

AVIS TECHNIQUE
CONCERNANT LA POLITIQUE DU MTQ
POUR LE SCHELLEMENT DE FISSURES

Par: Aziz Amiri, Dr. ing.
et
Denis Verret, t.t.p.

Ministère des Transports
Division des chaussées
Service des sols et chaussées

Version du 15 novembre 1991.

CANQ
TR
GE
SM
101



Ministère des Transports
Direction des sols et matériaux
Service des sols et chaussées

262218

Service des travaux publics
Regule

19 OCT 1993

**AVIS TECHNIQUE
CONCERNANT LA POLITIQUE DU MTQ
POUR LE SCHELLEMENT DE FISSURES**

Par: Aziz Amiri, Dr. ing.

et

Denis Verret, t.t.p.

Ministère des Transports
Division des chaussées
Service des sols et chaussées

Version du 15 novembre 1991.

DOR-CEN

CANQ
TR
GE
SM
101

AVIS TECHNIQUE
CONCERNANT LA POLITIQUE DU MTO POUR LE SCELLEMENT DE FISSURES

I) INTRODUCTION

Le présent avis fait suite à la demande du 13 août 1991 de monsieur Germain Halley, ing., s.m.a., aux Opérations adressée à monsieur Alain Vallières, ing., s.m.a. au Génie, relativement au sujet en titre.

Cet avis a pour but de se prononcer sur le projet pilote mentionné en rubrique produit et proposé par la D.G.O.. Nous sommes mandatés par cette dernière pour examiner et valider les items suivants du projet:

- la pertinence de mettre en place un programme d'envergure en la matière;
- la rentabilité du procédé en titre;
- les méthodes et matériaux de scellement qu'elle se propose d'utiliser en 1992;
- le devis de réalisation et les caractéristiques techniques du (des) procédé (s) utilisé (s).

Il nous a paru à propos de souligner tout d'abord l'importance du traitement des fissures pour la réhabilitation et la remise en état du réseau routier et nos préoccupations à ce sujet au cours des dernières années. Nous avons jugé également à propos d'insérer en annexe à titre de référence une copie de nos deux dernières études traitant les points saillants de ce mandat de même que l'impact du scellement des fissures sur l'antidérapance de la chaussée (Annexe "A" et "B").

II) PROBLÉMATIQUE

Selon nous dans nos conditions climatiques et environnementales les principales causes d'échec des projets de scellement de fissures peuvent être énumérées ainsi:

- 1) Arrachement lors de l'entretien hivernal des chaussées en raison d'une faible adhérence du scellant au pavage. L'application par pontage favorise davantage cet arrachement;
- 2) Déchirure du scellant par le retrait thermique et l'accroissement de l'ouverture des fissures travaillant au gel. La faible épaisseur du scellant accentue son déchirement;
- 3) L'affaiblissement des paramètres rhéologiques est la conséquence d'un surchauffement du scellant sur le chantier;
- 4) Absence d'une préparation appropriée des fissures avant l'application du scellant;
- 5) L'amplitude excessive des mouvements des lèvres des fissures causée par les déficiences structurelles sous l'impact conjugué du trafic;
- 6) Déformabilité excessive du scellant conventionnel appliqué sur des fissures trop détériorées. Dans ce cas-ci, la couche d'usure sus-jacente sera affectée par les réflexions de ces mêmes fissures;
- 7) Application du scellant sur de grandes surfaces aux fissures multiples créant ainsi des zones potentielles de dérapage;
- 8) Traitement des fissures accompagnées de rupture profonde de structure, des lézardes provoquées par le gel et des fissures latérales dans des zones aux fondations instables de même que les fissures dues à la fatigue généralisée de la structure.

III) L'ORIGINE DES FISSURES ET LE BUT DU SCELLEMENT

L'uni et l'étanchéisation de surface de la chaussée sont parmi les principaux rôles du revêtement. Les fissures peuvent nuire à un degré inestimable à ces propriétés du revêtement.

Selon le degré et l'envergure de ces dégradations le processus en chaîne sera déclenché très rapidement par: l'infiltration d'eau, la perte de portance, la contamination et soulèvement différentiel, le dégel différentiel affectant ainsi la viabilité et la qualité de roulement de la chaussée. Compte tenu de ces effets spectaculaires des dégradations, les experts en route sont presque unanimes qu'une intervention sans délai dès les premières apparitions des fissures de surface est nécessaire.

IV) RENTABILITÉ ET ENVERGURE DU PROGRAMME

La rentabilité du procédé dépendra donc du succès de l'intervention. Pour ce faire, il faut identifier le type et l'origine des fissures (voir l'annexe "A") par la suite c'est le choix du mode approprié du scellement et celui d'un scellant performant qui peuvent assurer un rendement satisfaisant.

Selon nous, toutes les fissures de retrait thermique du revêtement et celles qui sont la cause de soulèvement peuvent être l'objet de ce programme sans tenir compte de leur ouverture. Dans le cas des demi-fissures et les fissures très fermées, nous ne voyons pas d'inconvénient à les obturer par pontage (après un toupillage semi-circulaire au besoin).

La rentabilité du programme peut être évaluée par l'accroissement de la viabilité en comparant avec les secteurs témoins mais aussi par la différence de la qualité de roulement mesurée avant et après l'intervention.

La limite d'application du procédé doit être bien définie par rapport aux autres modes de remise en état tels que:

- Décohésionnement-stabilisation;
- Couche d'usure;
- Drainage;
- Isolation;
- Reconstruction;
- Thermorégénération, etc..

De plus, ce programme ne doit pas concurrencer non plus la recherche des méthodes préventives de la fissuration telles que les liants modifiés et améliorés, de même que les enrobés aux fibres naturelles ou synthétiques ni l'utilisation de mastics retardateurs de fissures.

Ce programme devrait toujours définir les fissures cibles et la période d'intervention dans les devis spécifiques.

V) MÉTHODE ET MATÉRIAUX DE SCELLEMENT

- Un toupillage de 40 mm de large nous semble fort et peut affecter le roulement à moins qu'il soit colmaté par un scellant chargé. Une profondeur de 10 mm nous semble au contraire faible pour assurer une épaisseur de scellant suffisamment résistante aux divers contraintes. Nous suggérons donc un toupillage de 20 mm x 20 mm pour les scellants conventionnels sans pontage.
- En cas des fissures peu ouvertes, nous proposons un toupillage au profil en travers semi-circulaire afin d'éviter l'ouverture inutile et prévenir le décollement du scellant par cisaillement et par les travaux d'entretien. Dans ce cas-ci, un gravillonnage peut prévenir le décollement par le trafic et améliorer l'antidérapance de surface.

Pour ce qui est du type de scellant, à date, le "Bakelite" et le "Hydrotech 6165" ont donné des résultats satisfaisants.

Concernant les scellants chargés de sable, pour fissures très ouvertes, les résultats de nos suivis des planches expérimentales à St-Apollinaire, nous renseigneront davantage au cours de l'hiver prochain.

VI) L'IMPLANTATION

Une présélection des axes routiers peut être effectuée selon les données d'inventaires routiers et les résultats des relevés techniques au moyen des critères préétablis. L'examen visuel du comportement peut par la suite valider cette sélection des sites.

L'expérience des régions et des districts (ex.: Laurier-Station, Amos, etc.) en la matière peuvent être aussi un critère de sélection pour les opérations de 1991-92 et peut être mis aux profits de tous pour la formation du personnel de surveillance, perfectionnement des devis, etc..

Selon le F.H.A. (10) le dollar investi pour le scellement de fissures peut être réparti ainsi:

Main-d'oeuvre	0,66 \$
Équipement	0,22 \$
Scellant	<u>0,12 \$</u>
Total	1,00 \$

Le coût dominant de la main-d'oeuvre, laisse croire que l'exécution en régie de ces travaux sera très avantageuse en terme de qualité et d'économie. Les résultats des travaux réalisés à St-Apollinaire (district 28) l'été dernier ont confirmé ce fait.

VII) DEVIS DE RÉALISATION ET DES CARACTÉRISTIQUES TECHNIQUES DU (DES) PROCÉDÉ (S) UTILISÉ (S)

Pour prévenir tous risques d'oxydation par surchauffage de même que pour garantir une épaisseur minimum de pose, nous suggérons de négocier le scellant en volume à une température prédéterminée sur le chantier au lieu de le payer en mètre linéaire.

Nous proposons une homologation des paramètres rhéologiques pour les produits, leur méthode de pose, de même que le respect rigoureux de ces règlements.

Le devis doit être clair et précis sur le type des fissures cibles et les limites de leur ouverture, ramification, soulèvement ou autres caractéristiques (en dépression, en "V", etc.). Il doit aussi exclure avec précision toutes autres types de fissures qui ne sont pas visées par le projet.

Il doit préciser clairement le nettoyage des lèvres de tout résidu et leur séchage avant l'application du scellant.

Il faut aussi établir une méthode de contrôle d'épaisseur du "scellant" pour ce faire, nous suggérons la méthode d'application double du scellant (remplissage du creux formé sur la surface de la première application).

VIII) SOMMAIRE DE LA STRATÉGIE D'INTERVENTION ET DEVIS TECHNIQUES

De nombreux projets de scellement ont été réalisés à travers le Québec depuis plus d'une décennie. A la suite, de nombreuses conversations téléphoniques avec les responsables régionaux, très peu de renseignements nous ont paru utilisables comme base d'estimation du rendement par le calcul du coût et bénéfice, ceci en l'absence d'une étude planifiée accompagnée d'un suivi structuré.

Dans les précédents paragraphes, nous avons tenté de nous prononcer sur certains points de la proposition de la DGO. Ci-dessous, nous énumérerons brièvement les points stratégiques récapitulatifs de l'intervention et un exemple de calcul du coût et bénéfice sur un tronçon de l'autoroute Jean Lesage. Nous essaierons aussi de mettre à profit, des résultats d'études effectuées ailleurs, pouvant être utilisés dans nos conditions climatiques. Et finalement, nous présenterons un calendrier pour le cheminement des actions concertées avec la collaboration des différentes unités administratives afin de réaliser ce projet pilote et d'amorcer la rédaction d'un guide de scellement de fissures.

a) Les routes visées

Toutes les autoroutes, les routes principales fortement circulées (JMA $\geq 10\ 000$) peuvent faire l'objet de ce programme (pour commencer).

Cependant les tronçons choisis doivent répondre au moins à certains critères tels que l'absence de déficience structurale (portance satisfaisante, pas susceptible au gel, etc.). De plus, le type, le nombre et le patron des fissures doivent satisfaire les critères préétablis.

b) Les fissures cibles

Les fissures transversales de retrait thermique sans trop de ramifications, les fissures longitudinales, si elles ne sont pas instables et susceptibles au gel-dégel, peuvent être la cible privilégiée de ce programme. Cependant le premier type de fissures en raison de leur longueur totale dominante et leur impact sur la qualité de roulement doit être considéré comme prioritaire (photos 3, 8, 13, 14, 15 et figure 2).

Nous déconseillons le scellement partiel d'un tronçon puisqu'une telle intervention dans le cas des secteurs gélifs peut accentuer le soulèvement différentiel et provoquer des désordres de l'uni de surface.

Pour ce qui est des lézardes et des fissures longitudinales très ouvertes et accompagnées de rupture, nous avons proposé ces dernières années, un rapiéçage ponctuel de ces dégradations après scarification et densification en place des fondations supérieures. Les fissures intenses de fatigue peuvent faire l'objet d'un rapiéçage ponctuel après une stabilisation des sols de support en place.

Afin de fixer l'idée sur le choix des sites nous proposons le coefficient de fissuration suivant (voir figure 3):

$$C_f (\text{max}) = \frac{\text{F.T. (m)} + \text{F.L. (m)}}{A (\text{m}^2)} \times 100$$

$C_f (\text{max})$ = coefficient de fissuration maximum

F.T. (m) = longueur totale des fissures transversales (en mètres)

F.L. (m) = longueur totale des fissures longitudinales (en mètres)

A (m^2) = surface totale du scellement

Un C_f compris entre 30 à 40 est équivalent à 2400 et 3200 mètres linéaires de fissures par km ayant 8 m de largeur, limites maximum d'acceptabilité d'une route pour un projet de scellement.

c) L'âge du revêtement et la chronologie du scellement

Plus de 80% des fissures thermiques et de réflexion sur les couches d'usure apparaissent dès le premier printemps (figure 3b). Nos suivis sur plus de 100 km de nouveaux mélanges (saison 1989) ont confirmé cette opinion très répandue.

