

ENROBES BITUMINEUX A FROID

N/Dossier: 556-15

CANQ
TR
GE
SM
175

740027

ENROBES BITUMINEUX A FROID

N/Dossier: 556-15

Préparé par: Richard Langlois, ing., M.Sc.
Responsable - Division Matériaux
Laboratoire Central
Ministère des Transports.

Québec, le 19 mai 1977.

CANQ
TR
GE
SM
175
RL/fg



Ministère des Transports
Centre de documentation
930, Chemin Ste-Foy
6e étage
Québec (Québec)
G1S 4K9

TABLE DES MATIERES

	PAGE
I- Introduction	1
II- Couches uniques sur routes secondaires et couches d'usure	2
Enrobés fabriqués en centrale	2
Enrobés fabriqués in situ	3
Expériences antérieures	3
Expériences de 1976	10
III- Mélange de réparation à froid	11
Expériences antérieures	11
Mélange à l'émulsion en Gaspésie	11
Mélange au bitume liquide de Hauterive	14
IV- Stabilisation à l'émulsion	16
V- Conclusion	17

ENROBES BITUMINEUX A FROID

N/Dossier: # 556-15

I- INTRODUCTION

Les enrobés bitumineux à froid sont définis, dans ce rapport, comme étant le mélange d'un agrégat à température ambiante avec un liant bitumineux. Ils peuvent être fabriqués avec un bitume liquide, un bitume moussé ou une émulsion de bitume.

Ces enrobés peuvent être fabriqués en centrale ou sur la route, et peuvent être utilisés tant comme mélange de rapiéçage à la main ou à la niveleuse, que comme couche unique ou de surface sur les routes secondaires et couche de base sur les routes principales. Ils peuvent également servir de stabilisation pour les accotements, les pentes de déblais et de remblais, et la structure même de la chaussée.

Bien qu'utilisés avec succès pour tous ces usages par plusieurs Etats américains et par la France, dont témoignent les nombreux rapports en référence, le ministère des Transports du Québec a voulu expérimenter à petite échelle ces enrobés à froid. Ces expériences ont consisté en couche unique sur route secondaire, en couche de surface sur route principale, comme mélange de réparation à la main ou à la niveleuse, et comme stabilisation de fondations.

II- COUCHES UNIQUES SUR ROUTES SECONDAIRES ET COUCHES D'USURE

Ces revêtements ont été réalisés à partir de mélanges fabriqués en centrale et in situ avec pulvi-mélangeur, usine-automotrice, et niveleuse.

1) Enrobés fabriqués en centrale

Ces enrobés ont été faits en 1975 et 1976 à Chibougamau.

L'essai de 1975 n'a pas été un succès, car il a été réalisé dans des conditions affreuses de températures basses et d'humidité très élevée de l'automne. Le séchage de l'émulsion n'ayant pu se faire, un désenrobage important et un arrachement très marqué se sont produits avec comme résultat une multitude de nids de poules, et autres trous plus considérables. Cela s'est produit tant pour la couche unique (quoique moindre dans ce cas) sur gravier que pour la couche de surface. Les photos # 1 à 18 illustrent la fabrication, la pose et le comportement de ce mélange posé en couche d'usure. Alors que les photos # 19 à 24 montrent la fabrication de la couche unique. La photo 13 montre le craquelage causé par le cylindrage du mélange à l'émulsion contenant trop d'humidité. Sur les photos # 20 à 22, on constate une ségrégation dans le gravier.

En 1976, seulement une couche unique sur gravier a été réalisée, et les résultats présents permettent d'espérer un franc succès. Les photos # 1 à 6 illustrent la fabrication du mélange. La pose est montrée dans les photos # 7 à 12, et l'allure du revêtement posé se voit très bien dans les photos # 12 à 16.





















13



14



15



16

2) Enrobés fabriqués in situ

A) Expériences antérieures

En 1967, une route expérimentale fut réalisée entre St-Marc et St-Amable, dans le comté de Verchères; trois sections différentes y ont été construites:

- 1° Mélange en place à la niveleuse avec bitume liquide MC-250 sur une longueur de 5700 pieds par 24 pieds de largeur. Ce mélange a été recouvert d'un traitement de surface simple une fois le curage complété.
- 2° Mélange en place au "Moto Paver" avec bitume liquide RC-800 sur une longueur de 5716 pieds par 24 pieds.
- 3° Traitement de surface double.

Les conclusions préliminaires tirées en 1968 par André Lelièvre sont les suivantes:

" A la suite de tous les essais et observations révélés jusqu'à ce jour, il serait présomptueux, malgré la foule des données acquises, d'apporter une conclusion définitive faisant suite à cette étude. Toutefois, il nous semble quand même logique d'essayer d'en tirer au moins une conclusion préliminaire.

