

MINISTÈRE DES TRANSPORTS
CENTRE DE DOCUMENTATION
PLACE HAUTE-VILLE, 24^e ÉTAGE
700 EST, BOUL. ST-CYRILLE
QUÉBEC, QUÉBEC, G1R 5M1

ROUTE QUEBEC-CHICOUTIMI
BILAN DES TECHNIQUES DE REMISE EN ETAT

CANQ
TR
GE
ENQ
564E
SC
135



Direction générale Expertises & Normes (Génie)		N° de classement	
Titre du rapport Route Québec-Chicoutimi, Bilan des Techniques de Remise en Etat			
Auteur du rapport Pierre De Montigny, ing., M.Sc.		Rapport d'étape ☐ An Mois Jour Rapport final ☒ 8, 1 0, 3 1, 1	
But de l'étude ou de la recherche Comparer entre eux divers modes de réfection de chaussées.		N° de dossier N° du contrat	

Étude ou recherche financée par (nom et adresse de l'organisme) Ministère des Transports du Québec	Étude ou recherche réalisée par (nom et adresse de l'organisme) Service des Sols et Chaussées Ministère des Transports du Québec 200 Dorchester Sud, 4e étage Québec G1K 5Z1
--	--

Renseignements supplémentaires MINISTÈRE DES TRANSPORTS CENTRE DE DOCUMENTATION 700, BOUL. RENÉ-LÉVESQUE EST, 21e ÉTAGE QUÉBEC (QUÉBEC) - CANADA G1R 5H1	MINISTÈRE DES TRANSPORTS CENTRE DE DOCUMENTATION PLACE HAUTE-VILLE, 24e ÉTAGE 700 EST, BOUL. ST-CYRILLE QUÉBEC, QUÉBEC, G1R 5H1
--	--

Résumé du rapport	
RECU CENTRE DE DOCUMENTATION JUN 27 1983 TRANSPORTS QUÉBEC	
Mots-clés CANQ TR GF EN 564	☐ Diffusion autorisée ☐ Diffusion interdite Signature du directeur général _____ Date _____

ROUTE QUEBEC-CHICOUTIMI

BILAN DES TECHNIQUES DE REMISE EN ETAT

RESUME

Sur la majorité du parcours reliant les villes de Québec et de Chicoutimi, la route 175 est exposée à des conditions climatiques extrêmement rudes. Celles-ci se traduisent par des hivers très longs et très froids et conduisent à une pénétration du gel de 225 et même 250 cm de profondeur.

En 1973, après 25 ans de service, la route manifestait une qualité de roulement très pauvre, une fissuration extrêmement prononcée et divers soulèvements par le gel. Ces désordres étaient cependant d'intensité variable et la portance de la chaussée paraissait assez acceptable. Il était donc permis de croire que plusieurs des secteurs les moins brisés pourraient être convenablement réparés à l'aide de simples recouvrements de béton bitumineux.

Sur un tronçon expérimental de 10,8 km, on eut d'abord recours à des recouvrements bitumineux qui étaient tantôt amiantés, tantôt renforcés à leur base par une membrane imperméable très forte en traction, tantôt enfin isolés du vieux revêtement par une couche intermédiaire flexible fabriquée à partir d'un bitume mou. Dans d'autres secteurs plus mauvais, on eut recours à des procédés plus élaborés prévoyant tantôt un rechargement granulaire au-dessus du revêtement existant, tantôt une scarification de l'ancien revêtement suivi d'un rechargement granulaire. Les résultats obtenus avec chacun de ces procédés sont analysés sous les aspects suivants:

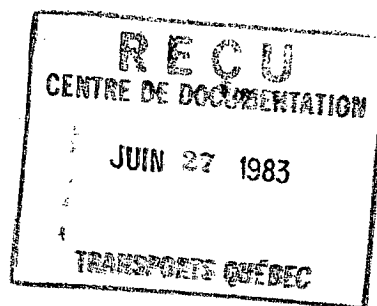
- Fréquence des fissures transversales Vs âge;
- Qualité du roulement Vs âge;
- Qualités des roulements d'hiver et d'été.

Ils indiquent d'abord que l'emploi d'amiante dans le mélange bitumineux ou d'un géotextile de renfort à la base du recouvrement n'a eu que peu d'effet sur le comportement ultérieur à la chaussée cependant que le rechargement constitué de 20 cm de gravier recouvert de 10 cm de béton bitumineux s'est avéré le meilleur mode de réparation.

Entre ces deux comportements extrêmes se situent les modes suivants:

- Le recouvrement épais (13 cm), entièrement en béton bitumineux, comportant une couche de base faite à partir d'un granulat dont la teneur en pierre était d'environ 80%.
- La scarification de l'ancien revêtement suivie de la pose de 15 cm de gravier et de 10 cm de béton bitumineux.

Il faut noter aussi que l'emploi d'un bitume mou et contaminé dans la confection de couches d'usure qui avaient été prévues sur quelques planches d'essai du tronçon expérimental au-dessus de l'ancien revêtement a conduit à du ressuage et a ainsi obligé le ministère à un mince recouvrement ultérieur. Ces courts secteurs se sont peu fissurés.



ROUTE QUEBEC-CHICOUTIMI
BILAN DES TECHNIQUES DE REMISE EN ETAT

Par:

Pierre De Montigny, ing.
Chef de la division
Structures de Chaussées
Service des Sols et Chaussées
Ministère des Transports du Québec

16EME CONGRES ANNUEL DE L'ASSOCIATION
QUEBECOISE DU TRANSPORT ET DES ROUTES

11, 12 et 13 mars 1981

INTRODUCTION

Localisation et climat

Les tronçons qui font l'objet de la présente étude sont tous situés sur la route 175, qui traverse le Parc des Laurentides et relie Québec à Chicoutimi. Sur la majorité de son parcours et notamment dans sa partie sise à l'intérieur du parc, la route repose à une élévation moyenne d'environ 750 mètres et est donc alors soumise à des conditions climatiques extrêmement rudes. Celles-ci se traduisent par des hivers très longs et une profondeur de gel de 225 à 250 cm.