Pour prévenir toute dégradation additionnelle nous recommandons le traitement de ces fissures dès leur apparition.

Pour les chaussées neuves, l'intervention peut débuter à la deuxième ou la troisième année selon l'intensité d'apparition des fissures.

Pour ce qui est des tronçons de routes reconstruites ou celles qui sont renforcées par une couche de gravier ("sandwich"), selon les renseignements communiqués par les districts, dépendamment des conditions climatiques, de la nature des structures en place et du trafic transité, la période du scellement peut se situer entre 2 à 4 ans après reconstruction.

Concernant le procédé de décohésionement-stabilisation effectué avec émulsion bitumineux par la ville de Sherbrooke très peu de fissures sont apparues après 4 ans de mise en service.

Relativement au scellement hivernal des fissures proposé par la DGO, une telle opération sur les grandes routes (malgré l'écartement maximum des lèvres de fissures pendant cette période) peut causer des problèmes en raison d'encombrement de l'emprise et de la surface enneigée, l'eau et l'interruption du trafic, etc., ceci malgré l'avantage qu'il présente.

d) Touillage

Cette opération doit faciliter le nettoyage des fissures, favoriser d'une manière uniforme et d'introduction en quantité suffisante du scellant et d'assurer l'adhésion de ce dernier aux parois.

La largeur du touillage doit être faite proportionnellement à l'ouverture initiale. Dans le cas des fissures très peu ouvertes nous recommandons une obturation sans touillage ou un touillage semi-circulaire suivi par un remplissage par pontage. Un tel mode de scellement expose davantage le scellant à des arrachements ce qui doit être compensé en utilisant un scellant à haute cohésion, adhésion et résistant au vieillissement, etc..

e) Nettoyage

De très bons résultats ont été obtenus avec "La lance thermopneumatique" intitulé "HOT DOG" (photo 5). Cet équipement produit un jet d'air chaud (280 à 300°C) obtenu par l'allumage dans une chambre de combustion, d'un mélange d'air et de gaz propane. Il permet de nettoyer complètement les parois des fissures et d'y décoller tous les résidus (la pression d'air peut atteindre jusqu'à 50 bars selon les déclarations du fournisseur).

L'air chaud amollit le bitume des parois des fissures sans risque d'oxydation et favorise l'adhésion du scellant à l'enrobé. Un exemplaire de cet équipement a été acquis par le district 28 avec un fondeur de Sealastic cet été.

Cet appareil a été expérimenté et recommandé par le transport d'Alberta en 1987 (2). Il doit remplacer les équipements traditionnels de réchauffement des fissures par la flamme selon nous.

f) Les scellants

Les résultats des analyses effectuées au Laboratoire central du MTQ indiquent que le "Bakelite" et le "Hydrotech 6165" satisfont mieux les exigences de nos conditions climatiques et environnementales (voir les fiches d'analyse).

Pour ce qui est des fissures avec plus de 20 à 25 mm d'ouverture après toupillage, nous recommandons les scellants chargés de sable pour leur obturation afin d'éliminer tout risque de déformation ou tassement pouvant affecter le roulement. L'été dernier, sur l'autoroute 20 à St-Apollinaire, le district 28 a utilisé un produit de ce genre intitulé "Le Sealastic P" pour scellement de fissures (photos 4 à 9).

Ce produit importé par la firme Française S.I.R. (fabriqué par son usine en Norvège) sous forme de feuilles de 20 mm d'épaisseur renferme 20% de bitume polymère, 30% de particules fines minérales et 50% d'agrégats de 2 mm de grosseur maximale. Sa composition particulière le rapproche beaucoup plus d'un enrobé bitumineux que du bitume polymère homogène.

Par ailleurs, les résultats des essais récents effectués par le Laboratoire central démontrent qu'il faut apporter des modifications au liant de ce produit pour qu'il puisse résister à nos basses températures sans perdre sa flexibilité. Une recherche est en cours à ce sujet par une firme Montréalaise en collaboration avec D.S.M. du MTQ.

Concernant d'autres scellants conventionnels, le "SHRP", dans son édition du "May 1991" du "FOCUS" a présenté la liste suivante en classant ces scellants en fonction de leur durée de vie:

TABLE 4
Crack Sealing
(average life of repair in years)

	Cold/Dry	Warm/Dry
AC cement	1.7	2.1
Asphalt rubber	2.2	4.3
Polymerized asphalt rubber	2.8	4.0
Fiberized asphalt	2.8	3.1
Emulsified asphalt	2.2	2.3
Asphalt cutback	1.0	1.2

Les ingénieurs de la ville de Québec exigent dans leur devis le "Seal Tight Hi-Spec Poure Rubber-Asphalt joint sealant" de la compagnie Meadows.

- Le Ministère des Transports d'Ontario (MTO) a eu de bons résultats avec les produits suivants présentés en ordre de performance:

Tremco 205
Hydrotec 6160
Hydrotec 6165

- Le Ministère des Transports d'Alberta favorise "Asphalt sealers modified with polymers and synthetic rubbers". Les fiches techniques et les résultats de leurs expériences apparaissent au tableau #2. Tel qu'il apparait sur ce tableau, le prix de ces produits parait dispendieux comparé aux prix des produits similaires disponibles sur le marché québécois.

g) Remplissage

Lors de cette opération, la fissure doit être exempte de tous résidus et d'humidité. Le remplissage doit être fait avant le refroidissement des parois c'est-à-dire immédiatement après le passage du "HOT DOG" afin de favoriser au maximum l'adhésion.

Afin de s'assurer d'une surface uniforme et plane après remplissage, nous insistons sur une application double ou multiple du scellement si nécessaire.

IX- CALCUL DU COUT ET BÉNÉFICE ET LE RENDEMENT

Le rendement dépend des changements que le procédé apportera aux conditions existantes, autrement dit les retards qu'il peut apporter au processus de dégradation c'est-à-dire la prolongation de la vie anticipée du revêtement et de la chaussée en général.

Selon "l'Utah Department of Transportation" le procédé de scellement de fissures affiche un rendement de 3 fois les coûts de scellement.

Selon les études Ontariennes basées sur la limite admissible de viabilité de la route, le traitement de fissures peut prolonger de 3 à 4 ans cette limite.

Également, les ingénieurs du district 28 ont calculé la rentabilité du scellement de fissures de 1 à 3 fois la valeur de l'investissement.

En ce qui nous concerne, nous avons trouvé sur l'autoroute 20 à Bernières en direction ouest, un site où une couche d'usure composé d'un MB4 avec 20% recyclé fut posée en 1986. En 1989, sur environ 18 km de ce tronçon un scellant du type Bakelite a été appliqué par pontage sans toupillage.

La partie restante (5 km) nous a permis de comparer en 1991 l'évolution des deux secteurs. En se servant des relevés visuels et de profilométrie Mays, nous avons pu quantifier en terme d'années l'effet retardataire du procédé en utilisant la courbe universelle de la viabilité (figure 1).

Les résultats de profilométrie apparaissant sur la figure 8 démontrent une amélioration de plus de 100% de la qualité de roulement dans le secteur "A" traité par le bouche-fissures, comparé à celle mesurée dans le secteur "B" (figure 9, photos 10 à 15).

A partir de ces résultats, nous avons projeté le 2ième et le 3ième cycle du scellement (1989, 93, 97) prolongeant la viabilité jusqu'en 2001.

Dans la même période (1986 à 2001) pour le même niveau de viabilité, nous avons supposé la pose de trois couches d'usure de même type.

En comparant les coûts actualisés des deux procédés (voir tableau I) nous sommes arrivés à un rendement de 4 à 5 fois le coût des traitements de fissures.

A souligner que ces estimations varient en fonction des paramètres tels que: classe et l'état de la route, le trafic, les produits et les méthodes utilisées de même que le climat.

C'est pourquoi, nous recommandons la rédaction d'un guide basé sur des études structurées de l'interaction de tous les paramètres influençant la viabilité et le rendement du procédé. Considérant les enjeux de cette politique, ce guide sera un outil minimisant l'inefficacité que la D.G.O. fait mention dans son programme proposé. Le calendrier proposé décrit les étapes à franchir pour la rédaction de ce guide.

X) CONCLUSION

Compte tenu des variations excessives de température et du profil hydrique des sols de support conjuguées à l'impact du transport lourd, la fissuration restera toujours une dégradation importante du réseau routier.

Le MTQ doit donc, selon nous, établir un guide dans le cadre de sa politique de scellement de fissures.

Les efforts à la recherche de scellants performants et leurs modes d'application ainsi que les équipements de pose doivent inclure aussi la formation de personnel expérimenté en la matière.

Nous n'avons aucun doute sur la rentabilité d'une telle politique qui va maximiser le rendement de ce programme.

La viabilité des chaussées décroît à un rythme exponentiel avec le temps. L'apparition des fissures accentue ce rythme vers un niveau de plus en plus médiocre du réseau. Des mesures appropriées doivent être entreprises sans délai pour atténuer cette tendance.

Denis Verret, t.t.p.



Aziz Amiri, Dr. ing.
Division des chaussées

AA/hg

RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- 1) Conference held in Liege, Belgium, 1989 - Reflective cracking in pavements.
- 2) Alberta Transportation and utilities, 1987 - Comparative evaluation of the performance of crack-sealing.
- 3) Chong, G.J., 1989 - Rout and seal cracks in flexible pavement, Ontario Ministry of Transportation (MTO).
- 4) Michael C. Belangie et all, 1985 - crack sealing methodes and materials for flexible pavement, Utah department of Transportation.
- 5) SHRP, 1991 - Focus, National research program, National Research council. Washington, D.C. 20006.
- 6) Ponniah Joseph, 1990 - Field evaluation of rout and seal crack treatment in flexible pavements, Ontario Ministry of Transportation.
- 7) Chong, G.J. and Phang, W.A., 1983 - Sealing cracks in flexible pavements in cold areas Ontario Ministry of Transportation and Communications.
- 8) Chong, G.J. and Phang, W.A., 1987 - Sealing cracks in flexible pavements in cold regions (M.T.O.).
- 9) Gérard Nolin, ing., 1991 - Réhabilitation de la chaussée à l'aide de mélanges bitumineux additionnés d'amiante - Rapport de mise en oeuvre - Région 3-2, M.T.Q..
- 10) Robert M. Rossman, Harold G. Tufty, Larry Nicholas, and Michael Belangie, 1990 - Value Engineering Study of the Repair of Transverse Cracking in Asphalt Concrete Pavements - FHWA-TS-89-010.

**PROJET PILOTE POUR LE SCELLEMENT DE FISSURES
CALENDRIER DE CHEMINEMENT DES ETAPES POUR LA PREPARATION D'UN GUIDE**

LES ACTIONS CONCERTEES	1991	1992	1993
	O N D	J F M A M J J A S O N D	J F M A M J J A S O N D
-Bibliographie générale	—		
-Expériences D.G.O. et D.G.G.	—		
-Validation mise au point du projet pilote	—		
-Choix: Région, District, axes routières et investissement	—		
-Essais sur les scellants	—		
-Validation des sites	—	—	
-Devis général et spécifique	—	—	
-Réalisation des projets: formation, information	—	—	
-réquisition: équipement, scellant	—	—	
-Exécution des travaux		* ** ***	* ** ***
-Suivi	—	—	—
-Rapport d'étape, rédaction du guide.	—	—	—

- * Obturation sans pontage et sans toupillage.
- ** Avec toupillage sans pontage.
- *** Obturation avec toupillage semi-circulaire.