A notre avis, la partie du mélange en place au moto-paver nous semble celle qui nous apportera les meilleurs résultats, i.e. que c'est la partie qui durera la plus longtemps en bon état, considérant le coût. Tout cela, malgré que la machinerie

employée était en assez mauvaise condition et que, sans cet état de chose, les résultats auraient pu être meilleurs. Malgré aussi un problème de ségrégation dans les agrégats lorsque ceux-ci provenaient directement du concasseur. Malgré enfin que le % de liant proposé est devenu trop bas vis-à-vis la granulométrie des agrégats provenant d'une réserve, et aussi une granulométrie différente de celle employée lors du calcul de ce % de liant.

La partie traitement de surface double, quoique assez satisfaisante dans l'ensemble, ne nous paraît comme tel pouvoir avoir une vie aussi longue que les mélanges en place.

Quant au mélange en place à la niveleuse, sa vie en général sera peut-être d'aussi longue durée que le mélange posé au moto-paver, mais son état général sera d'une qualité inférieure. Les raisons sont: la difficulté à obtenir l'uniformité dans le taux d'agrégats, et par suite du % de liant par rapport au mélange lui-même".

En septembre 1968, André Lelièvre faisait une inspection de la route expérimentale et apportait les remarques suivantes:

" Le 10 du mois courant, je suis allé jeter un coup d'oeil, en revenant de Montréal, sur la route expérimentale ci-haut mentionnée. A la fin de juin j'y étais allé et j'y avais remarqué l'apparition de bris sur le bord "est" du revêtement sur la

section faite au "moto-paver" à environ 2000 pieds de la fin du pavage. Or, mardi passé, j'ai pu m'apercevoir que sans aucun doute, ces bris sont dûs à la fondation et s'étendent sur une longueur de 1500 pieds. Le tout (pavage) a été réparé par la division, après que ces défauts s'eussent, semble-t-il, quelque peu agrandies.

Quant au reste, l'état général demeure le même, excepté la partie au "moto-paver" qui, dans l'ensemble, semble avoir une texture d'apparence plus uniforme et même moins rugueuse.

A noter que les réparations qui ont été apportées à cette route, au printemps, l'ont été avec un mélange surchauffé, car les pièces sont complètement de couleur brune, le bitume étant fortement oxydé".

Un an plus tard, soit en octobre 1969, il rédigeait ces constatations:

" Les défauts, bris ou anomalies remarqués sont dûs, en grande partie, au passage de niveleuses, soit pour faire l'accotement ou soit pour l'entretien partiel d'hiver. Bien entendu, les déficiences remarquées durant l'exécution sont comprises dans les bris mentionnés sur les relevés divers.

En somme, il y a eu quelques difficultés avec le traitement de surface double et le traitement de surface simple appliqué sur

" la partie du mélange en place, en ce sens que le joint central ne fut pas à la satisfaction de M. G. Roberge, Mais, à la dernière inspection, faite en octobre 1969, je fus à même de constater que l'ensemble n'avait pas été affecté par les deux dernières années; même plus, il m'a paru assez évident que l'apparence de la partie faite au moto-paver s'était améliorée, en ce sens que le pavage est plus uniforme, les joints moins apparents, et même pour une personne non avertie, il n'y a aucune différence avec un pavage conventionnel.

Ainsi donc, tel que noté dans les conclusions préliminaires du rapport initial, la partie faite au moto-paver est la mieux réussie, celle au traitement de surface double dure le moins longtemps, tandis que la section à la niveleuse, malgré les petites imperfections du traitement simple, semble apportée d'heureuses surprises".

En septembre 1971, nous avons inspecté la route expérimentale et nos remarques étaient identiques aux précédentes, car l'aspect de la route avait très peu changé.

La saison 1971 vit apparaître un programme assez élaboré de revêtement bitumineux à froid, alors appelé pavages économiques, qui devait mettre en concurrence divers procédés ou divers types de revêtements, classifiés selon les quatre catégories suivantes:

1^o Les revêtements fabriqués sur place avec une usine automotrice utilisant comme liant, soit un bitume moussé, soit

un bitume liquide, soit un bitume émulsionné.

- 2° Les revêtements fabriqués sur place avec un malaxeur pulvérisateur utilisant comme liant, soit un bitume liquide, soit un bitume émulsifié.
- 3° Les revêtements fabriqués sur place avec niveleuse utilisant comme liant un bitume liquide.
- 4° Les traitements de surface double.

