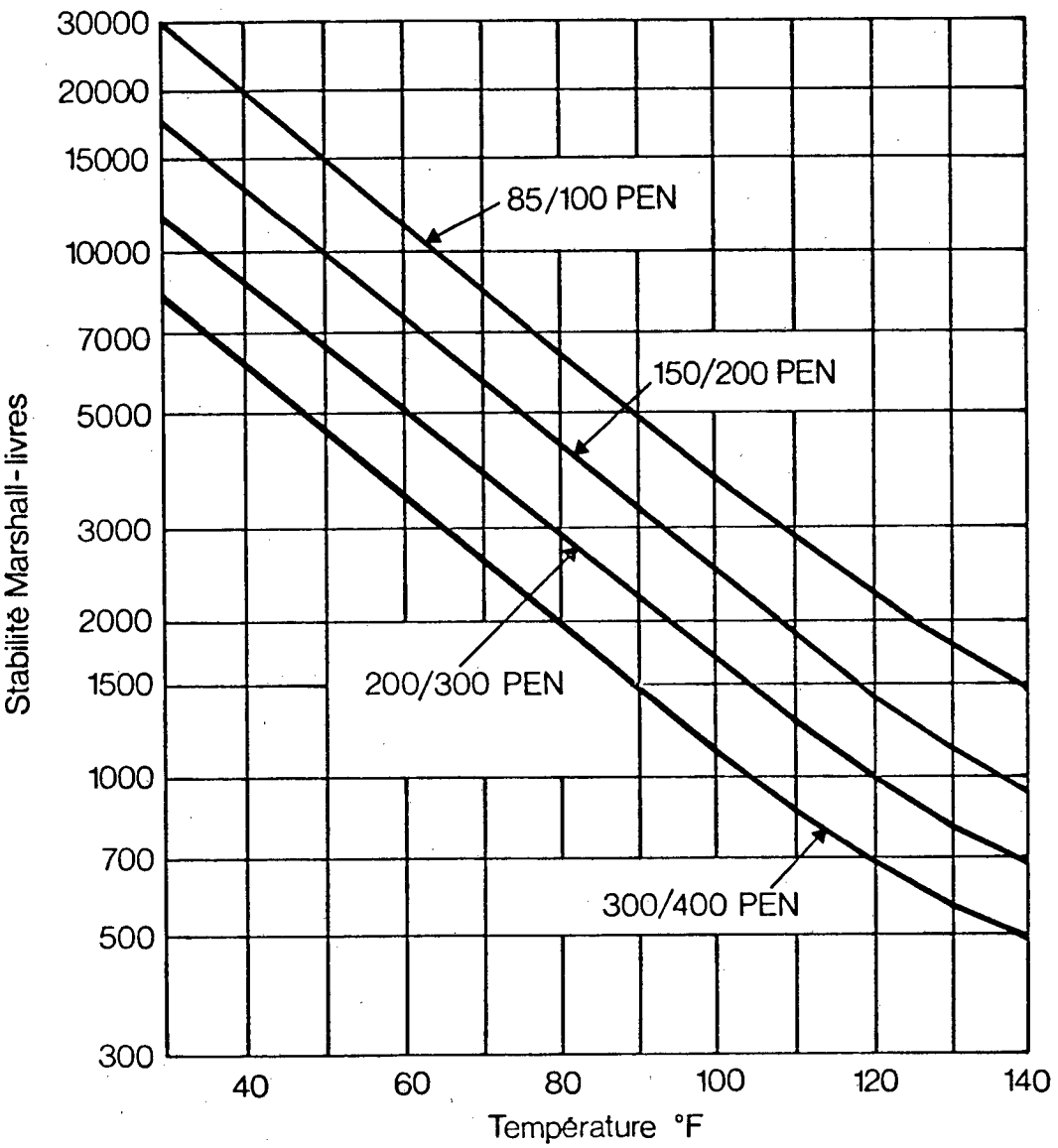


FIGURE 4

EFFET DU GRADE DE BITUME
SUR LA STABILITÉ MARSHALL



NOTES: 1) Taux standard de déformation: 2.0 po/min.
2) Bitumes de la même source

FIGURE 5

Laval, Sherbrooke, Trois-Rivières et Hull. Pour les régions autour de ces villes et les autres régions, le bitume 150-200 serait à conseiller. Même dans ces villes, si un bon design de mélange était fait, on pourrait sans crainte utiliser le 150-200.