PROJET PILOTE POUR LE SCHELLEMENT DE FISSURES

CHEMINEMENT SEQUENTIEL DE LA PREPARATION D'UN GUIDE

ACTIONS CONCERTEES

- Etude bibliographiques générales.
- La revue des expériences de la D.G.O. et D.G.G..
- Validation de la proposition de la D.G.O. et mise au point du projet pilote 91-92.
 - .Envergure du projet et les limites de l'investissement
 - .Choix des régions et district. Les critères: Expériences, ressources humaines, équipements et disponibilité et possibilité pour les suivis (l'accessibilité et la distance). Climat: Abitibi, Gaspésie. Micro-climats: Lac St-Jean, Saguenay, Estrie. Trafic: Montréal, Québec.
 - .Choix des axes routiers et des sites: Propositions régionales, planches expérimentales, nouveaux mélanges, (saison 89) couches d'usures, chaussées neuves ou reconstruites, les sites avec rechargements (sandwich).
 - .Choix des scellants et des équipements: Par des essais de laboratoires.
 - .Validation des sites présélectionnés, visites, relevés Mays etc.
 - .Devis général, devis spécial (pour chaque site au besoin).
- Réalisation:
 - .Formation et information des unités impliquées: D.G.G., D.G.O., régions et district (entrepreneurs).
 - .Equipements et produits: choix, achat, mise au point.(L. central).
 - .Exécution des travaux: dates, S.A.Q.
- Suivi: S.S.C., C.R., laboratoire, district.
 - .Compilation des données.
 - .Analyser, interprétation des résultats et rapport d'étape.
- Rédaction du guide.

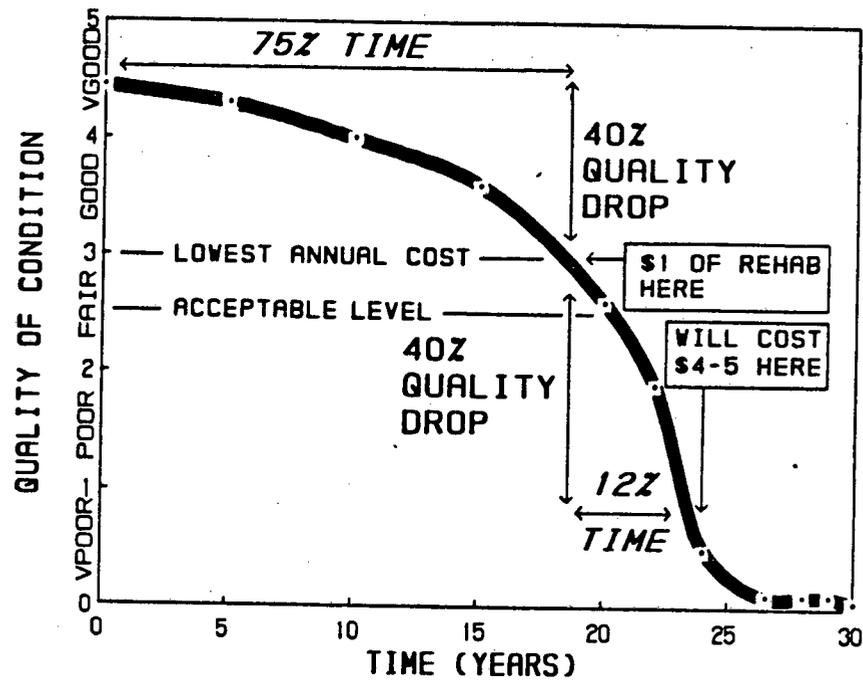
POLITIQUE DU M.T.Q. CONCERNANT LE SCELLEMENT DE FISSURES.
CALCUL DU COUT ET BENEFICE
APPLIQUE A L'AUTOROUTE 20 A BERNIERES DIRECTION OUEST

TABLEAU 1

DUREE	INVESTISSEMENT ACTUALISES							REMARQUES
	1986	1989	1993		1997		2001	
	AN (0) \$/km	\$/km	fin 1 \$/km	début2 \$/km	fin 20 \$/km	début3 \$/km	fin 30 \$/km	
SECTEUR "A" Couche d'usure +20% recyclage	50000		97436		153885	155085	227060	JMA = 25 à 32000 V.L. = 20 à 25%
avec bouche- fissure		3000 X 1.2 = 3600	a= 5271	2000 X 1.2+a= 7671	b= 11231	1000 X 1.2+b= 12431	18200	
SECTEUR "B" Couche d'usure +20% recyclage seulement	50000			+50000 147436		+50000 215861	316042	
RENDEMENT				42330/ 7671 \$1=5.5		60776/ 12431 \$1=4.9	88981/ 18200 \$1=4.9	

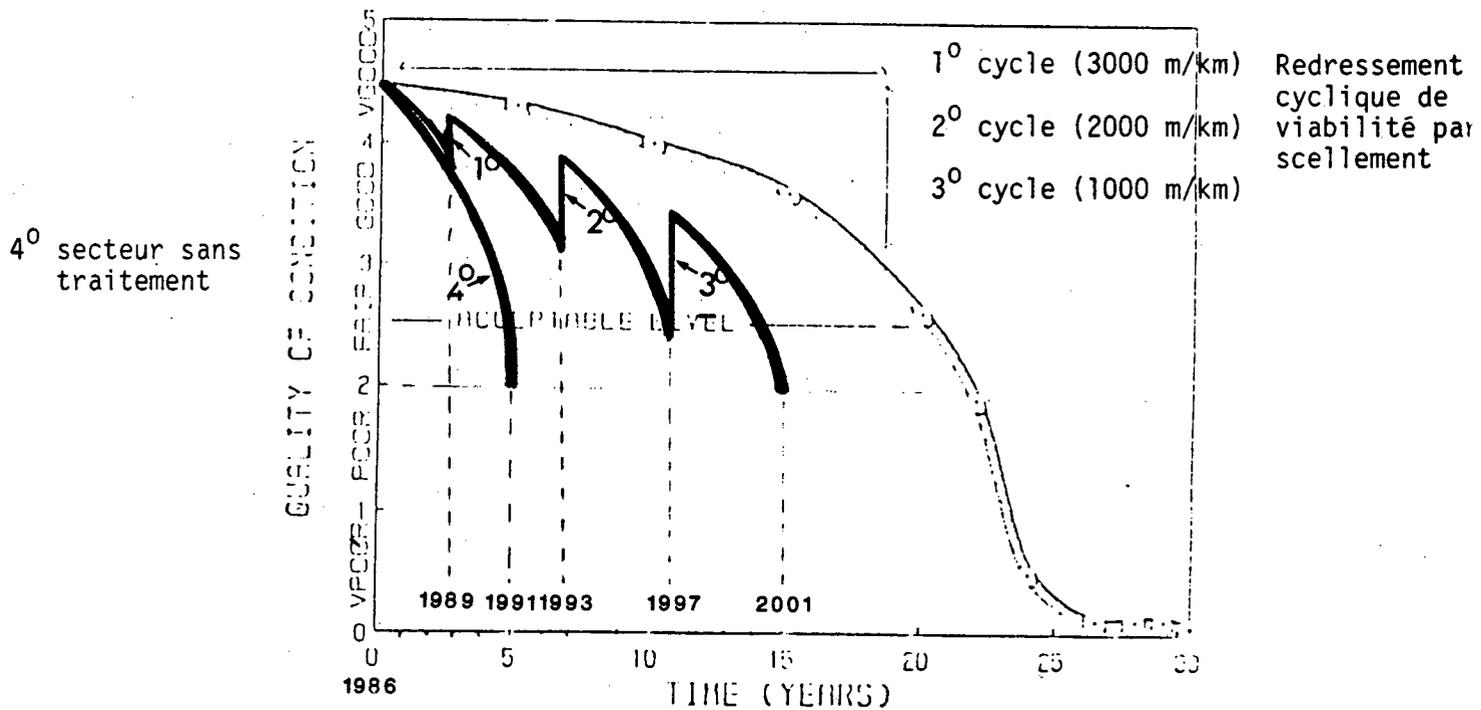
- Formule d'actualisation $PV = FV (1+i)^{-n}$ où PV:capital actuel, FV:capital future, i:intérêt = 10%, n:nombre d'année.
- Prix au mètre linéaire du bouche-fissure = \$1.20
- Selon un calcul du district 28 pour les enrobés aux liant modifiés le rendement est de \$2 à \$3 par dollar d'investissement.
- 1⁰, 2⁰ et 3⁰ = cycles d'intervention.

LA COURBE DE VARIATION UNIVERSELLE DE VIABILITE VS LE TEMPS



Road Deterioration vs. Time

Figure 1 : Calcul du coût et bénéfice d'un projet de scellement cyclique de fissures sur l'autoroute 20 à Bernières.



- 1°) Scellement effectué sur 18 km en 1989.
- 2° et 3°) Scellement projeté pour 1993 et 1997.
- 4°) Secteur sans traitement revêtu en 1986 avec un MB4. L'état critique actuel, nécessite une réhabilitation.

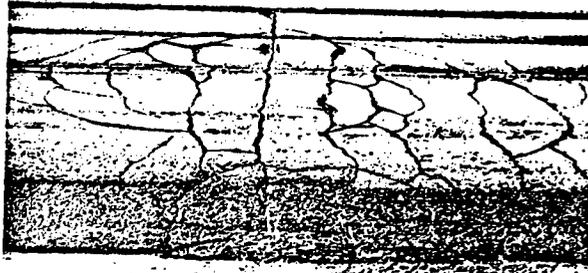


FIGURE A. CONSEQUENCE OF DEFERRED MAINTENANCE OF TRANSVERSE CRACK

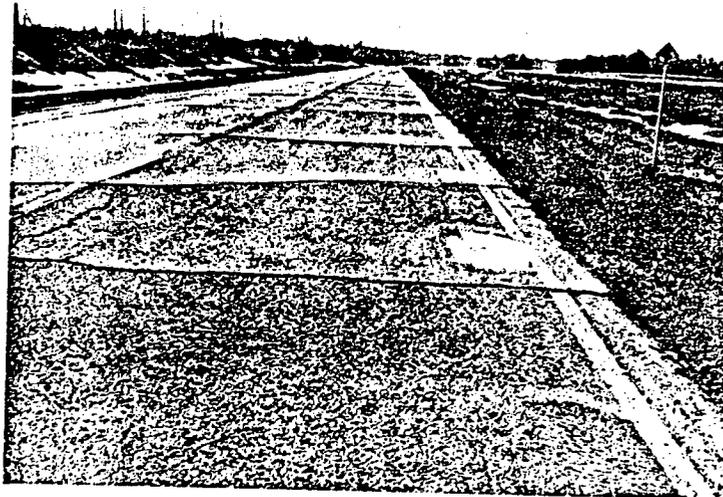


FIGURE B. LIPPING OF TRANSVERSE CRACKS IN WINTER

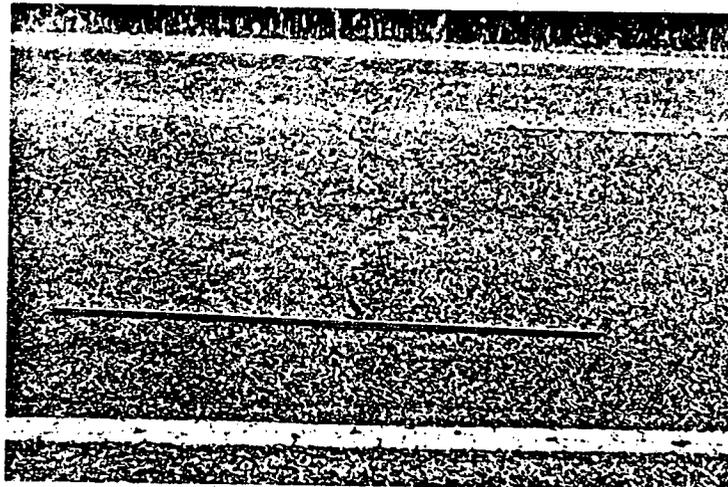


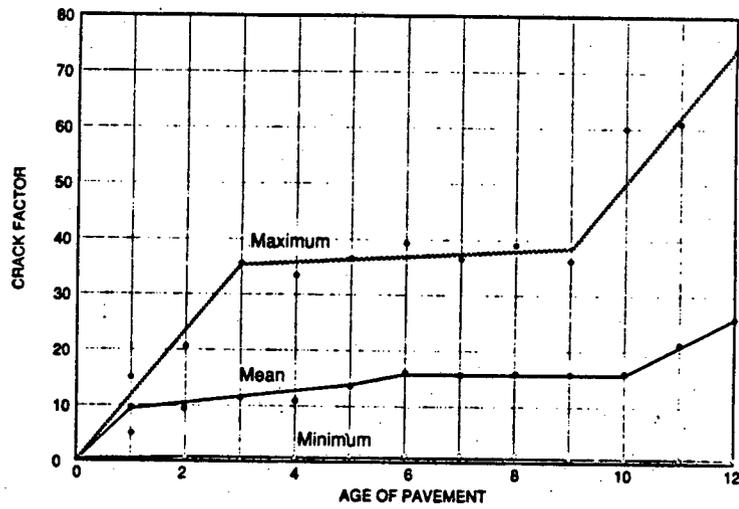
FIGURE C. CUPPING OF TRANSVERSE CRACK IN SUMMER

FIGURE 2 - Les conséquences d'un scellement tardif des fissures thermiques de retrait (la baisse de viabilité et la qualité de roulement):