Avec l'expérience et les connaissances de 1971, nous pouvons affirmer, avec assez de certitude, que ces types de revêtements étaient comparables si, d'une part, dans les trois premiers types, l'épaisseur est la même et si dans le 2e type, un traitement au sable scelle sa surface et dans le 3e type, un traitement de surface simple à la pierre recouvre sa surface, et si, d'autre part, une couche de gravier concassé 0 - 3/4", compacté à 95% du proctor modifié, et dont l'épaisseur compacté est égale à 2 fois l'épaisseur des trois premiers types de revêtement moins un demi pouce (2 x (Epaisseur - 1/2")). *est fixé comme base* Cela est nécessaire pour que tous les types de revêtement aient une capacité portante égale et un comportement à l'usure identique.

Cependant, nous affirmions alors qu'une étude de rebondissement avec poutre Benkelman et de comportement à l'usure devrait être exécutée pour prouver, avec une plus grande certitude, la véracité de cette équivalence.

En 1971, plusieurs milles de routes secondaires ont été revêtus d'un mélange fabriqué avec un pulvi-malaxeur par la Cie Flint-kote. Ce mélange était recouvert d'un traitement au sable et faisait partie des revêtements dits économiques. Tant en Gaspésie (Métis) qu'à Québec (Valcartier Village), le succès fut mitigé. Le même procédé utilisé en 1972 dans le district de St-Jean-Port-Joli, au Lac Trois Saumons, ne fut pas lui non plus une grande réussite. Le malaxage au pulvi ne distribuant pas le liant de façon suffisamment uniforme, de nombreux nids de poule sont apparus et il a fallu rapiéçer ces revêtements dès l'année suivante et y poser un traitement de surface. Le rapport fourni en annexe, rédigé par nous en 1974, complète l'information pour les travaux du Lac Trois-Saumons.

Quant aux revêtements à l'émulsion posés en Gaspésie, voici les remarques que nous avons faites à la suite d'une inspection le 16 août 1972:

Sur le revêtement exécuté sur la route allant de Pointe-au-Père à St-Anaclet, nous avons noté un arrachement très marqué, un rapiéçage avec mélange à chaud à la fréquence d'une cinquantaine de trous aux deux cents pieds. Il y a de l'orniérage causé par l'arrachement et par la déformation due au trafic. L'arrachement est tel que le traitement au sable est à peine perceptible, ne restant seulement quelques petites lisières où probablement les roues de voiture n'ont pas passé.

Sur la section où se trouve de la terre noire (douze pieds de terre noire selon les sondeurs du service des Sols qui étaient présents lors de mon inspection), on peut remarquer beaucoup de fissures polygonales et passablement d'arrachement, et quelques nids de poule. Le taux de rapiéçage est à peu près le même, soit environ 50 pièces par 200 pieds de longueur.

Quant à celui exécuté sur la route près de St-Octave de Métis, il est très beau par sections. Par contre, d'autres sections montrent un arrachement assez marqué, et, à quelques endroits, il y a encore quelques nids de poule qui devraient être rapiéçés. Il s'est produit un arrachement assez marqué du traitement au sable et également du revêtement lui-même, arrachement qui peut aller jusqu'à un pouce et même, dans certains endroits, jusqu'à deux pouces, provoquant ainsi des nids de poule, ce qui cause une rugosité très sentie au volant de l'automobile lorsque nous y circulons. Ce dernier pavage économique, en général, est assez bien réussi, mais un traitement de surface simple à la pierre devrait lui être posé. En plus, un rapiéçage préalable devrait être fait.