Quant aux autres bitumes, ils seraient réservés pour des régions, des routes ou des mélanges particuliers qu'un design spécial recommanderait. Par exemple sur la Côte Nord, dans les parcs des Laurentides et de la Vérendrye, en Abitibi et à Chibougamau, des bitumes 200-300 et même 300-400 pourraient être utilisés.

Plusieurs méthodes existent pour savoir si le bitume utilisé résistera bien à la fissuration. Gaw[3] et ses collaborateurs, à la suite de l'essai routier Ste-Anne du Manitoba, ont proposé une des méthodes les plus simples et les plus pratiques pour prédire la température de fissuration avec la pénétration du bitume original (Fig 6).

6.2 Utilisation des émulsions de bitume

Des guides d'utilisation des émulsions sont présentés dans les normes ASTM D-977 et D-2397, et CAN 2 - 16.2 et 16.4.

Il est à souligner que les émulsions SS-1, SS1h et RS-1 sont utilisées souvent comme amorçage sur revêtement bitumineux. Les émulsions SS-1 et SS-1h sont presque toujours diluées avec 50% d'eau, alors que l'émulsion RS-1 ne peut pas être diluée. L'émulsion RS-1K est la plus

NOMOGRAPHE POUR PRÉDIRE LA TEMPÉRATURE DE FISSURATION AVEC LA PÉNÉTRATION DU BITUME ORIGINAL
(GAW et al)