Historique

La route avait originairement été ouverte à la circulation en 1948. Si l'on tient compte de l'époque où elle fut construite, des terrains accidentés qu'elle traversait et du trafic plutôt léger qu'elle allait desservir au début, on peut dire que du point de vue structural comme du point de vue géométrique, elle avait été conçue selon des critères très élevés.

L'augmentation du trafic et les rigueurs du climat liées à un usage intensif des sels déglaçants ne tardèrent cependant pas à laisser leurs traces. Bientôt, fissures et bris divers firent leur apparition et la route dut finalement être revêtue en entier de 1959 à 1964. Peu d'années après, on parlait déjà de fissuration précoce et même de dépenses à rendement douteux.

Au printemps de 1973, il devint manifeste qu'une réfection majeure s'imposait. Le Service des Sols fut alors chargé de mener une étude et de formuler des recommandations quant au mode de réfection qui devrait être adopté. Une étude sommaire basée sur quelques relevés visuels et sur la banque de données accumulées par la section de l'inventaire routier eut vite fait de démontrer que:

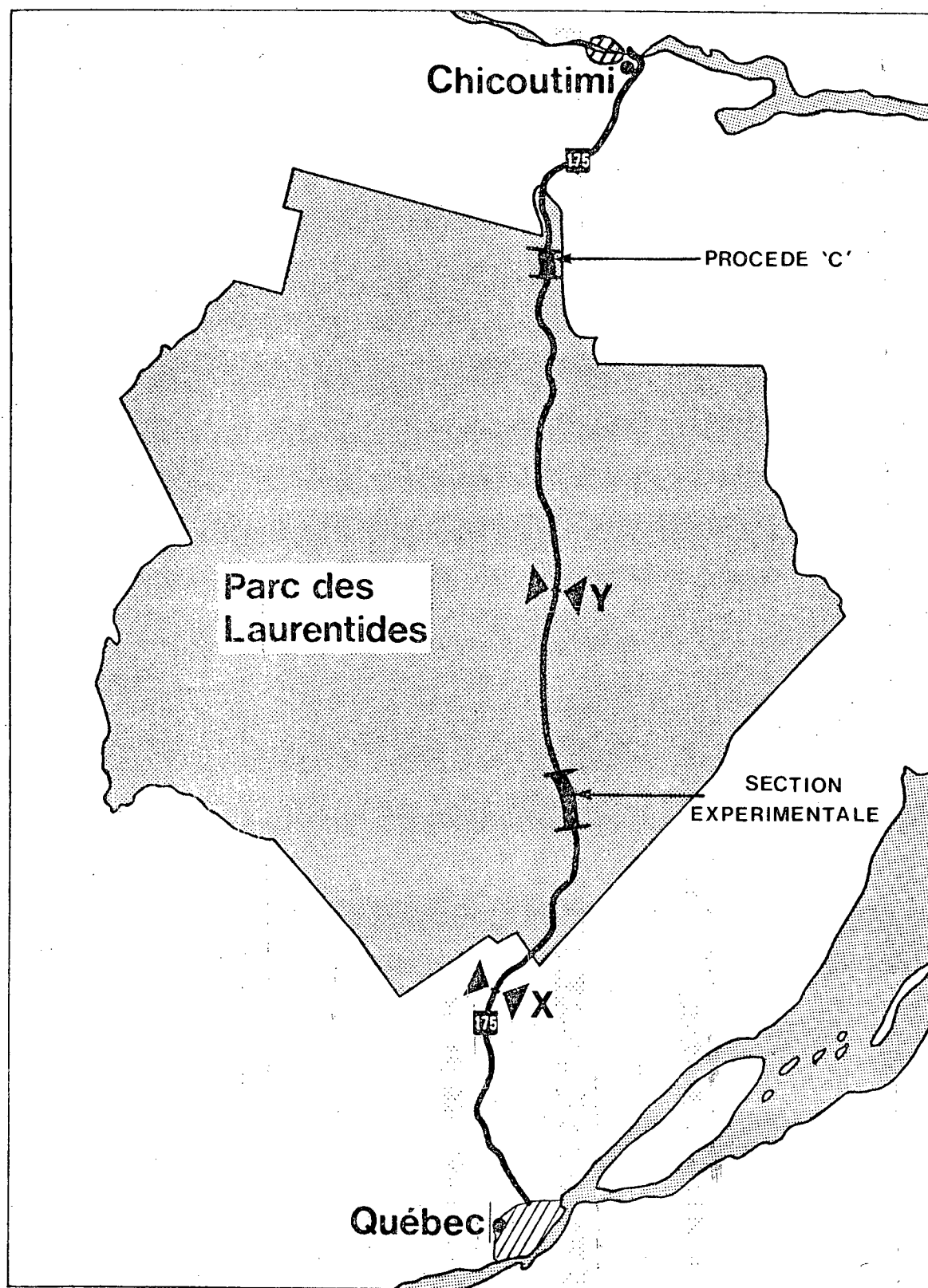


Figure 1 - Situation de la section expérimentale (planches 1 à 8), du tronçon (XY) dans lequel ont été étudiés divers secteurs réparés selon les procédés A et B mentionnés à la figure 2 et de celui réparé selon le procédé C.