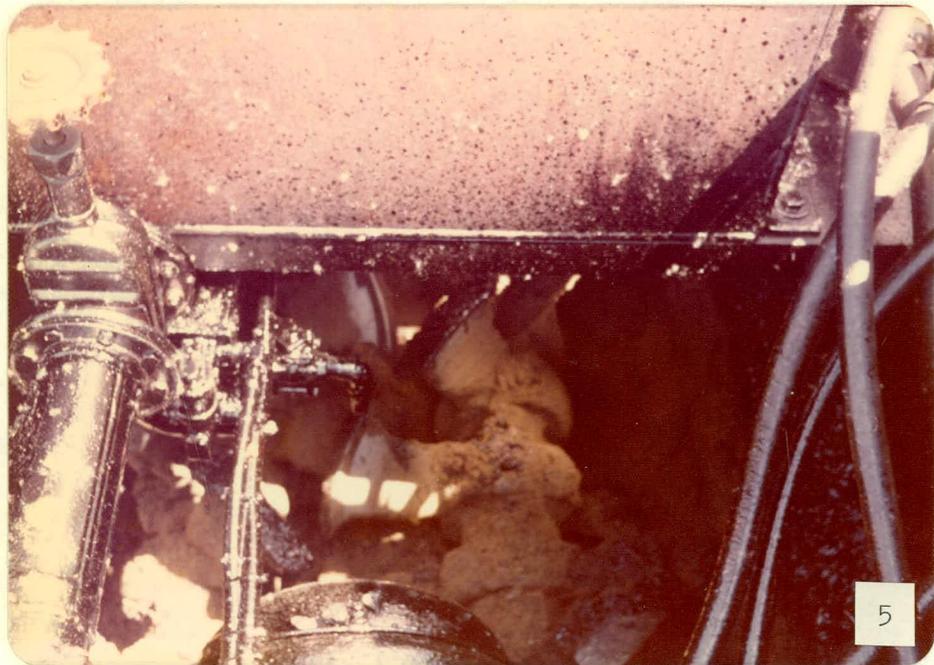
La même année, soit en 1971, un mélange avec niveleuse au bitume liquide MC-250 était exécuté sur une voie de desserte de la route transcanadienne à Daveluyville. Un seul problème est apparu sur ce revêtement: du ressuage. Il fut causé par le fait que l'entrepreneur n'a pas attendu que le séchage soit complété avant de poser le traitement de surface à la

pierre, et il a utilisé un bitume liquide RC-250 au lieu d'une émulsion pour ce traitement. Cependant, des applications ultérieures de pierres ont corrigé presque complètement ce problème, et le revêtement est encore très beau aujourd'hui.

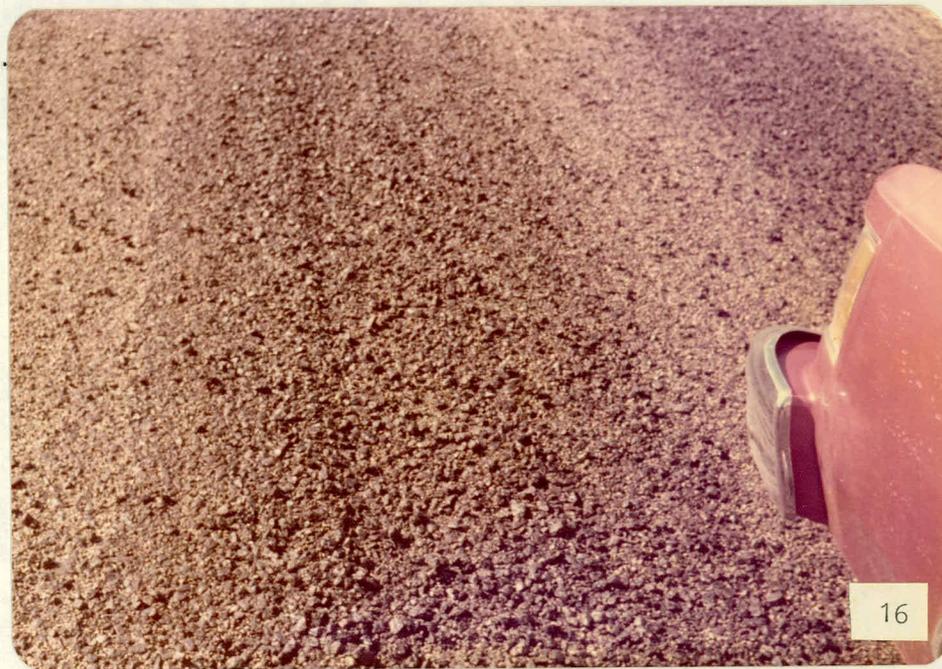
B) Expériences de 1976

En 1976, avec l'usine automotrice Midland Paver de Flintkote, un revêtement avec mélange ouvert à la pierre a été fabriqué à New Glasgow. Un autre, avec mélange fermé au gravier, a été posé à St-Jovite sur la route du Lac Maskinongé. Les résultats présents laissent croire à un succès certain. Les photos # 1 et 2 montrent la faiblesse de la fondation de la route sur laquelle a été posé le mélange avec gravier à granulométrie dense. Les photos # 3 à 7 illustrent la mise en oeuvre du revêtement, et les photos # 8 à 12 font voir ce revêtement une fois posé. Quant au revêtement avec pierre à granulométrie ouverte, il est illustré par les photos # 13 à 16. Notre inspection du 23 septembre 1976 (photos #17 à 32) nous permet de fonder de bons espoirs dans les couches uniques fabriquées, tant en mélange ouvert ou fermé, par le Midland Paver.