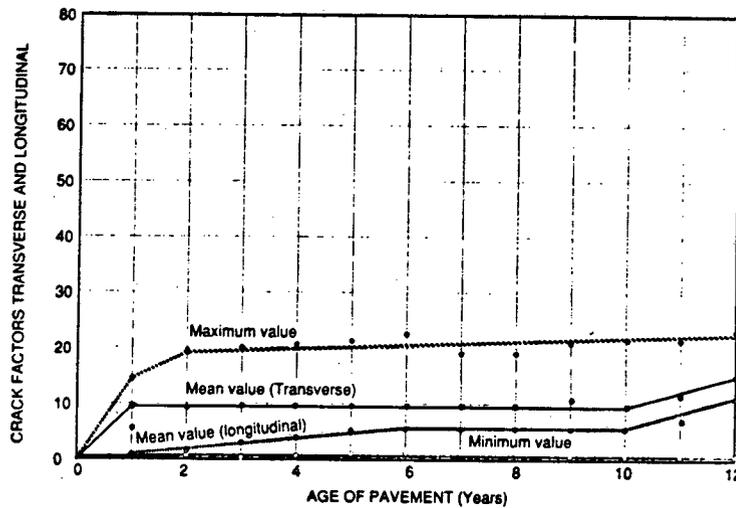
- A) La perte ponctuelle de portance par infiltration d'eau et pompage des fines (ramification).
- B) Le soulèvement des lèvres des fissures par la formation de lentilles de glace (planche à laver).
- C) Les fissures en dépression causées par contamination ponctuelle de sols de support.

PERIODE OPTIMUM D'INTERVENTION

$$C_f (\max) = \frac{F.T. (m) + F.L. (m)}{A (m^2)} \times 100$$



A Crack factor for Transverse and Longitudinal Crackings Combined



B Crack factors for Transverse and Longitudinal Crackings Only

FIGURE 3 - L'intensité d'apparition des fissures en fonction de l'âge d'enrobé.

A) Fissures longitudinales et transversales ensemble.

B) Fissures transversales et fissures longitudinales séparément.

$C_f (\max)$ = coefficient de fissuration maximum

F.T. (m) = longueur totale des fissures transversales (en mètres)

F.L. (m) = longueur totale des fissures longitudinales (en mètres)

A (m^2) = surface totale du scellement

ETUDE DE RENTABILITE

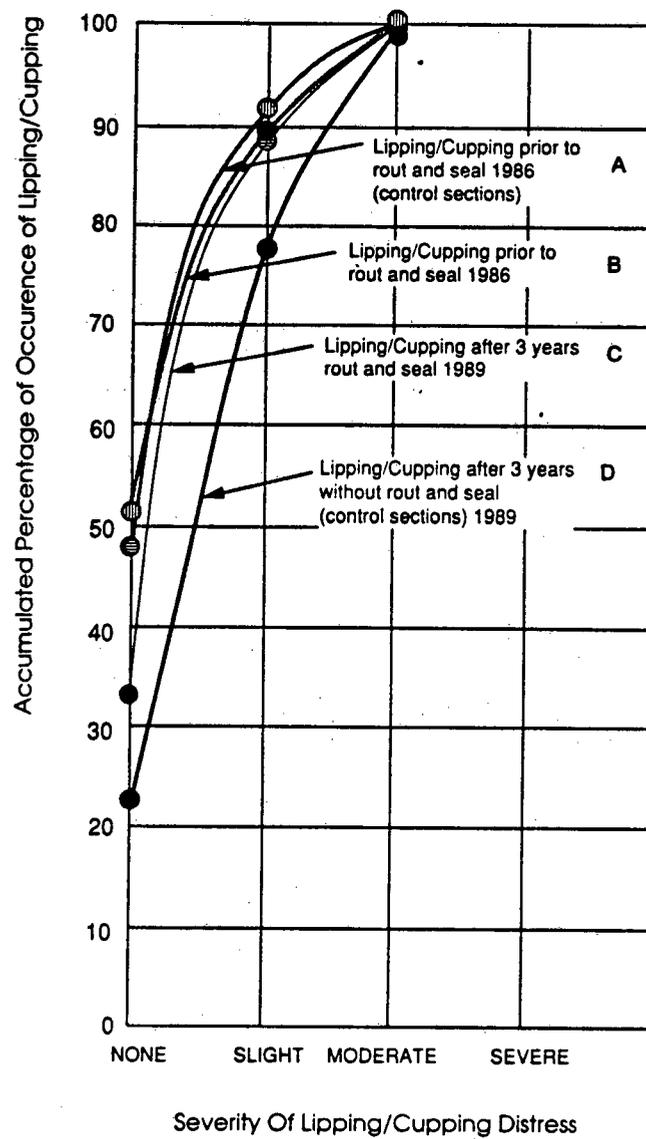


Figure 4

Crack Deterioration after 3 Winters

Degré de détérioration des fissures après 3 hivers:

- A) Soulèvement et dépression avant scellement, 1986 (secteurs témoins);
- B) Soulèvement et dépression avant scellement, 1986;
- C) Soulèvement et dépression après 3 ans, avec toupillage et scellement (1989);
- D) Soulèvement et dépression après 3 ans, sans toupillage ni scellement (1989).

source (M.T.O.)

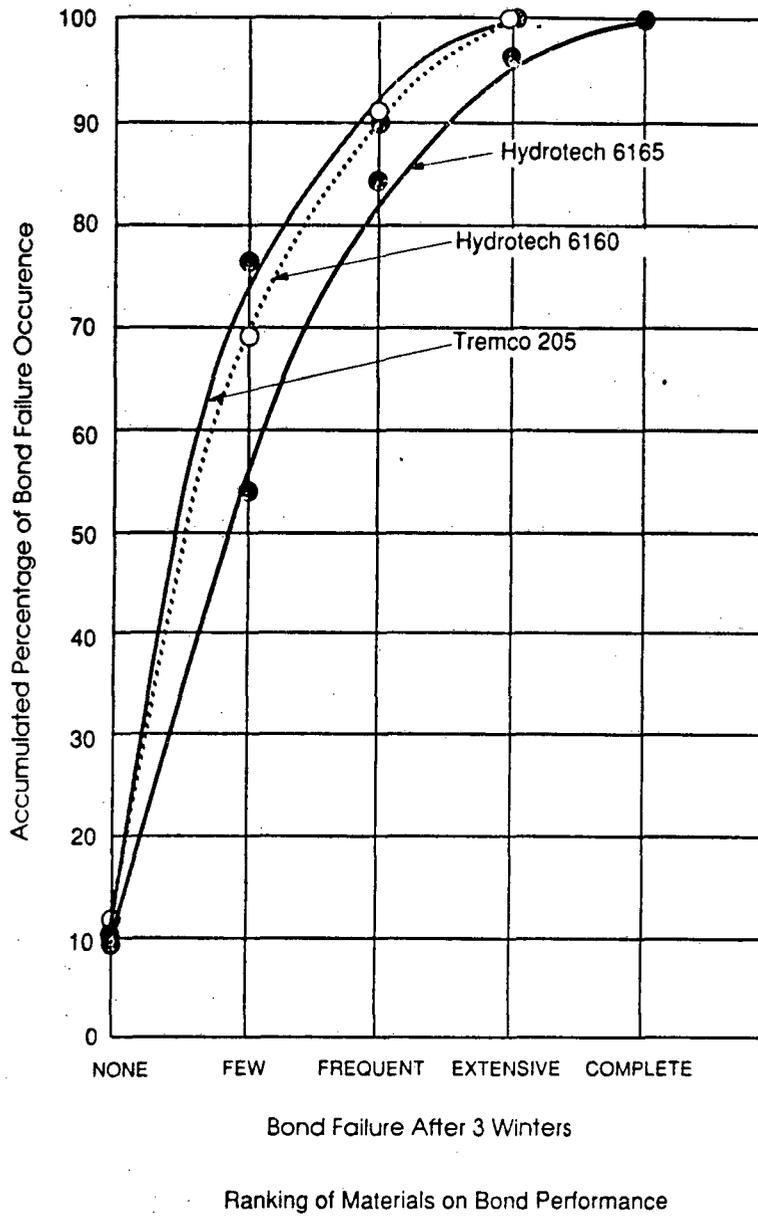
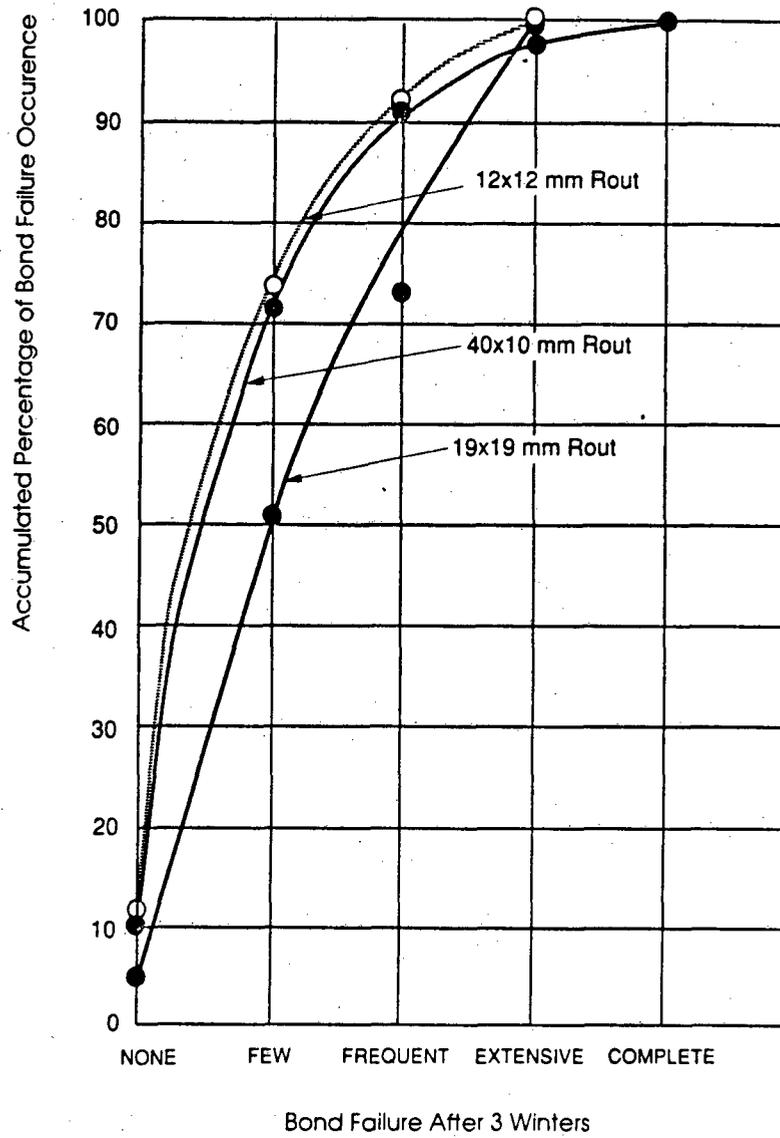


Figure 5 : Les pourcentages cumulatifs de degrés de défauts de trois types de scellant après 3 hivers.