- La route avait en général une portance assez satisfaisante.
- Les fissures transversales étaient très nombreuses, n'étant espacées que de 2,5 ou 3,0 m les unes des autres. Ces dernières étaient en outre fréquemment recoupées de fissures longitudinales donnant lieu à un réseau en forme de quadrilatères.
- En maints endroits et notamment dans les pentes, on notait des protubérances abruptes des lèvres des fissures, accompagnées ici et là de bris, ce qui rendait la conduite assez peu confortable à haute vitesse pour les automobilistes. Remarquons toutefois que les cahots de grande amplitude étaient très rares.
- Le drainage en maints endroits était déficient ce qui, notamment dans les secteurs en flanc de pentes, semblait cause d'infiltration d'eau dans les fondations, de soulèvements plus ou moins accentués en hiver et de divers bris du revêtement.

TRONCON EXPERIMENTAL

A partir du moment où il avait été démontré que la route dans son ensemble avait une portance satisfaisante, la solution recherchée paraissait résider davantage au niveau du revêtement. Il a alors été décidé d'avoir recours à quelques planches d'essais qui, nous l'espérons, seraient de nature à nous éclairer sur la méthode la mieux indiquée de remise en bon état de la route.

Notre choix pour mener de telles expériences se porta sur un tronçon de 10,8 km de longueur traversant une région tantôt horizontale, tantôt faiblement ondulée et reposant sur un sol qui avait paru peu variable. Le revêtement était cependant là aussi très fissuré.

Notre but à ce moment était d'étudier l'influence respective des facteurs suivants vis-à-vis le phénomène de la remontée des fissures dans une nouvelle couche de roulement:

- l'épaisseur de la couche;
- la teneur en amiante du mélange;
- la présence à la base de la couche d'une membrane de renfort très forte en traction.

Notre programme fut cependant quelque peu perturbé par des problèmes qui survinrent lors de la réalisation sur le chantier et qui découlaient d'un bitume qui avait malencontreusement été contaminé par d'autres hydrocarbures à l'usine au cours de diverses opérations. Ce dernier était notamment beaucoup trop mou en regard des normes du ministère, beaucoup plus en tout cas que celui de 150-200 de pénétration qui avait été prévu originairement. Ceci occasionna du ressuage en plusieurs endroits et nécessita finalement la pose d'une couche supplémentaire, faite cette fois à partir d'un bitume 150-200, partout où le bitume avait été employé (voir tableau 1).

Il convient toutefois de signaler que l'emploi d'un bitume mou, à moins d'être cause d'instabilité excessive, laquelle pourrait se traduire par de l'orniérage ou des bourrelets (ce qui ne fut pas le cas); ne peut être que bénéfique au point de vue fissuration. Pourtant, toutes les planches expérimentales sans exception se fissurèrent dès le premier hiver, le nombre de fissures par kilomètre variant de 35 pour la planche #5 à 98 pour la planche #3.

Ces résultats furent évidemment considérés trop pauvres pour que l'un ou l'autre des procédés concernés puisse être utilisé dans les zones les plus brisées de la route. Compte tenu en outre des difficultés éprouvées lors de la pose du revêtement et des coûts entraînés, soit par l'addition d'amiante, soit par l'emploi

Tableau 1- Description et comportement des planches d'essais réalisées en 1973.

Distance (km)		0,00	1,33	2,46	3,49	4,55	5,78	6,91	7,88	10,81
Planche N°		1	2	3	4	5	6	7	8	
Recouvrement global	Couche suppl. (67 kg/m ²)	■		■			■			
	Couche expérimentale - kg m ² - Amiante % - Membrane	118 —	118 1	109 —	117 2	111 1	88 —	105 2	80 —	
	Couche de correction (kg/m ²)	35	35	35	35	36	37	37	37	
Nombre de fissures/km	mars 1972	0,22 ← 301 → 1,82				5,02 ← 382 → 6,62	6,78	358 → 8,38		10,51
	mars 1974	59	81	98	48	35	86	50	80	
	février 1976	107 60	121	142	54	57	114 183	101	172	
	septembre 1980	172 86	186	168	55	78	134 228			
Uni Mays (cm/km)	8 mars 1974	33	38	35	28	32	41	27	44	
	16 octobre 1974	17	25	17	16	14	17	13	17	
	31 janvier 1975	35	46	32	25	35	73	43	70	
	12 février 1976	44 32	55	39	35	46	95 103	60	85	
	25 mars 1980	45	52	55	40	52	—	—	Pavé en 1978 →	

de la membrane, il ne semblait même plus avantageux de faire usage d'autre chose que d'un béton bitumineux ordinaire à quelque endroit que ce fût comme couche de roulement.

MODES DE REFECTION ADOPTES

L'éventail des solutions paraissait donc se rétrécir considérablement. Etant donné en outre que des voies auxiliaires pour camions étaient requises en maints endroits, que plusieurs secteurs étaient très délabrés, la solution la plus simple, de l'avis de certains, résidait dans une reconstruction complète. Nous étions toutefois plutôt d'avis qu'en autant que la géométrie de la route le permettait, il était plus avantageux de construire au-dessus de la route existante, et ceci, pour plusieurs raisons:

- On pouvait ainsi à meilleur compte obtenir une chaussée moins gélive.
- On réduisait les quantités de matériaux granulaires requises, ce qui, en retour, se traduisait par une réduction des coûts et une réduction des dommages causés à l'environnement.
- Cela permettait enfin d'utiliser la route comme une sorte de planche d'essai dans le but notamment de délimiter avec précision certains secteurs plus gélifs qui pouvaient nécessiter soit une couche de granulaire plus épaisse au-dessus de la vieille chaussée, soit même l'emploi d'un isolant thermique dans des secteurs restreints, particulièrement cahoteux en hiver. Un tel isolant fut d'ailleurs utilisé dans cinq zones d'une longueur globale de 500 mètres et donna dans chaque cas d'excellents résultats.