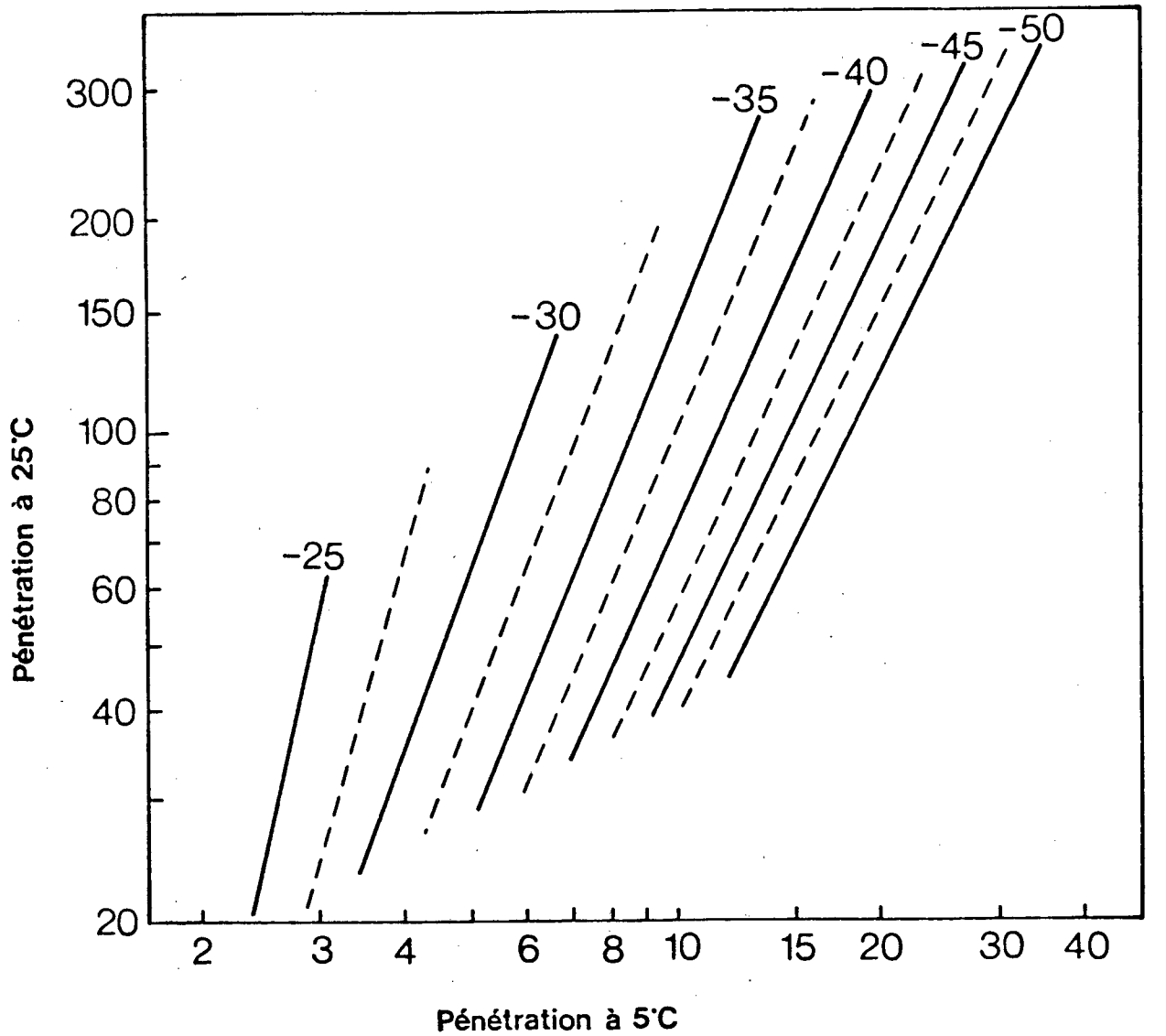


FIGURE 6

utilisée pour traitement de surface (enduit monocouche, bicouche ou tricouche) avec pierre de grosseur unique, alors que l'émulsion à flottabilité élevée est employée pour les traitements de surface avec pierre et gravier de granularité étalée.

Comme elles se rupturent au gel, les émulsions ne sont pas recommandées pour des travaux exécutés durant les périodes où les risques de gel existent.

6.3 Utilisation des bitumes liquides

Des guides d'utilisation des bitumes liquides sont présentés dans les normes ASTM D-2399 et CAN 2 - 16.1.

Les bitumes liquides MC-250 et 800 sont utilisés pour les mélanges de réparation à froid. Les RC-30 et 70 sont employés comme amorçage sur revêtement bitumineux et le RM-20 est utilisé comme amorçage ou plutôt imprégnation sur les matériaux granulaires.

Comme ils ne sont pas affectés par le gel, les bitumes liquides sont préférés aux émulsions comme amorçage l'automne et au début du printemps.

REFERENCES

1- Huot, G.-Ls., "Le Bitume"
Etude présentée à l'Université Laval Nov. 1972

2- Lefebvre J., "Choix du Grade de Ciment Asphaltique dans le Calcul d'un Béton Bitumineux", Rapport 1R-5M-69, Imperial Oil Entreprises Ltd.

3- Gaw W.J., Burgess R.A., Young F.D., "Road Performance after five years and Laboratory Predictions of low Temperature Performance" Proc CTAA, Vol XIX Nov. 1974

4- ASTM 1980 Annual Book of Standards Part 15

5- Asphalt Institute, Manual Series 4 et 5

6- Asphalt Institute, "Asphalt Technology and Construction", Instructor's Guide

7- Bulletin de liaison des LCPC, "Bitumes et Enrobés Bitumineux", Numéro Spécial V Dec. 1977

8- Barth E.J., "Asphalt Science and Technology", Gordon and Breach Science Publishes, New York 1962

9- Duriez M., Arrambide J., "Liants Routiers et Enrobés", Dunond, Paris

MINISTÈRE DES TRANSPORTS
QTR A 199 036