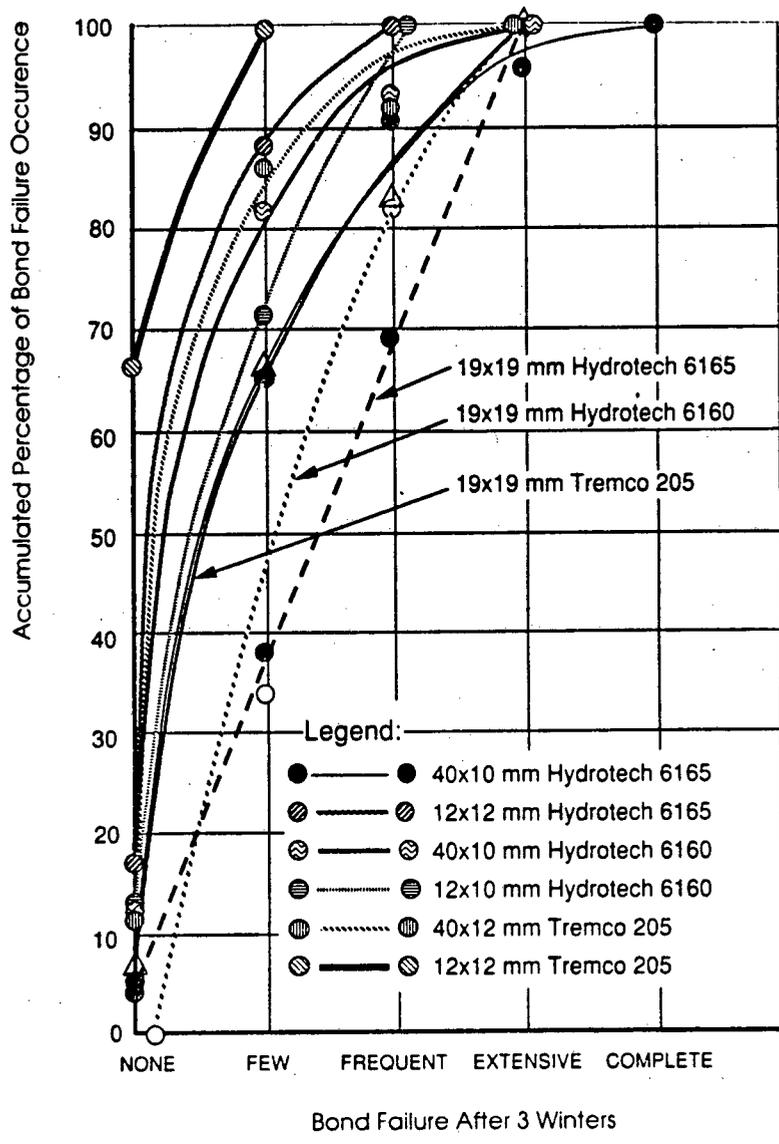
(source #M.T.O.)



Ranking of Roud Configuration on Bond Performance (All Ontario)

Figure 6 : Les pourcentages cumulatifs de degrés de défauts de trois dimensions de toupillage après 3 hivers.

(source # M.T.O.)



Ranking of Material/Rout Configuration on Bond Performance

Figure 7 : Impact combiné de toupillage et type de scellant sur les pourcentages cumulatifs de degré de défauts (après 3 hivers).

(source # M.T.O.)

SUMMARY OF RESULTS
COMPARATIVE EVALUATION OF CRACKSEALERS

PROPERTY	CRACKSEALING COMPOUND						REMARKS
	Husky C190	Cold Pour (A.T.U. spec.)	Carlphaite ELT	Stralabit RS01	Hydrotech 6165	Tremco THC 200	
LABORATORY:	N/A						
Pour Point			180°C		190°C	190°C	190°C
Penetration	35		(70)	73	(73)/75	(68)/71	65
Flow	0.5		(2)	Fail	(8)/Nil	(6)/4	Fail 6
Bond	Fail/Fail		(Pass)/Pass	Fail/Fail	(Fail 2)/Pass	(Fail 3)/Pass	Fail 3
Resilience	Fail/33%		(76)	Fail 14%	(62)/70	(62)	Fail 46%
Flexibility	Fail		Pass	Fail	Pass		Fail
Prolonged heat			Fair/No reheat		Pass	6 Hrs.	
FIELD:	N/A						
Traffic Performance	Light-Medium (predicted 1 yr actual 1 yr	Light predicted 1 yr actual 1 year	Light-Heavy predicted 4 yrs actual 2 yrs	Light-Heavy predicted 4 yrs actual 2 yrs	Light-Heavy predicted 4 yrs actual 2-3 yrs	Light-Heavy predicted 4 yrs actual 2 yrs	
Cost (per tonne)	\$370		\$1125	\$1680	\$960	\$825	1983 dollars
Design Element	Good	Poor	Good	Good	Good	Good	
Cnstr. Requirement	Hot Pour	Cold Pour	Hot Pour	Hot Pour	Hot Pour	Hot Pour	
Set Time	{ 25 minutes	25 minutes (severe tracking)	10 minutes (minor tracking)	8-10 minutes	8-10 minutes	8-10 minutes	
Safety	Burn Hazard	Safe	Burn Hazard	Burn Hazard	Burn Hazard	Burn Hazard	
RELATIVE RATING:	3rd (tie)	5th	1st	4th	2nd	3rd (tie)	

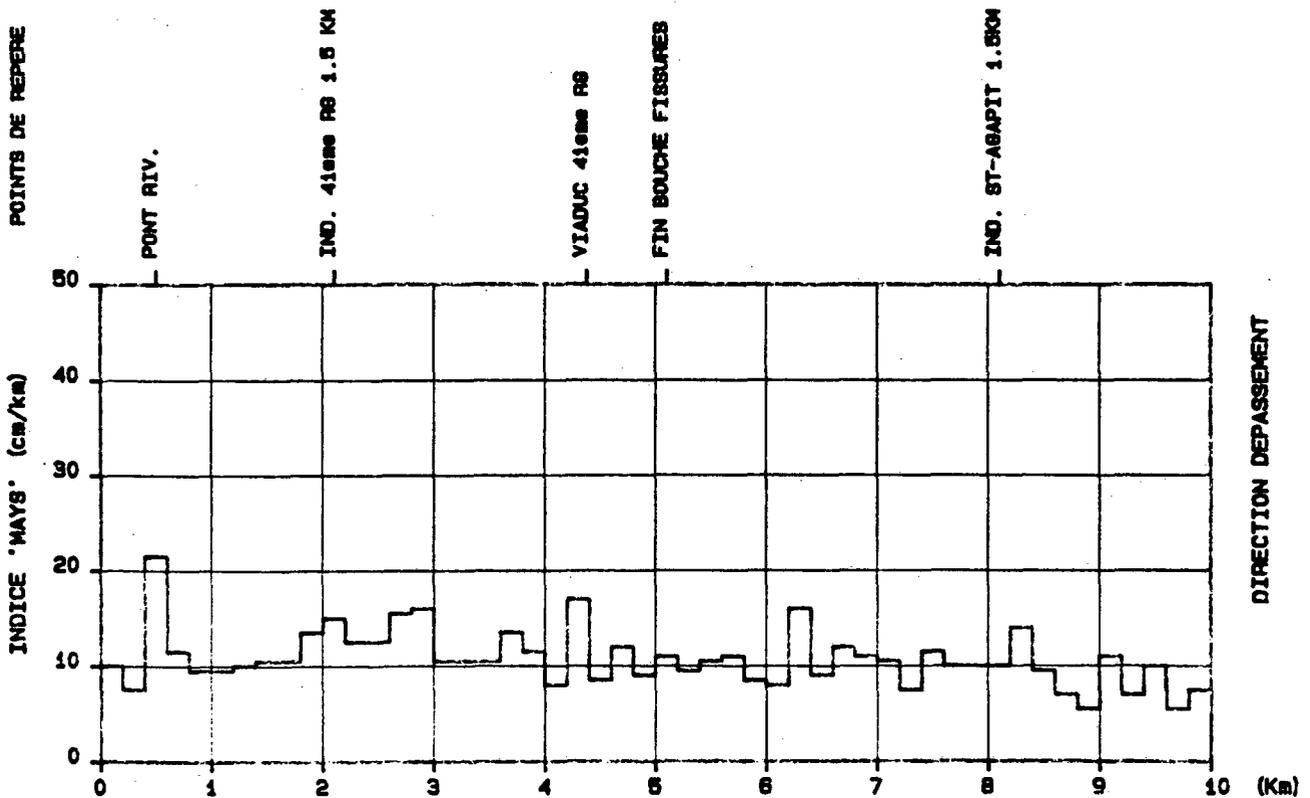
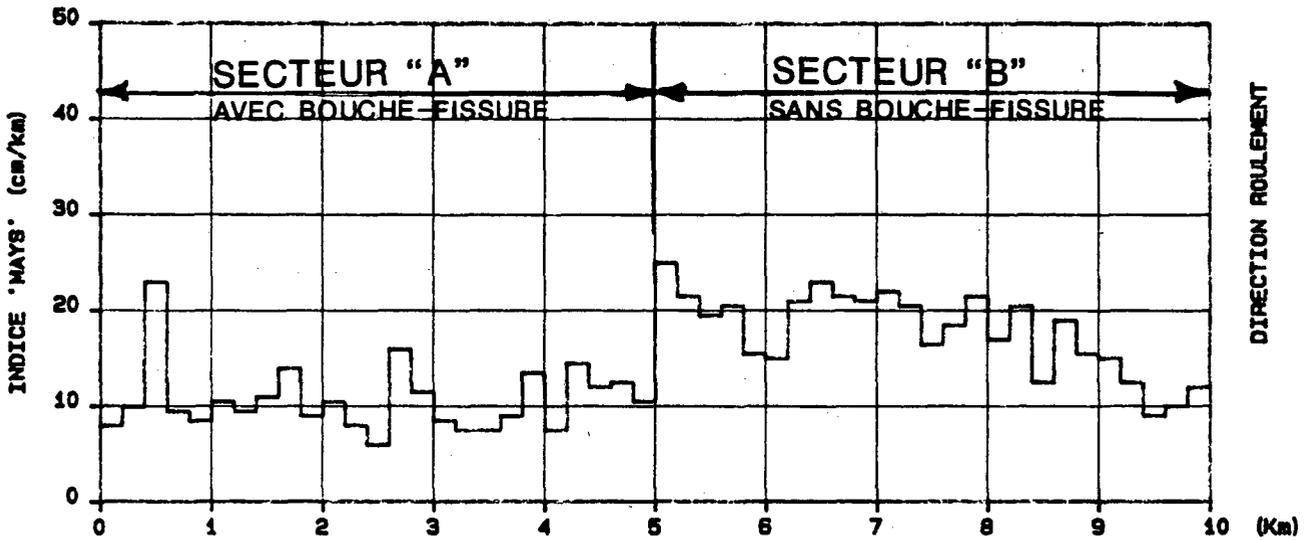
TABLEAU 2 - Les résultats des essais et expériences effectués par transport Alberta sur les divers scellants.