On notera que l'utilisation de l'ancienne chaussée comme planche d'essai, notamment pour ce qui est du comportement en hiver, constitue sans doute un avantage plus important dans les endroits où les propriétés du sol et la profondeur de la nappe phréatique varient rapidement. Il va sans dire que de telles

variations sont plus susceptibles de se produire dans les régions montagneuses comme celle que traverse justement la route 175.

Nous avons finalement opté pour deux procédés principaux que nous croyions tous deux assez bien adaptés aux tronçons les plus détériorés (fig. 2):

- Le premier, dit procédé A, consistait à scarifier et enlever le revêtement existant, à scarifier ensuite la couche granulaire sur une épaisseur minimum de 15 cm pour l'homogénéiser et la débarrasser de certaines pierres qu'elle pouvait contenir. On devait ensuite redensifier cette couche granulaire, lui ajouter 15 cm de gravier concassé et finalement 10 cm de béton bitumineux.
- Le second, dit procédé B, consistait à recouvrir la chaussée existante de 20 cm de gravier concassé et finalement de 10 cm de béton bitumineux.

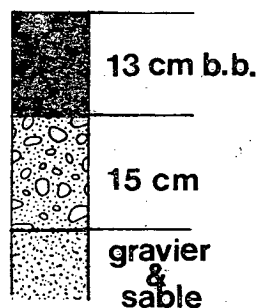
Enfin, dans un secteur de 3,7 km de longueur (fig. 1), extrêmement fissuré mais exempt de soulèvements différentiels prononcés en hiver, nous avons fait l'essai d'un recouvrement épais composé de 7,5 cm de mélange ouvert suivi de 5 cm de béton bitumineux conventionnel en surface (procédé C). Le mélange ouvert affichait la granulométrie indiquée ci-dessous:

Passant les tamis - 50	mm	:	100%
- 37	mm	:	75-90%
- 19	mm	:	50-70%
- 4,75	mm	:	8-20%
- 150	µm	:	0-5%

Etant donné toutefois que l'emploi d'un tel mélange constituait une première au Québec, il suscitait certaines craintes sur le chantier, notamment chez l'entrepreneur. Il semblerait donc

PROCEDE "A"

Vieille
chaussée



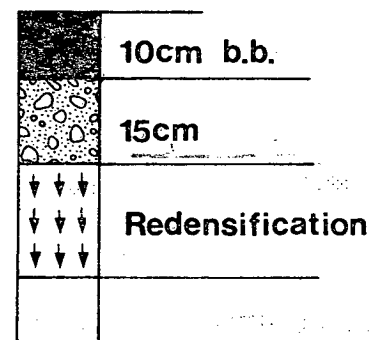
Etape N°1

Scarification
et enlèvement

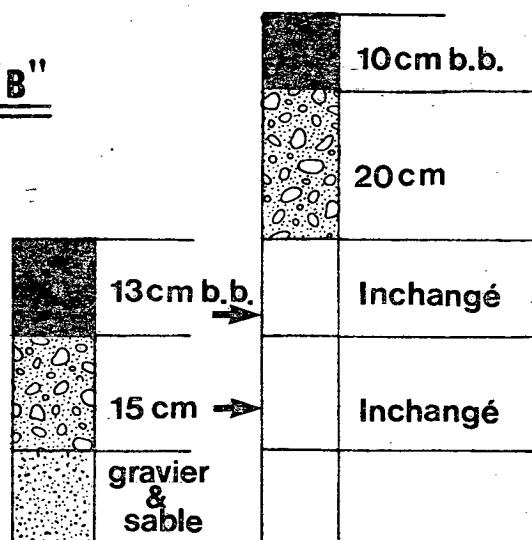
Scarification

Inchangé

Etape N°2



PROCEDE "B"



PROCEDE "C"

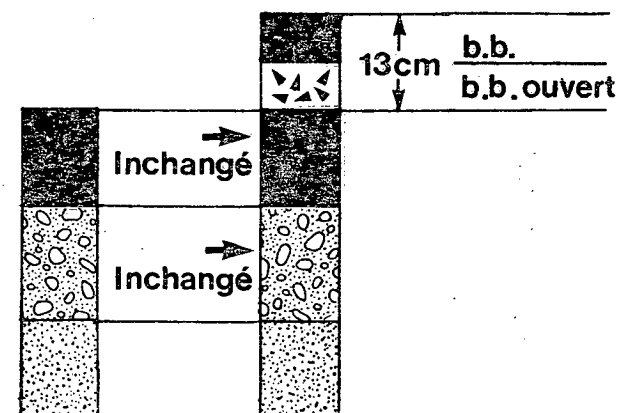


Fig.2. — Illustration schématique des procédés A, B & C de réfection.

que l'on ait eu tendance à utiliser une granulométrie se situant sur le côté fin des exigences et à fermer le mélange peut-être un peu plus qu'il eût été vraiment souhaitable de le faire pour prévenir la remontée des fissures avec un maximum d'efficacité.

COMMENTAIRES

Avant d'en venir aux conclusions qui découlent des faits ou observations mentionnés plus haut, il peut être à propos de réfléchir un peu sur certains phénomènes qui sont susceptibles de se produire dans une chaussée au cours de l'hiver.