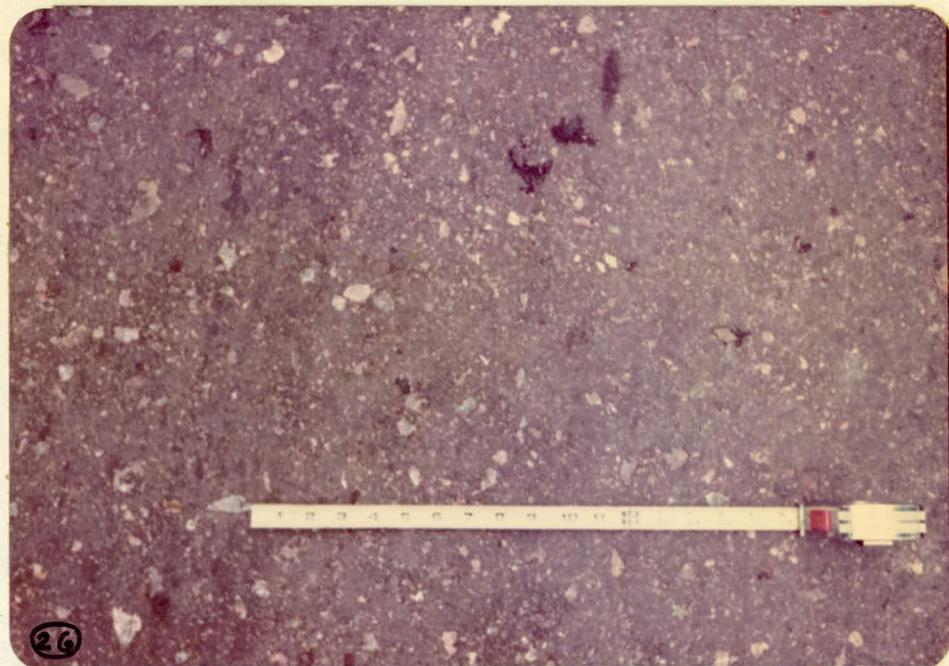








25



26



27



28



III- MELANGE DE REPARATION A FROID

Le type de mélange à froid le plus connu au Québec est celui fabriqué en automne dans les usines de béton bitumineux et stocké pour usage durant l'hiver et le printemps. Cet enrobé est cependant fabriqué à chaud et il est décrit aux articles 16.07 et 28.09 du Cahier des Charges et Devis Généraux du Ministère des Transports. Dans le présent travail, seuls les mélanges préparés et posés à froid sont discutés.

A) Expériences antérieures

Durant les années 50, quelques districts (divisions à cette époque là) fabriquaient, au moyen d'un malaxeur du type malaxeur à ciment portatif, un mélange à froid avec de la pierre ou du gravier et un bitume liquide MC-250 appelé alors MC-2. Cet enrobé servait non seulement pour le rapiéçage d'hiver, mais, dans certains cas, il était aussi utilisé l'été, quand aucune usine à chaud n'opérait dans ou près du district.

B) Mélange à l'émulsion en Gaspésie

Préparé en mai 1976 par la Cie Mulco, avec son usine Colenco, ce mélange a été utilisé comme rapiéçage à la main et à la niveleuse. Fabriqués et mis en réserve à:

- 1° Sully dans le district # 10 (photos # 1 à 10)
- 2° Rivière Madeleine (maintenant à Mont-Louis) dans le district # 03 (photos # 11 à 18)

















3^o Grande-Rivière (Brèche à Manon) dans le district # 02
(photos # 19 à 26)

4^o Oak Bay dans le district # 04 (photos # 26 à 32)

ces mélanges n'ont pas donné le rendement attendu. Une inspection, du 19 au 26 août 1976, nous a permis de constater cet échec, mais, en même temps, de réaliser qu'avec certains ajustements il sera possible de fabriquer un mélange qui donnera un très bon rendement.

Lors de notre inspection, nous avons noté la présence encore importante d'eau et de solvant dans les réserves de mélange à l'émulsion (photos # 1, 2, 3, 11, 19, 20, 27 et 28). Selon les contremaîtres des districts concernés, il y avait amélioration par rapport au début, mais le mélange était encore trop fluide et difficile à compacter. C'est pourquoi ils ne voulaient plus utiliser le reste des réserves.

Nous avons suggéré aux districts d'utiliser le restant du mélange comme matériel stabilisant sur les pentes subissant ou ayant subi des dommages d'érosion. Le chef de district de St-Pascal voulait utiliser le restant comme recouvrement sur une route secondaire en gravier et nous l'avons encouragé dans ce sens. Quant à celui de New-Carlisle, il a l'intention d'en conserver une partie pour rapiéçer des petits trous.