FIGURE 8

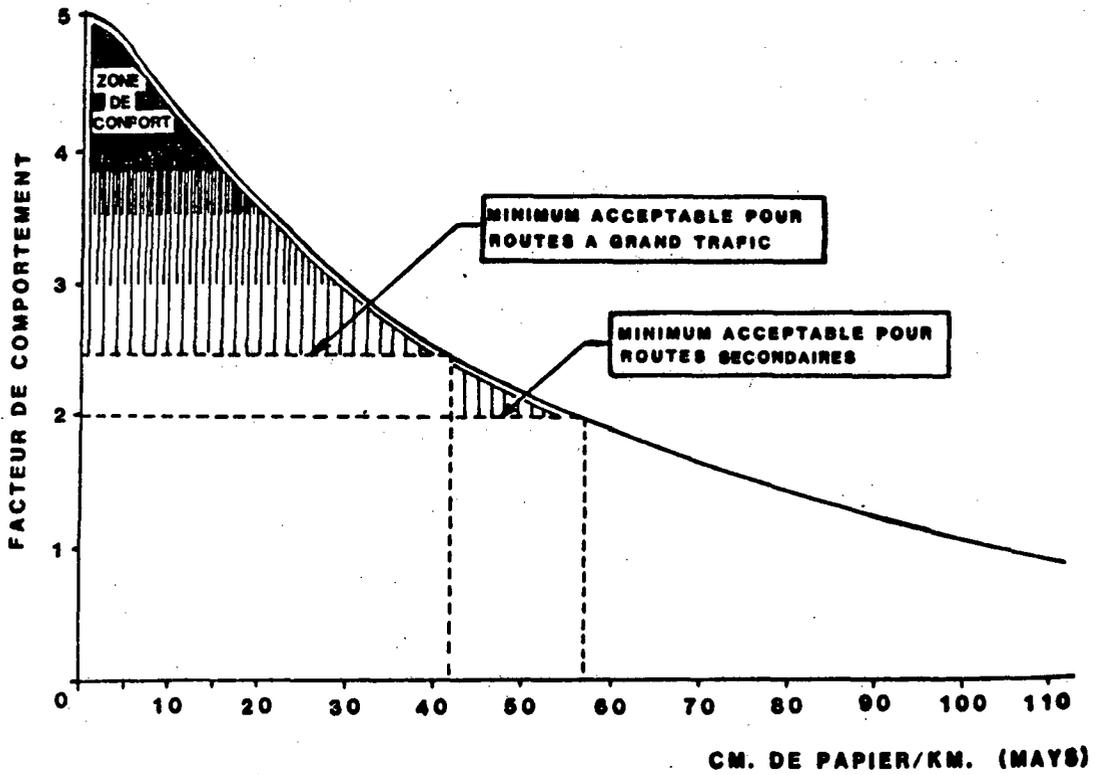
EFFETS DU SCELLEMENT DE FISSURES SUR LA QUALITE DE ROULEMENT 'MAYS'

AUTOROUTE 20, BERNIERES DIRECTION OUEST

RTE-TR.-SEC. : _____		NO DOSSIER : _____	
MUNICIPALITE : <u>STE-APOLINAIRE</u>		NO FICHIER : <u>20000RME.81A</u>	
CIR. ELECT. : <u>LOTRINIERE</u>		SURFACE : <u>BET. BIT.</u>	
CHEF D'EQUIPE : <u>AZIZ AMIRI</u>		LONGUEUR (km) : <u>10</u>	
DATE DES ESSAIS : <u>1991-11-04</u>			
TEMP ('C) : <u>0</u>		VITESSE (km/hre) : <u>100</u>	
DIRECTION ROULEMENT VOIE ROULEMENT _____		DIRECTION DEPASSEMENT VOIE ROULEMENT _____	



FACTEUR DE COMPORTEMENT VS ROULEMENT MAYS



CRITERES PROPOSEES SELON LA CLASSIFICATION DES ROUTES

VALEURS MAYS MAXIMALES SAISONNIERES		
ROUTES	ETE	HIVER [■]
AUTOROUTE	40	56
PRINCIPALE	43	72
SECONDAIRE	48	87
TERTIAIRE	56	111

■ MESUREE LORSQUE LES SOULEVEMENTS DU AU GEL SONT MAXIMUM (ENTRE LE 1^{er} FEV. ET LE 15 MARS ENVIRON)

FIGURE 9 EVALUATION DE LA QUALITE DE ROULEMENT A PARTIR DES RESULTATS DE LA PROFILOMETRIE "MAYS"

À télécopier

A: M. Aziz Amiri
 Service: SOLE ET CHAUSSURES
 No du télécopieur: (646 8825)
646 9038
 Nbre de pages: 4
 De: Jean Claude MOREUX
 Date: 29 oct. 1991
 Compagnie: LABORATOIRE CENTRAL
 NO du télécopieur: 646 6692
 Message: Rapport d'analyse
de ciment avec fines
 Feuilles: Notice collant. de télécopie 7903F

l du Québec
 Transports
 entral

SECTION - LIANTS BITUMINEUX

: Hydrotech.

No. Laboratoire Central: 91-337

: Evaluation de produit

Type de produit

: Bouche fissure

Echantillon no.: HPS 6165
lot 470

Référence générale

: 125-440

EXIGENCES REQUISES POUR LES PRODUITS DE SCELLEMENT DE FISSURES
 (ASTM D 3405)

Température maximale
 de chauffage

: 195 °C

Echantillon chauffé:

oui
 non

Essai	Exigences		Résultats
	Min.	Max.	
Pénétration au cône (25°C, 150g, 5s) (X 0.1 mm)		90	81
Fluidité à 60°C (écoulement en mm)		3.0	0.0
Résilience à 60°C (%)	60.0		61.0
Adhérence au béton	3 cycles gel-dégel (-30°C)		<input checked="" type="checkbox"/> Passe l'essai <input type="checkbox"/> Ne passe pas l'essai

Remarques: Echantillon tout à fait conforme

Technicien: Jean Bergeron
Jean Claude Moreux

Approuvé par: [Signature]Date: 91 05 27

Complexe scientifique, 2700, rue Einstein, Sainte-Foy, QC G1P 3W8
 Tél.: (418) 643-3178 • Télécopieur (Fax) (418) 646-6692



Gouvernement du Québec
Ministère des Transports
Laboratoire central

SECTION - LIANTS BITUMINEUX

(BAKELITE)
Origine : BAKOR No. Laboratoire Central: 91-462
Contrat no. : ^{Acceptation} de Produit Type de produit : Bouche fissure
Echantillon no.: 590-13A Référence générale : 125-440

EXIGENCES REQUISES POUR LES PRODUITS DE SCELLEMENT DE FISSURES
(ASTM D 3405)

Température maximale de chauffage : 185 °C Echantillon chauffé: oui
 non

Essai	Exigences		Résultats
	Min.	Max.	
Pénétration au cône (25°C, 150g, 5s) (x 0.1 mm)		90	63.5
Fluidité à 60°C (écoulement en mm)		3.0	1.5
Résilience à 60°C (%)	60.0		60.5
Adhérence au béton	3 cycles gel-dégel (-30°C)	Passer 4 cycles autre -30°C = 35°C	<input checked="" type="checkbox"/> Passe l'essai <input type="checkbox"/> Ne passe pas l'essai

Remarques: Produit conforme aux spécifications

Technicien: Jean Bergeron

Approuvé par: Claude Morin

Date: 91-10-09



Gouvernement du Québec
Ministère des Transports
Laboratoire central

SECTION - LIANTS BITUMINEUX

Origine : **BAKOR** No. Laboratoire Central: **91-389**
 Contrat no. : *Evaluation de produit* Type de produit : *mortier Polybitume*
 Echantillon no.: **10702-1** Référence générale : **125-440**

EXIGENCES REQUISES POUR LES PRODUITS DE SCELLEMENT DE FISSURES (ASTM D 3405)

Température maximale de chauffage : **180** °C Echantillon chauffé: oui non

Essai	Exigences		Résultats
	Min.	Max.	
Pénétration au cône (25°C, 150g, 5s) (x 0.1 mm)		90	42
Fluidité à 60°C (écoulement en mm)		3.0	0.5
Résilience à 60°C (%)	60.0		<i>Résultats non significatifs Produit trop dur.</i>
Adhérence au béton	3 cycles gel-dégel (-30°C)	<i>La rupture a lieu à -15°C durant le premier cycle.</i>	<input type="checkbox"/> Passe l'essai <input checked="" type="checkbox"/> Ne passe pas l'essai

Remarques: *Le produit adhère mal à la plaque de l'essai de fluidité. Ce produit se fissure aussi.*

Technicien: *Jean Bergeron*

Approuvé par: *[Signature]*

Date: *91-10-09*

Centre de Recherche, 2700, rue Einstein, Sainte-Foy, QC G1P 3W8
Tél. (418) 643-3178 • Télécopieur (Fax) (418) 646-6692



Gouvernement du Québec
Ministère des Transports
Laboratoire central

SECTION - LIANTS BITUMINEUX

Origine : *M.T. Q* No. Laboratoire Central: *91-465*
 Contrat no. : *Azis Amiri* Type de produit : *Bouche fine*
 Echantillon no.: *Scalastic* Référence générale : *125-440*

EXIGENCES REQUISES POUR LES PRODUITS DE SCELLEMENT DE FIBURES (ASTM D 3405)

Température maximale de chauffage : *180* °C Echantillon chauffé: oui non

Essai	Exigences		Résultats
	Min.	Max.	
Pénétration au cône (25°C, 150g, 5s) (x 0.1 mm)		90	<i>9</i>
Fluidité à 60°C (écoulement en mm)		3.0	<i>Essai inadapte</i>
Résilience à 60°C (%)	60.0		<i>Matériau trop dur; Résultat non significatif</i>
Adhérence au béton	3 cycles gel-dégel (-30°C)	<i>Rupture au premier cycle</i>	<input type="checkbox"/> Passe l'essai <input checked="" type="checkbox"/> Ne passe pas l'essai

Remarques: *Le matériau est un essai dont le haut est dur. Les essais effectués
ici sont inadaptes pour une réelle évaluation. Modification à l'étude.*

Technicien: Jean Bergeron

Approuvé par: Jean Claude Morissette *91-10-25*

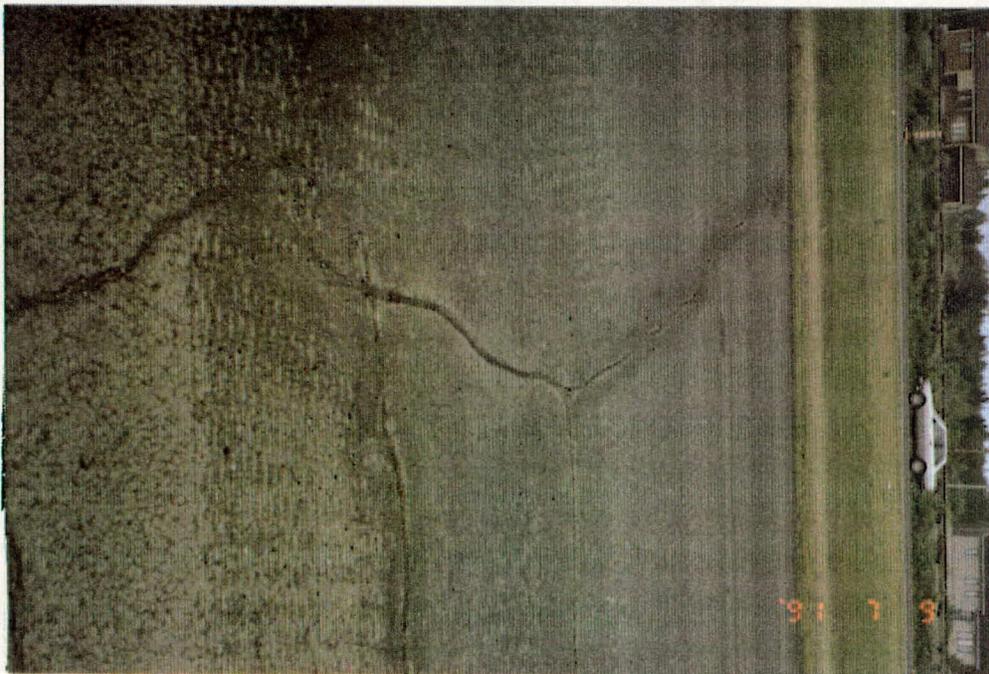
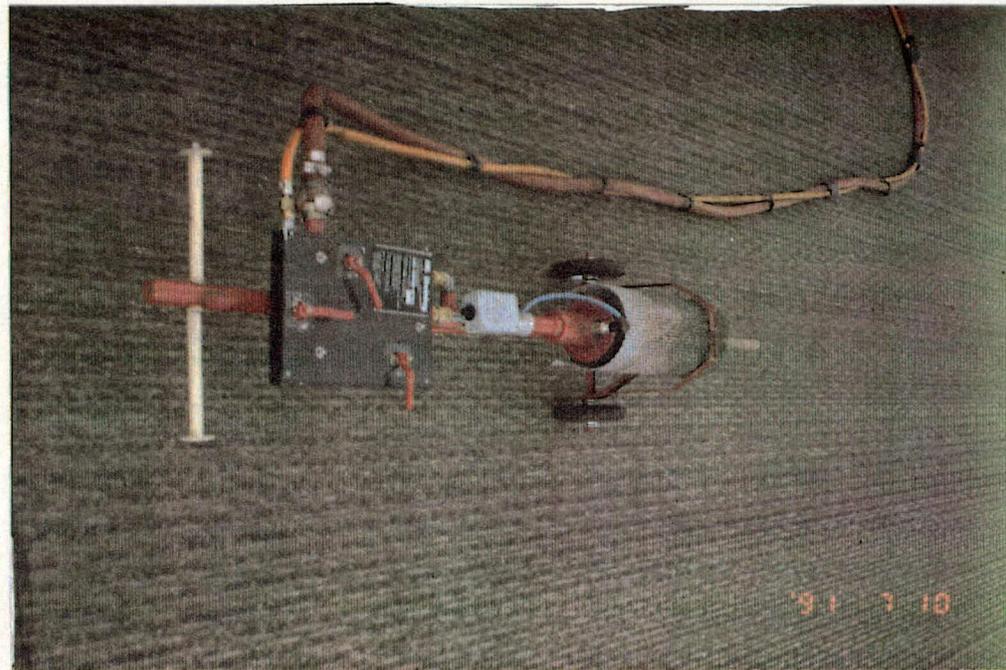