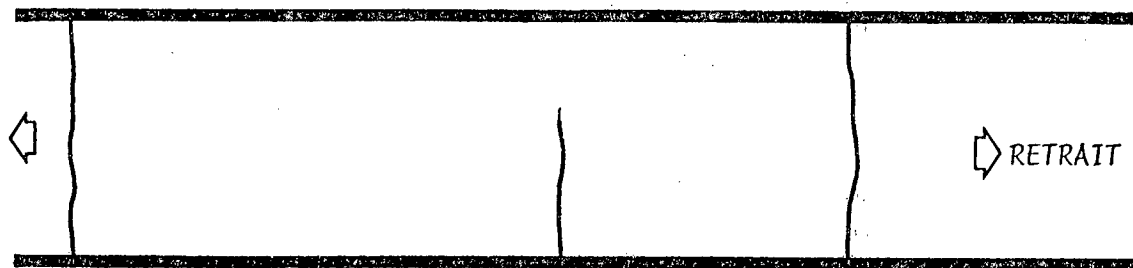
1) Le retrait thermique

On sait d'abord que sous l'effet du froid, le revêtement bitumineux se contracte, son coefficient de retrait thermique étant d'environ 2 1/2 fois celui du béton de ciment ou de l'acier (15). Il n'est donc pas surprenant que ce soit en hiver qu'apparaissent les fissures de retrait. Elles sont normalement perpendiculaires à la contrainte maximum, laquelle s'exerce forcément dans une direction parallèle à la route (fig. 3). Avec le temps, le revêtement s'oxyde, durcit et devient plus fragile aux basses températures. Ceci, ajouté à la fatigue qu'il subit forcément sous les passages répétés des véhicules, fait qu'en vieillissant, il devient de plus en plus prompt à la fissuration. Lorsque la distance entre deux fissures consécutives devient moindre que la largeur de la route, la contrainte maximum tend à changer de direction pour devenir perpendiculaire à l'axe de la route. On constate alors l'apparition de fissures longitudinales pour donner finalement lieu en maints endroits à un réseau en forme de quadrilatères. C'est là un genre de fissuration qui était assez commun sur la route 175 avant sa réfection.

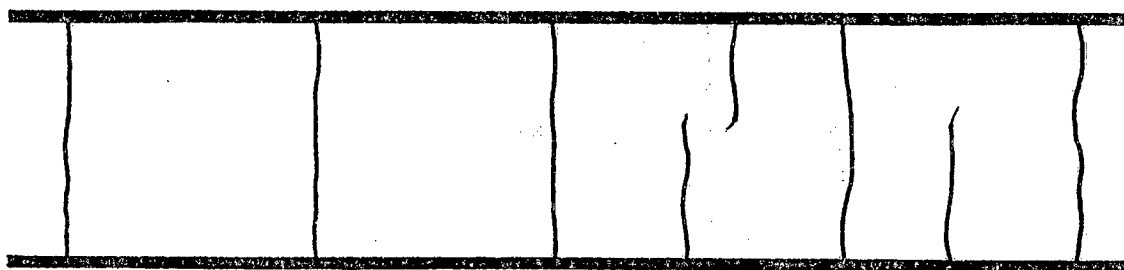
2) L'action du sel

Que se passe-t-il maintenant lorsque du sel est déversé sur la

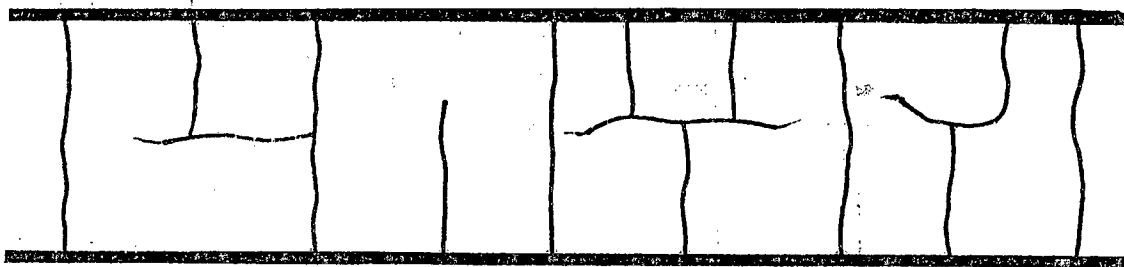
ÉTAPE A



ÉTAPE B



ÉTAPE C



ÉTAPE D

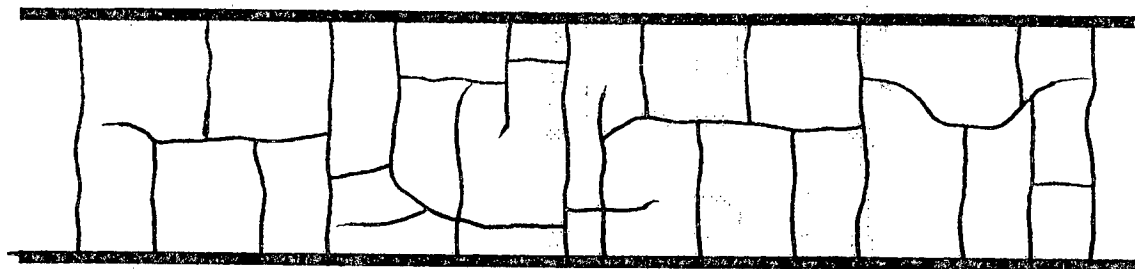


Figure 3 - Formation des fissures de retrait dans un revêtement bitumineux.

route? Ce dernier fond d'abord la neige qui s'y trouve, donnant lieu à une solution saline qui demeure liquide à des températures relativement basses. Dans les terrains en pente, cette solution s'écoule en surface dans une direction parallèle à l'axe de la route et rencontre les fissures transversales dans lesquelles elle pénètre à des profondeurs variables, occasionnant du même coup le dégel du matériau granulaire adjacent aux fissures. On obtient finalement des blocs gelés, plus ou moins séparés les uns des autres par des bandes malléables et saturées d'eau (fig. 4 et réf. 16). Plus tard, une baisse de température congèlera ces masses saturées, qui se dilateront alors pour occasionner une protubérance au droit des fissures.