Nous lui avons alors conseillé de l'utiliser avant le gel, car ce mélange contenait encore trop d'eau et le gel le ferait prendre en pain. Pour ce qui est de la réserve de Grande-Rivière, nous en avons posé une partie sur la route 132

(photos # 21 à 25), une partie dans la cour de la Station Centrale de Brèche à Manon (photo # 26), où aucun trafic ne circule, afin de voir si le mélange finira par sécher et durcir suffisamment. Le restant a été posé sur une route d'accès à un banc de gravier secondaire et sur la route du rang 14 au rang 28. Là, les résultats sont meilleurs que sur la 132, car le trafic est plus léger. Enfin, le district de Ste-Anne-des-Monts pense épuiser le reste de la réserve, principalement en obturant les trous le long du quai de la route 132 créés par l'érosion de la mer, et aussi en s'en servant pour rapiéçer les petits trous après que les usines de béton bitumineux seront fermées. Nous les avons approuvés tout en les mettant en garde de l'impossibilité de son utilisation en période de gel à cause de la trop grande teneur en eau qui est demeurée dans ce mélange.

En conclusion, nous pouvons affirmer que l'expérience est très profitable, même si les résultats actuels sont très décevants. En effet, nous connaissons les causes de l'échec et nous savons désormais quoi faire pour s'assurer du succès des mélanges de réparation à l'émulsion.

Les causes de l'échec étant:

- 1° La trop grande teneur en humidité de l'agrégat au moment de la fabrication. Cela rend le mélange difficile à compacter et retarde le durcissement nécessaire pour obtenir une stabilité suffisante pour résister aux charges du trafic.

- 2° La teneur trop élevée en solvant dans l'émulsion. Cela rend le bitume trop fluide et il a tendance à ressuer en surface (photos # 4, 6, 9, 10, 23, 32). De plus, cela diminue la stabilité du mélange.
- 3° La teneur trop basse en pierre de l'agrégat. Cela rend la stabilité du mélange trop faible (photos # 5, 10, 12, 13, 16, 24, 31, 32).

Les ajustements à faire pour assurer le succès sont:

- 1° Préparer, l'année précédente, une pile d'agrégat pour qu'elle sèche durant l'été et conserve sa basse teneur en eau en le recouvrant d'une toile étanche pour l'automne et jusqu'au printemps suivant au moment de son utilisation.
- 2° Ajuster la teneur en solvant de l'émulsion pour que le mélange soit suffisamment malléable à la pose, même après trois mois d'entreposage, et qu'il durcisse rapidement une fois posé, et, cela, dès le début même de son utilisation.
- 3° Utiliser un agrégat dont la teneur en pierre est d'au moins 25% et fournissant une stabilité suffisamment élevée.

C) Mélange au bitume liquide de Hauterive

Ce mélange a été produit avec la pierre de la carrière du Boulevard de Hauterive et un bitume liquide MC-250 additionné de 1% d'agent tensio-actif Kling. L'usine Colenco de Mulco a servi pour le malaxage de l'agrégat avec le bitume liquide dont la teneur était d'environ 6%. La pierre rencontrait à

peu près le calibre 78 des normes du ministère.

D'après les gens du district 97 qui ont utilisé ce mélange durant l'hiver 76-77, il a donné des résultats très satisfaisants.