1	2
3	

**POLITIQUE DU M.T.Q. CONCERNANT
LE SCELLEMENT DE FISSURES**

<u>Photo no</u>	<u>Route</u>	<u>Description</u>
1	325	Fissures multiples causées par le déplacement des fondations.
2	Chemin du Moulin	Fissures accompagnées de rupture des fondations.
3	A-20	Mediflex, fissures transversales en soulèvement provoqué par l'infiltration d'eau.

Photos 1 et 2, dégradations ne faisant pas l'objet du présent projet.



4	5
6	

POLITIQUE DU M.T.Q. CONCERNANT
LE SCÉLÈMENT DE FISSURES

<u>Photo no</u>	<u>Route</u>	<u>Description</u>
4	A-20 St-Apol- linaire	Toupilleur.
5	A-20 St-Apol- linaire	Appareil appelé le "Hot dog" qui optimise le combustible et l'air sans flamme ni oxydation lors du nettoyage et chauffage de la fissure.
6	A-20 St-Apol- linaire	Fissures transversales et polygo- nales après toupillage (20 x 25 mm)



7	8
9	

**POLITIQUE DU M.T.Q. CONCERNANT
LE SCÈLLEMENT DE FISSURES**

<u>Photo no</u>	<u>Route</u>	<u>Description</u>
7	A-20 St-Apol- linaire	Scellement des fissures après planage, toupillage, nettoyage avec Sealastic. Remarquer le fondoir et une petite épandeuse en marche.
8	A-20 St-Apol- linaire	Épandeuse à double paroi avec chauffrette.
9	A-20 St-Apol- linaire	Colmatage d'une pelade après planage, avec le Sealastic.

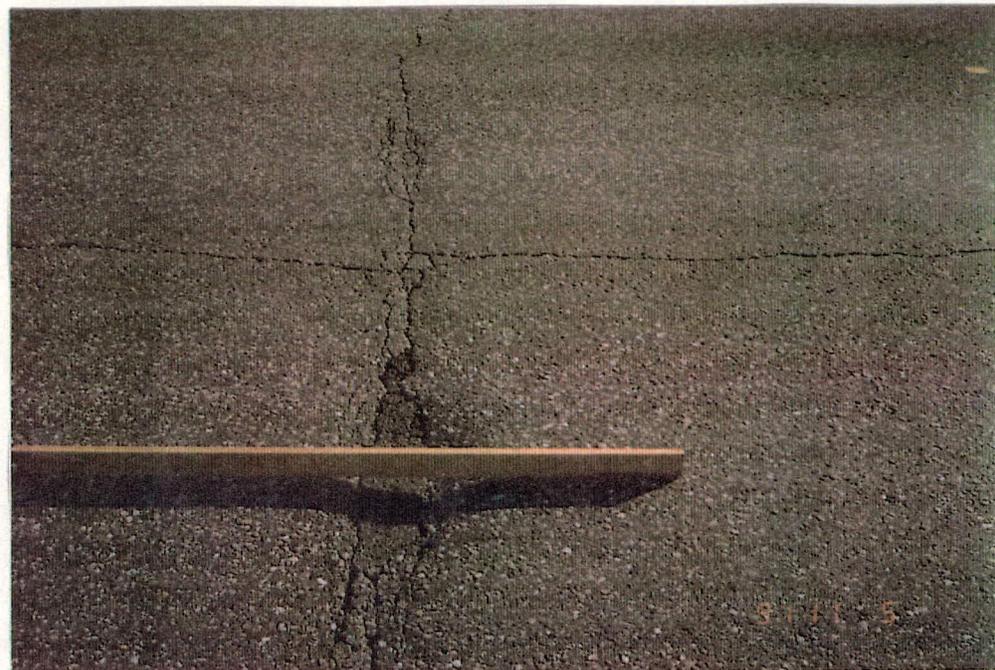
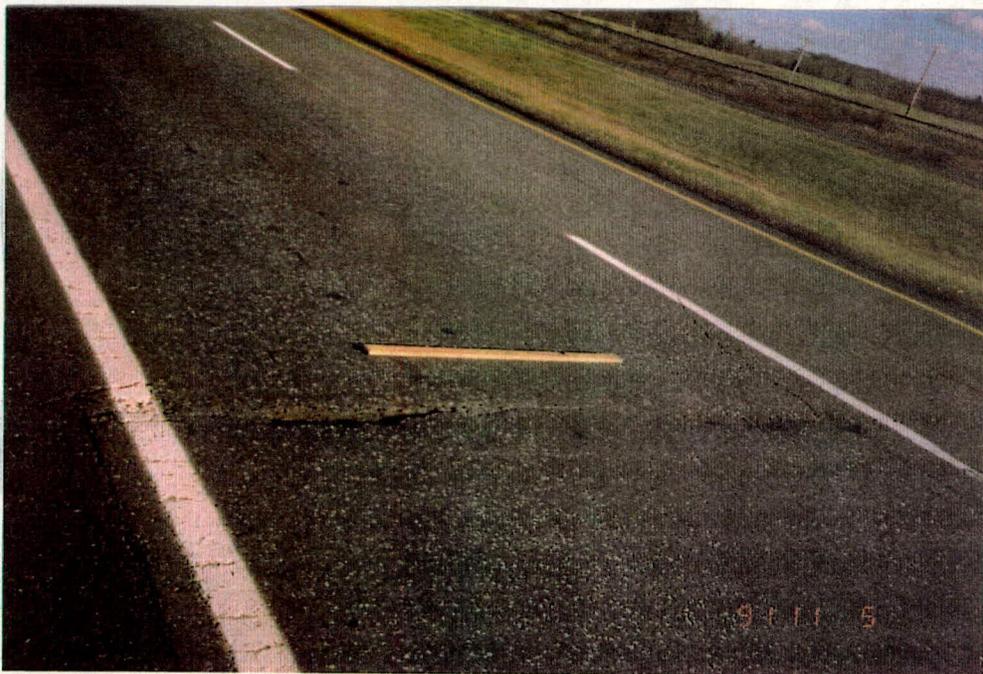


10	11
12	

**POLITIQUE DU M.T.Q. CONCERNANT
LE SCCELLEMENT DE FISSURES
(calcul de coût et bénéfice)**

<u>Photo no</u>	<u>Route</u>	<u>Description</u>
10,11 & 12	A-20	Comportement du Bakelite posé sur un enrobé MB4 avec 20% de recyclé. - Enrobé MB4 posé en 1986 - Scellement sans pontage en 1989 - JMA = 25 à 32 000 - Poids lourds = 22 à 25%

Malgré le pontage et l'absence de toupillage, cette opération âgé de 2 ans démontre un excellent roulement comparé au secteur sous traitement (voir les photos 13, 14 et 15).



13	14
15	

**POLITIQUE DU M.T.Q. CONCERNANT
LE SCCELLEMENT DE FISSURES
(calcul de coût et bénéfice)**

<u>Photo no</u>	<u>Route</u>	<u>Description</u>
13	A-20 Bernières	Démontre la dégradation en "V" du pavage dans les traces des roues en l'absence du scellant et de l'impact du trafic.
14	A-20 Bernières	Démontre l'inefficacité d'un scellant avec un enrobé.
15	A-20 Bernières	Idem à la photo #13.

Dégradation d'un revêtement après 5 ans de service, le roulement médiocre de cette chaussée nécessite la pose d'une couche d'usure.



16	17

POLITIQUE DU M.T.Q. CONCERNANT
LE SCÉLLEMENT DE FISSURES

<u>Photo no</u>	<u>Route</u>	<u>Description</u>
16	363	Tassement du niveau de scellant (après simple application) tou-pillage de 30 mm de large affecte le roulement.
17	363	Finition assymétrique des lèvres du scellant causé par la pente du revêtement.

ANNEXE "A"



Québec, le 25 avril 1991

A : Monsieur Pierre Veilleux, ing.
Chef-district 29 - Cap Santé

OBJET : Scellement des fissures
Route: Autoroute 40
Munic.: Neuville
C.E.P.: Portneuf
V/Réf.: Contrat 329-1113-9
N/Réf.: 0040-07-110(22)90

I- INTRODUCTION

Pour faire suite à votre demande d'expertise du 1er février 1991 transmis par M. Donald Paré, ing., de l'Assurance Qualité à notre Service, nous vous transmettons les résultats de notre étude relativement au sujet en titre.

II- TRAVAUX EFFECTUÉS

Dès la réception de la demande les travaux suivants ont été effectués sur le sujet:

- Une visite sommaire du site le 14 mars 91 pour observer le comportement hivernal des fissures;
- Un examen détaillé du type et de la nature des fissures le 27 mars 91;
- Un relevé visuel et un recensement détaillé des fissures avec kilométrage et mesure de l'ouverture le 28 mars 91;
- Examen du dossier de 800 premier mètres du secteur étudié dans le cadre du projet C-SHRP;

- Examen stéréoscopique des photos et photos aériennes afin de cerner les conditions environnementales et le milieu physique entourant le site.

De plus, les dossiers de deux planches expérimentales sur la route 132 à St-Nicolas et 117 en Abitibi ont été aussi consultés.

III- OBSERVATIONS ET DONNÉES

a) Profil en long du secteur

Lors de nos visites nous avons noté que l'élévation de la chaussée par rapport au terrain naturel décroît de l'Est vers l'Ouest. Cette dénivellation est reliée à la faible profondeur du substratum rocheux (calcaire) à l'est d'une part et la baisse graduelle du profil pour passer sous le viaduc à l'ouest d'autre part. Ainsi le drainage de la chaussée est défavorisé vers l'ouest.

b) Condition initiale de la plate-forme

Le visionnement du vidéo préparé pour le C-SHRP avant le resurfaçage du tronçon démontre que la chaussée était affectée par des F.T. plus ou moins ouvertes et en dépression accompagnées d'ornières remarquables dans le voie de droite. Des rapiécages ont été effectués à ces endroits où les dégradations des fissures étaient prononcées (photo 23).