Il est bien sûr que beaucoup d'autres phénomènes accompagnent la formation de telles protubérances. On peut supposer par exemple:

- Un certain pompage se produisant aux fissures de façon similaire à ce qui se produit chez les pavages rigides aux joints des dalles. Ainsi, sous le passage des poids lourds, l'eau aurait tendance à remonter vers la surface par les fissures et s'y congeler. Ce phénomène serait sans doute plus plausible au début de l'hiver lorsque le gel est encore peu profond et que l'eau inonde les fissures.
- Les changements de volume résultant des variations de températures des blocs gelés, pourraient parfois occasionner des contraintes horizontales contre le matériau saturé qui se trouve à proximité des fissures. Cette compression, aidée du cisaillement se produisant entre les blocs sous le passage des charges lourdes pourrait être suffisante pour expulser vers le haut le matériau saturé et instable qui s'y trouve.

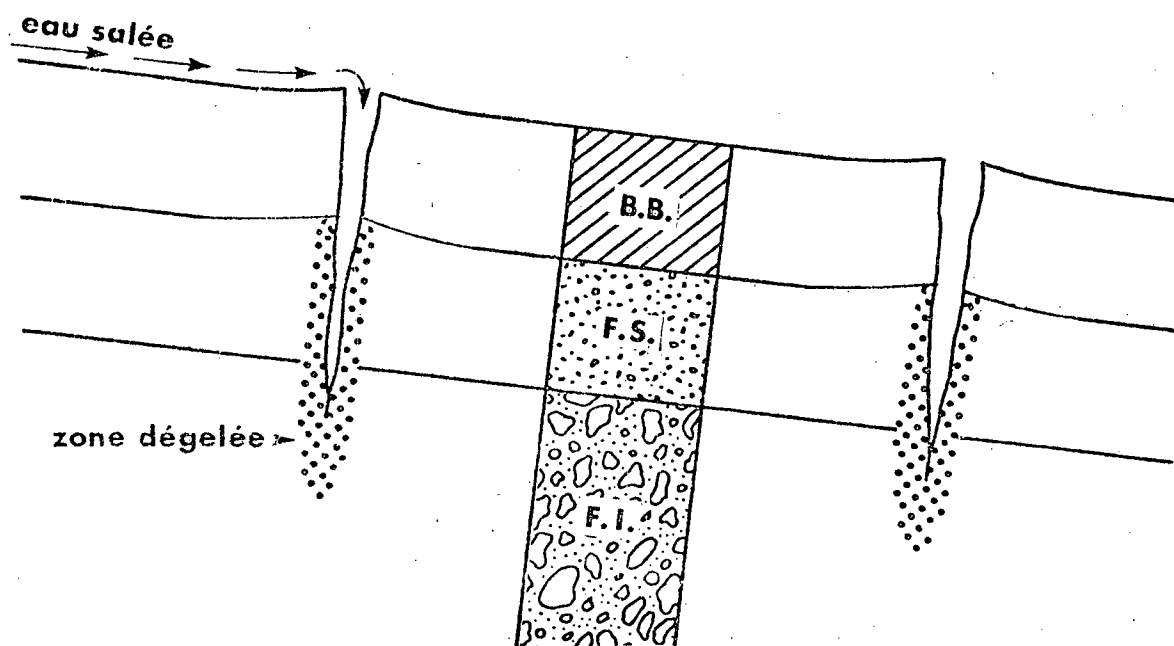


Fig. 4 - Coupe longitudinale schématique illustrant comment l'infiltration d'eau salée dans les fissures transversales peut être cause d'hétérogénéité et de mouvements verticaux différentiels.

- Le gradient thermique vertical d'un revêtement bitumineux est susceptible de conduire comme dans le cas des pavages rigides à un bombement du revêtement, détachant ainsi ce dernier de sa base par endroit (16) et favorisant à ce niveau la formation de lentilles de glace. Les déflexions relativement fortes que nous avons parfois mesurées avec la poutre Benkelman sur des routes gelées témoignent à notre avis de ce phénomène.
- Plusieurs experts admettent enfin l'existence d'écoulements d'eau dans le sens longitudinal d'une route là où le profil en long présente une pente importante (13). Lorsque cette eau, à l'occasion d'un dégel passager, rencontre un obstacle constitué par un sol moins perméable (contamination au voisinage de certaines fissures) ou encore par une zone gelée (secteurs ombragés en fin d'hiver), l'eau s'y accumule d'abord puis, provoque un soulèvement lors d'une baisse ul-

térieure de la température. C'est ainsi que nous expliquons l'origine de quelques soulèvements différentiels assez prononcés que nous avons observés en hiver dans certaines côtes au sud du parc. Ni par leurs formes étalées, ni par leur distribution géométrique, ces soulèvements ne semblaient au départ reliés aux fissures du revêtement. Nous crûmes donc d'abord qu'ils résultaient d'une quelconque hétérogénéité du sol de support. Ce fut toutefois une surprise de constater qu'ils étaient déjà à toute fin utile disparus lorsque le dégel eut pénétré à peine une profondeur de 45 à 50 cm et bien avant que ce dernier n'ait atteint le niveau du sol de support.

Tous ces phénomènes que je viens de décrire et qui seraient reliés tantôt au pompage, tantôt aux variations thermiques, tantôt à une percolation lente de l'eau dans les couches constitutives de la chaussée sont évidemment des hypothèses. Indépendamment de l'importance que l'on voudra bien leur apporter, un fait ressort clairement des observations faites au cours de ces dernières années sur diverses routes du Québec: la dégradation de l'uni en hiver sur une route fortement fissurée dépend en majeure partie des infiltrations qui se font par les fissures du revêtement, du moins si l'infrastructure a été préparée de façon tant soit peu soignée. Il s'agit là d'un fait que nous avons pu vérifier en maintes occasions et parfois de façon encore plus évidente que sur la route 175. Remarquons simplement (tableau 1) que la pose d'un recouvrement bitumineux relativement mince sur la section expérimentale en 1973 a été suffisante pour que l'uni au cours de l'hiver suivant se maintienne à un niveau fort acceptable. Notons que les fissures, encore minces, n'étaient apparues de façon notable que sur la fin de l'hiver. Au cours du deuxième et du troisième hivers cependant, c'est-à-dire, à partir du moment où les fissures s'accrurent tout en devenant plus larges et plus perméables, l'indice Mays augmente rapidement pour dépasser même la valeur maximale normalement admise pour une route de cette catégorie, soit 70.