IV- STABILISATION A L'EMULSION

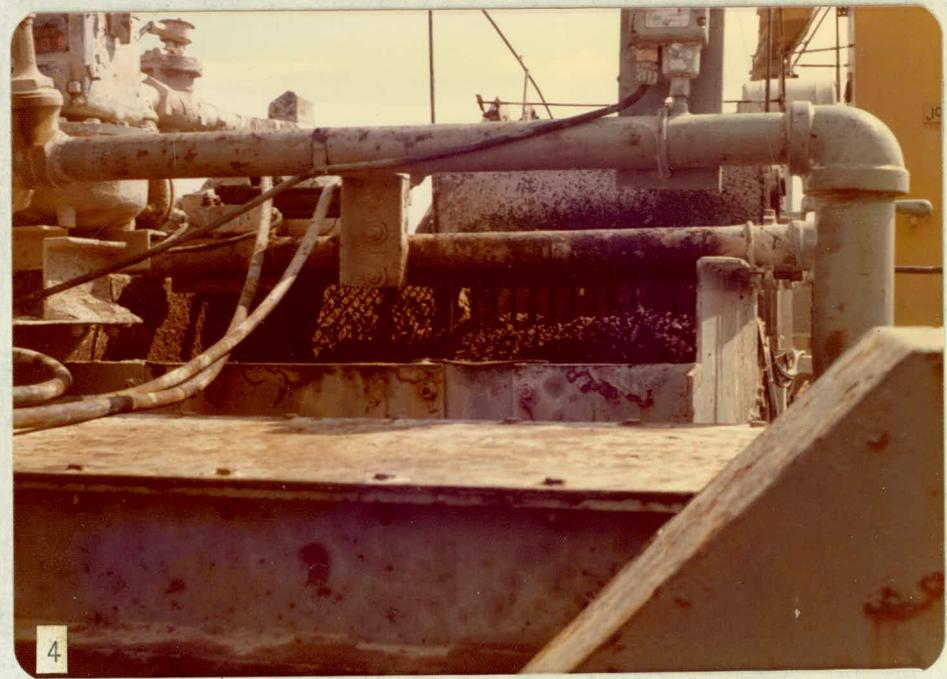
En 1969, sur le chemin Ferme-Neuve - Mont-Laurier, un vieux pavage a été brisé et stabilisé en place avec une émulsion. Les rapports de Pierre Zaikoff, publiés dans les proceedings de la CTAA en 1970 et 1972, témoignent du succès de cette stabilisation.

La même année, sur le chemin de St-Méthode à Dolbeau, six pouces de sable en place ont été stabilisées à l'émulsion avant d'être recouvert d'un béton bitumineux conventionnel. Une inspection visuelle aujourd'hui indiquerait un comportement au moins égal au design conventionnel.

En 1970, sur le chemin des Falls à Percé, 4 pouces de gravier ont été stabilisées à l'émulsion avant d'être recouvert de béton bitumineux conventionnel. Ce fut un succès, car cela a réglé le problème du glissement du béton bitumineux dans les pentes trop raides.

En 1974, une route de desserte de l'autoroute 30, près de Gentilly, a reçu une stabilisation au sable préparé en centrale avec émulsion. Le même sable stabilisé à l'émulsion a servi pour les accotements de l'autoroute (voir photos # 1 à 8) en 1975. Ces stabilisations ont été recouvertes de béton bitumineux et le tout semble donner d'excellents résultats.

La dernière stabilisation fut celle au gravier, exécutée en 1976 dans le district 27, et recouverte d'un traitement de surface. Il est encore tôt pour évaluer cette dernière, mais les gens de ce district en semblent très satisfaits à date.





V- CONCLUSION

Les enrobés bitumineux à froid ne peuvent sûrement pas être employés à tous les usages et servir avantageusement toutes les régions. Cependant, surtout depuis la crise de l'énergie, il faut envisager de plus en plus leur emploi, d'autant plus que l'expérience du Québec, dans certains domaines, a démontré ou tend à démontrer leur utilité.

Par ailleurs, l'expérience des autres, comme en témoigne la bibliographie annexée, montre que dans plusieurs cas il serait très avantageux d'utiliser les enrobés à froid.

BIBLIOGRAPHIE

- 1- ANDERSON, John "Asphalt Emulsions in Paving: open graded and dense graded". Second Annual Meeting AEMA, San Diego, California, March 1975.
- 2- CALDWELL, Donald L. "Use of portable mixing plants in asphalt emulsion surface mixes and base stabilization". Second Annual Meeting AEMA, San Diego, California, March 1975.
- 3- CARROLL, J.J. "Interim Report on National Experimental and Evaluation project (NEEP), No 19 - Use of Emulsified asphalt in base course mixtures". Second Annual Meeting of AEMA, Kona Kai Club, San Diego, California, March 1975.
- 4- COYNE, L.D. and RIPPLE, R.M. "Emulsified asphalt mix design and construction". Annual Meeting of the AAPT, Phoenix, Arizona, 1975.
- 5- DELP, LaRue "The use of emulsions in the state of Kansas". Third Annual Meeting AEMA, Toronto, Canada, April 1976.
- 6- DUNNING, R.L. and TURNER, F.E. "Asphalt emulsion stabilized soils as a base material in roads". Proc. AAPT, 1965.
- 7- FERGUSON, John "Emulsified asphalt used for seal coats". Third Annual Meeting AEMA, Toronto, Canada, April 1976.
- 8- HARKNESS, Les M. "Emulsion Basics". Third Annual Meeting AEMA, Toronto, Ontario, April 1976.
- 9- HEAD, R.W. "An informal report of cold mix research using emulsified asphalt as a binder". Annual Meeting of AAPT, Virginia, 1974.
- 10- HOLBERG, A.E. "Emulsified asphalts - Development in Canada". Thirteenth Annual Meeting of the CTAA, Ottawa, November 1968.
- 11- HUFFMAN, John E. "An overview of the uses of asphalt emulsion in paving and pavement maintenance". Second Annual Meeting AEMA, San Diego, California, March 1975.
- 12- HUFFMAN, John E. "Emulsified asphalt paving - Proper construction practices". Third Annual Meeting AEMA, Toronto, April 1976.

- 13- HUOT, Georges-Ls "Pavages à coûts modiques dans l'état du Québec".
VIe congrès mondial de la route, octobre 1970, Montréal, Canada.
- 14- KENNEDY, Douglas O. "Emulsion Basics - Mixes". Third Annual Meeting
AEMA, Toronto, Ontario, April 1976.
- 15- KOCH, Donald "Emulsion basics: seal coats, surface treatments,
slurry seal and tack coats". Third Annual Meeting AEMA, Toronto,
Canada, April 1976.
- 16- LANDISE, Cyril C. "World use of asphalt emulsion". Second Annual
Meeting AEMA, San Diego, California, March 1975.
- 17- LANGLOIS, Hugues "Stabilisation à l'émulsion de bitume". Ecole
Polytechnique, Montréal, 31 mars 1970, Génie Civil.
- 18- MARTINEAU, P.R. and FERGUSON, J. "Graded Aggregate Seal Coats Uti-
lizing Emulsified Asphalt". Annual Meeting of the AAPT, February
1975, Phoenix, Arizona.
- 19- MCLEOD, N., Day, A., Dybalski, J., Huffman, J. and O'Neal, S.
"Panel Discussion". Second Annual Meeting AEMA, San Diego, Cali-
fornia, March 1975.
- 20- NATIONAL Cooperative Highway Research Program, Synthesis of Highway
Practice - 30. "Bituminous emulsions for highway pavements".
Transportation Research Board, National Research Council - 1975.
- 21- O'BRIEN, L.G. "The use of moto pavers in Penndot". Third Annual
Meeting AEMA, Toronto, Canada, April 1976.
- 22- PINELLA, A. and AGNUSDEI, J.O. "The influence of the temperature in
the rate of setting of cationic asphalt emulsions". Proc. AAPT 1975.
- 23- RAND, David W. "Evaluation of the drum mixing process in Maine".
Department of Transportation, Materials and Research Division,
Technical Paper 74-9.
- 24- RAND, David W. "Evaluation of existing hot mix emulsion pavements".
Department of Transportation, Materials and Research Division, Maine,
Technical Paper 74-13, September 1974.
- 25- RAND, David W. "Evaluation of cationic emulsion for maintenance
purposes". Department of Transportation, Maine, Materials and
Research Division, Technical Paper 74-7, July 1974.

- 26- SCHREUDERS, H.G. "Basic Anionic Asphalt Emulsion". Third Annual Meeting AEMA, Toronto, Ontario, April 1976.
- 27- SCOTT, J.L.M. "Effects on drum mixers on the properties of asphaltic cold mixes". Proc. CTAA 1975.
- 28- SPAHR, J.D. "The use of emulsified asphalt in construction & maintenance". Symposium on Emulsified Asphalts in conjunction with the 1975 meeting of AAPT in Phoenix, Arizona.
- 29- SYNDICAT des Fabricants d'émulsions routières de bitume "Les graves-émulsion dans la construction et le renforcement des chaussées". Bull. Liaison Labo. P. et Ch. - 63, janv.-fév. 1973.
- 30- TENG, Paul "Emulsified asphalt stabilization of sandy soils in Missisipi". Second Annual Meeting AEMA, San Diego, California, March 1975.
- 31- TERREL, R.L. and WANG, C.K. "Early curing behavior of cement modified asphalt emulsion mixtures". AAPT 1971.
- 32- TERREL, R.L. "The use of the drum mixer with emulsions". Annual Meeting AEMA 1975.
- 33- THOMPSON, Harry J. "Future trends in highway construction in North America". Third Annual Meeting AEMA, Toronto, Canada, April 1976.
- 34- WRONG, G. "Stabilized or treated bases in Canada". Annual Convention of the Roads and Transportation Association of Canada, Vancouver, September 1971.
- 35- TRUEBE, M.A., Abdulla, E.S., Darter, M.I. "Factors affecting the response of emulsified asphalt mixtures". Annual Meeting of the Association of Asphalt Paving Technologists, February 1976.
- 36- U.S. Department of Transportation "Experience in the Pacific Northwest with open graded emulsified asphalt pavements". July 1974.

MINISTÈRE DES TRANSPORTS



QTR A 199 042