3) Rôle de la membrane

La membrane employée dans les planches 3 et 4 paraissait très forte et peu extensible, du moins sous des contraintes pas trop élevées. Des carottes prélevées dans les fissures, quatre ans après la pose du revêtement, ont démontré que :

- la membrane ne s'était pas déchirée sous les fissures plutôt mineures du revêtement, du moins sous celles ayant moins de cinq mètres de longueur environ;
- elle était déchirée le long des fissures plus larges recoupant toute la largeur de la chaussée. Nous avons toutefois noté une exception à cette règle soit celle où la membrane a paru suffisamment forte pour s'étirer sans se déchirer sur une longueur d'une dizaine de cm de part et d'autre d'une fissure, provoquant un décollement de la couche de roulement sus-jacente. L'écartement de la fissure du vieux revêtement s'est donc traduit dans ce cas par un allongement correspondant de la membrane, allongement qui se trouva alors réparti sur une longueur de plusieurs centimètres et qui permit à la membrane de résister au mouvement.

En nous basant sur cette constatation, il nous semble logique de conclure que pour résister aux contraintes de traction et conserver son étanchéité, une membrane devrait, dans la mesure du possible, n'être pas fixée trop solidement à sa base, du moins au voisinage des fissures. Evidemment, il faudrait étudier au préalable avec soin l'épaisseur minimum requise du recouvrement en béton bitumineux de même que la nature et les propriétés de la membrane. Le module d'allongement de cette dernière revêt à notre avis une importance bien supérieure à ce que l'on a généralement pu croire jusqu'à maintenant. Il faut cependant retenir que les géotextiles ont sans doute été utilisés dans le passé beaucoup plus fréquemment comme anti-contaminants que comme imperméabilisants. Dans le premier cas, la résistance à la rupture de même qu'un allongement con-

sidérable avant de rompre constituent des avantages importants. Dans le second cas, la résistance élevée à la rupture demeure importante mais cette fois le module d'allongement doit également être élevé. Autrement, la membrane n'aurait que peu d'effet pour retenir ensemble les parois d'une fissure qui n'est encore qu'à l'état embryonnaire et qui de ce fait n'occasionne qu'une déformation assez faible du géotextile.

4) Recouvrements multicouches

C'est maintenant une coutume assez bien établie dans plusieurs organismes de voirie d'avoir recours à une couche intermédiaire très pierreuse et à texture très ouverte pour prévenir la remontée des fissures dans une couche de surface. Une telle couche, par suite de sa forte teneur en vides et de sa faible résistance au cisaillement et à la traction, constitue sans doute une sorte de tampon entre le vieux revêtement fissuré et la couche de surface (12).

C'est probablement un rôle identique qu'a joué la couche de gravier dans le procédé "B" de réfection mentionné plus haut. Cela a été aussi celui du mélange à résistance très faible, contenant un bitume contaminé et que l'on dut recouvrir d'une couche supplémentaire de béton bitumineux (bitume 150-200) dans les sections indiquées au tableau 1. Partout en effet, où cette couche intermédiaire à bitume mou a été employée, les fissures dans la couche de surface sont demeurées beaucoup moins nombreuses.

Ceci suggère donc qu'une façon de réduire la remontée des fissures serait de faire précéder la pose de toute nouvelle couche d'usure par un recouvrement des fissures du vieux revêtement à l'aide d'un matériau très souple qui ne céderait pas sous l'effet des faibles mouvements des couches inférieures. Nous pensons ici à certains bitumes ou mastics bitumineux conservant leurs propriétés plastiques même à de très basses températures. Dans certains cas, ces matériaux pourraient également être utilisés sous

Tableau 2- Comportements comparés des procédés A, B ou C et de celui de la planche 4

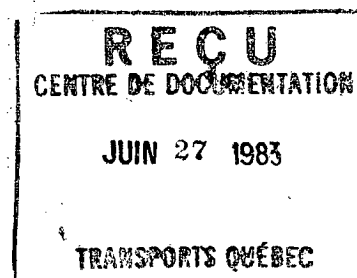
Fiss. transversales/km	Relevé effectué	Résultats obtenus selon le procédé utilisé			
		A (1974)	B (1974)	C (1974)	Planche 4 (1973)
Fiss. transversales/km	Age de 2 ans	33	14	—	49
	Age de 4 ans	38	16	24	54
	Age de 6 ans	77	27	36	55
Uni Mays (cm/km)	Eté 1975	18	19	—	18
	1er hiver	22	29	—	28
	A 1an (été)	17	19	16	—
	3è hiver	35	34	27	35
	6è hiver	46	38	33	40
Tronçons étudiés		5	5	1	1
Long. globale (km.)		11,0	19,8	3,75	1,0

une membrane imperméable dans le but de permettre à cette dernière de mieux résister aux contraintes générées par la couche sous-jacente.

CONCLUSION

Résumons pour terminer les principales conclusions qui découlent des faits ou observations que nous venons d'énumérer:

- 1) Le procédé A a été employé presque uniquement sur des tronçons en pente accentuée et en général sur des sols variables incluant une majeure partie de coupes de roc. C'est par ailleurs un fait reconnu que les secteurs rocheux, peu importe leur localisation le long du parcours ou les modes de réfection qui y furent utilisés, donnèrent presque toujours lieu à des comportements plus pauvres que les autres. Il nous apparaît donc difficile d'évaluer le procédé en question face aux autres que nous venons d'énumérer. Bien qu'il ait parfois affiché un bon comportement, il nous semble toutefois inférieur, d'une façon générale au procédé B et à notre avis, n'offre pas une garantie de succès comparable à ce dernier.
- 2) Une couche de gravier de 20 cm d'épaisseur au-dessus du vieux revêtement (Procédé B) a à toute fin utile arrêté la remontée des fissures et a donné lieu à une chaussée se comportant de façon semblable à une chaussée neuve.
- 3) Le recouvrement épais en béton bitumineux (Procédé C) a été très bon. Il a même résisté à la fissuration aussi bien que le procédé B. Il donne cependant lieu en hiver à certaines dénivellations aux fissures malgré le fait que celles-ci aient été obturées environ trois ans après la pose du revêtement.



- 4) Malgré les hypothèses formulées plus haut pour expliquer l'effet bénéfique qu'a pu avoir le bitume mou ou contaminé utilisé en divers secteurs de la section expérimentale, malgré également la situation de tels secteurs en terrain parfois sableux ou granulaire, le très bon comportement affiché encore après 7 ans par certains d'entre eux et notamment par les planches 4 et 5 a quelque chose d'étonnant. On remarque notamment que les fissures dans ces deux planches sont environ sept fois moins nombreuses que celles qui affectaient l'ancien revêtement.
- 5) L'emploi d'amiante dans le mélange n'a, de façon appréciable, affecté ni le nombre de fissures réfléchies en surface ni la qualité du roulement au cours des hivers subséquents.
- 6) L'influence de la membrane de renfort employée dans les planches 3 et 4 a été assez marginale tant au point de vue dégradation de l'uni dans le temps qu'au point de vue remontée des fissures.

Nous demeurons malgré tout confiants de voir les membranes jouer un jour un rôle beaucoup plus important en construction routière. Avant de pouvoir en tirer un profit maximum, il faudra toutefois apprendre à choisir judicieusement parmi les très nombreuses qui existent sur le marché celles qui conviennent le mieux à une situation donnée ou à un but recherché. Il faudra aussi apprendre à s'en servir d'une façon judicieuse. Peut-être serons-nous ainsi amenés dans certains cas à mettre davantage l'accent sur l'imperméabilité qu'elles doivent procurer à la chaussée plutôt que sur la non-apparition des fissures à la surface d'un nouveau revêtement.

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- 1) Barksdale, Richard D. et Leonards, Gerald A. "Predicting Performance of Bituminous Surfaced Pavements", 2nd Int. Conf. on Structural Design of Asphalt Pavements, Ann Arbor, 1967.
- 2) Barksdale, Richard D. et Hicks, R.G.: "Improved Pavements Shoulder Joint Design", Transp. Res. Board, NCHRP Rept. 202, 1979.
- 3) Breen, Joseph J. et Stephens, Jack E. "A Thermal Stress Resistance Parameter as a Measure of the Crack Susceptibility of Flexible Pavements", Annual Meeting CTAA, Nov. 1968.
- 4) Burgess, R.A., Kopvillem, O. et Young, F.D. "Ste-Anne Test Road-Flexible Design to Resist Low Temperature Cracking", 3rd Int. Conf. on Structural Design of Asphalt Pavements, London, 1972.
- 5) Carpenter, S.H., Lytton, R.L. and Epps Jon A. "Pavement Cracking in West Texas due to Freeze-Thaw Cycling", Transportation Res. Rec. 532, 1975.
- 6) Cedergren, H.R. "Drainage of Highway and Airfield Pavements, John Wiley & Sons, 1974.
- 7) Culley, R.W. "Transverse Cracking of Flexible Pavements in Saskatchewan", Saskatchewan Dept. of Highways, Technical Rept. 16, 1972.
- 8) Dufour L. "Comportement d'un revêtement bitumineux contenant des fibres d'amiante en regard du comportement d'un revêtement conventionnel", Réunion annuelle de la CTAA, 1971.
- 9) Fromm, H.J. and Phang, W.A. "A Study of Transverse Cracking of Bituminous Pavements", Dept. of Transportation and Communications of Ontario, RR Report 176, 1972.

- 10) Hass, R.C.G. "Low Temperature Performance and Behaviour of Flexible Pavements", CTAA, Vol XIII, 1968.
- 11) Hajek, J.J. et Haas R.C.G. "Some Factors Influencing Low-Temperature Cracking of Flexible Pavements and their Measurement", Annual Meeting CTAA, 1971.
- 12) Hensley, M.J. et Rownd, B. "Good-Bye Reflective Cracking?" Rural and Urban Roads, Dec. 1973.
- 13) Marsot, A et Huet, M: "Chaussées en béton de ciment; bilan des techniques utilisées pour la remise en état de la structure", LCPC, 1978.
- 14) McLeod, N.W. "Transverse Pavement Cracking Related to Hardness of the Asphalt Cement", CTAA, 1968.
- 15) Pronk, S.E., Soderberg, A.S. et Srizzell: "Sulphur Modified Asphaltic Concrete", Proc. CTAA, 1975, p. 175.
- 16) Normand, Jean: "Etude des déformations sur la route 54 dans le Parc des Laurentides", rapport non publié, MTQ, 1966.
- 17) Phang, W.A. "Four Years' Experience at the Brampton Test Road", Dept. of Highways of Ontario, RR 153, 1969.
- 18) Roads and Transportation Assoc. of Can. "Low Temperature Pavement Cracking Studies in Canada", 2nd Int. Conf. on the Structural Design of Asphalt Pavements, Vol 1, Proc., London.
- 19) Yoder, E.J. Witczak, M.W. "Principles of Pavement Design, 2nd Edition, John Wiley and Sons", 1975.

MINISTÈRE DES TRANSPORTS



QTR A 104 441