Quelques F.L. ont été notées dans la voie de gauche vers l'accotement (photo 24).

c) Structure en place

Selon le dossier C-SHRP la structure de la partie Est du tronçon est constituée des éléments suivants:

couche d'usure	BB	50 mm
couche de base	BB	83 mm
fondation supérieure	0-19a	200 mm
fondation inférieure	0-56	250 mm
sous-fondation	sable	580 mm

Ces couches sont suivies par un till composé d'argile, silt, cailloux, bloc, etc., suivi du substratum rocheux. Ces études ont confirmé l'absence de la nappe phréatique dans les fondations (photos 21-22).

Pour ce qui est du côté ouest les sols en place sont très variables, le roc et le till glaciaire semble y être absent.

d) État actuel de la surface de roulement

1) Aspect général

L'assiette de la route, les textures et l'uni de surface nous ont paru très satisfaisants lors de notre visite du mois de mars dernier (photos 1 et 2).

L'enrobé expérimenté consiste à un Skip Mix polymère posé en 1989. La texture est forte et très pierreuse, les granulats ont des dimensions allant jusqu'à plus de 25 mm. Plusieurs cavités ont été notées en surface.

2) Fissuration

La surface de la chaussée est affectée par des fissures transversales en particulier et leurs apparitions a été notée après le deuxième hiver. Les fissures situées à l'est du tronçon sont ouvertes (≥ 5 mm) avec des intervalles d'environ 50 m (photos 7 et 8). Ces fissures sont parfois identifiées avec des arrachements et épaufrures plus ou moins fréquents (photos 9, 10 et 11). Ces fissures affichent des indices de soulèvement marqués par les traces des équipements d'entretien d'hiver (photos 7 et 8). L'origine de ces fissures peut être le retrait thermique et/ou la réflexion des anciennes fissures. L'infiltration subséquent du sel et de l'eau de surface peuvent être à la source des soulèvements de surface et des ouvertures observées.

Cependant à l'ouest dans certains endroits, les soulèvements et l'ouverture des fissures peuvent être d'origine profonde (infrastructure gélive),.

Pour ce qui est des fissures moins ouvertes (≤ 5 mm) se trouvant aussi à l'ouest du tronçon, aucun indice de soulèvement n'a été remarqué lors de notre visite (photos 6 et 7). Ces dégradations sont causées plutôt par une faible capacité de support et/ou le retrait thermique. La présence des micro-fissures ou demi-fissures de même que le profil en déblai de la chaussée confirment ce fait et la plus grande fréquence de ces dégradations (intervalle 3 à 5 m).

IV- CONCLUSION

L'étanchéisation de la surface et l'amélioration de la qualité de roulement sont parmi les rôles principales qu'on attend d'une couche de roulement performante dont les fissures transversales peuvent l'affecter à un degré inestimable.

Un scellement tardif des fissures, non seulement favorisera une altération des fondations par infiltration des eaux et des déglaçants mais aussi provoquera une dégradation prématurée du revêtement à l'endroit des fissures initiales.

Pourtant le succès d'un projet de scellement de fissures est souvent compromis dans nos conditions climatiques et environnementales. Il est donc primordial de connaître tout d'abord les agents provocants ces fissures dont on peut énumérer; le retrait thermique, réflexion des anciennes fissures en battement (due à la rupture des fondations, etc.), cisaillement par faible capacité de support, l'expansion des structures en place par le gel et finalement l'absence d'un traitement approprié de la plate-forme avant la pose de couche de roulement.

Les modes de scellement des fissures doivent être compatibles avec la nature et les dimensions de ces dégradations.

Normalement les fissures provoquées par le retrait thermique seul ne doivent pas poser de problème majeur dépendamment de leurs dimensions.

La viabilité du scellement des fissures de cisaillement ou de réflexion dépend de l'amplitude des mouvements saisonniers d'une part, l'épaisseur et la performance physico-mécanique du scellant à basse température de même que sa mise en oeuvre.

Dans le cas des fissures actives au gel et dégel et aux paramètres précités il faut ajouter aussi les dimensions, l'envergure du soulèvement et l'élongation du scellant.

Compte tenu de tout ce qui vient d'être énuméré et en attendant la préparation d'un guide de scellement de fissures par le MTQ, voici quelques recommandations.

V- RECOMMANDATIONS

Les modes de traitement selon l'ouverture.

a) Les demi-fissures

Application de scellant sous pression après nettoyage et séchage à l'air chaud. Option IV page 10 de 10, D-1106-A du guide d'entretien d'été, Janvier 1991, MTQ.

b) Les fissures à ouverture ≤ 5 mm

- ouvrir la fissure sur 20 x 20 mm
- nettoyage-séchage
- application du scellant sous pression sans aucun débordement; option I

c) Les fissures à ouverture ≥ 5 mm

- ouvrir la fissure sur 10 x 40 mm
- nettoyage-séchage
- application du scellant sous pression sans aucun débordement; option II

- Il est préférable de négocier le scellement en volume (plutôt qu'en mètre linéaire) et à une température d'application variant de 170 à 185°C (température ne doit pas dépasser 200°C), la contrôler sur le chantier avec un thermomètre à infrarouge.

- Pour les fissures plus ouvertes et plus profondes il est préférable d'utiliser des scellants additionnés de granulats (sable à $\phi = 2$ mm) appliqué sous pression.

- Pour le scellement de fissures susceptibles au gel, le mois de mai est le moment le plus propice pour la pose.

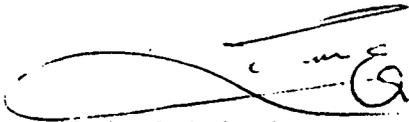
Pour ce qui est du type de scellant à date le "Bakelite" sur la route 132 à St-Nicolas et le "Hydrotech 6165" expérimenté sur la route 117 à Louvicourt canton en Abitibi ont donné des résultats satisfaisants (photos 17 à 24).

NOTE: Tous ces traitements sont exclus de la section C-SHRP.

Pour tous renseignements additionnels concernant ce sujet, n'hésitez pas à communiquer avec les soussignés.



Denis Verret, t.t.p.

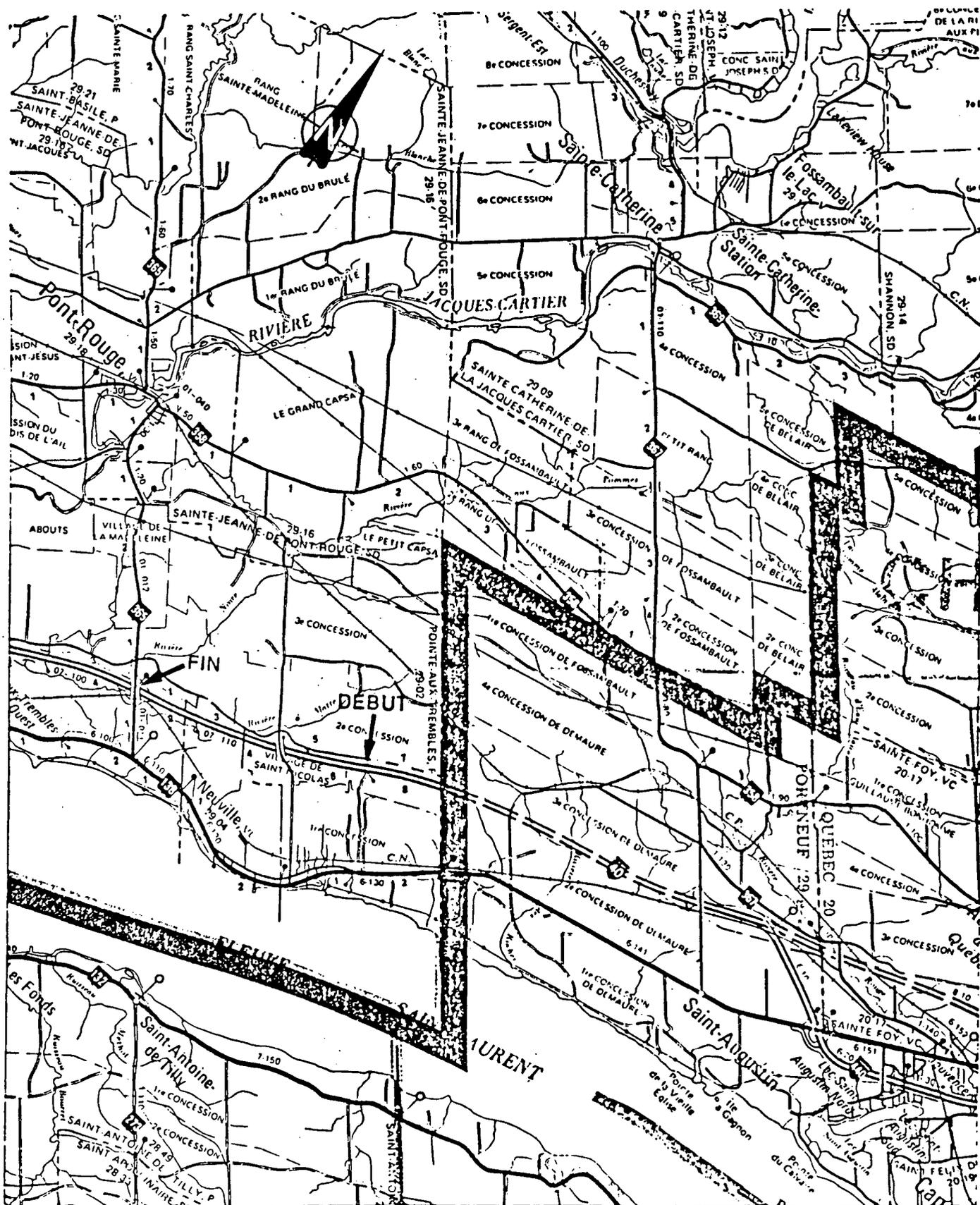


Aziz Amiri, ing.
Division Structures de chaussées

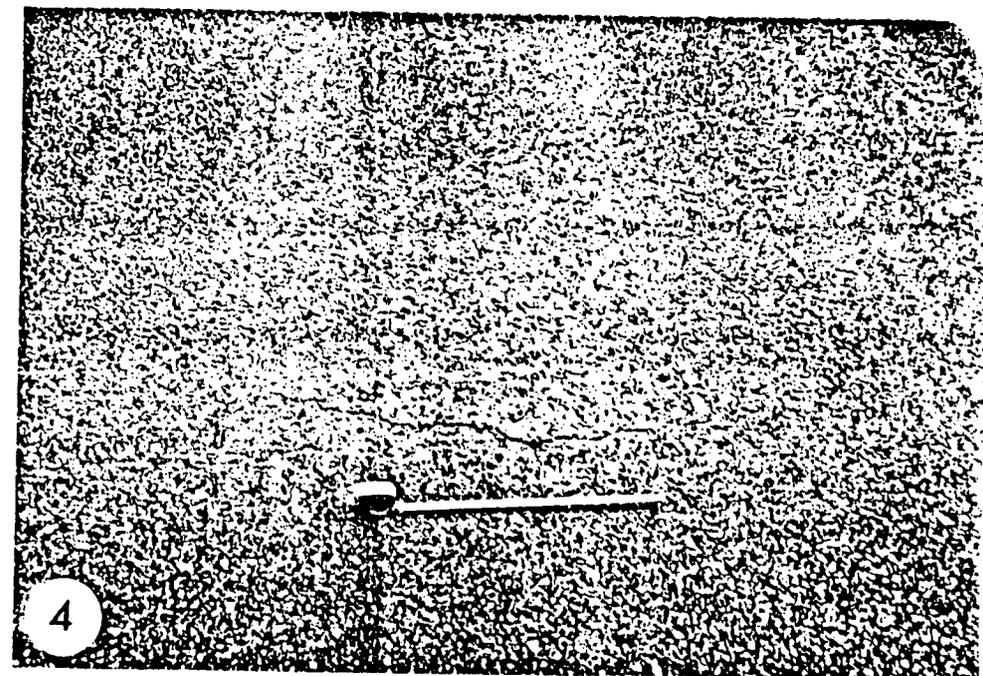
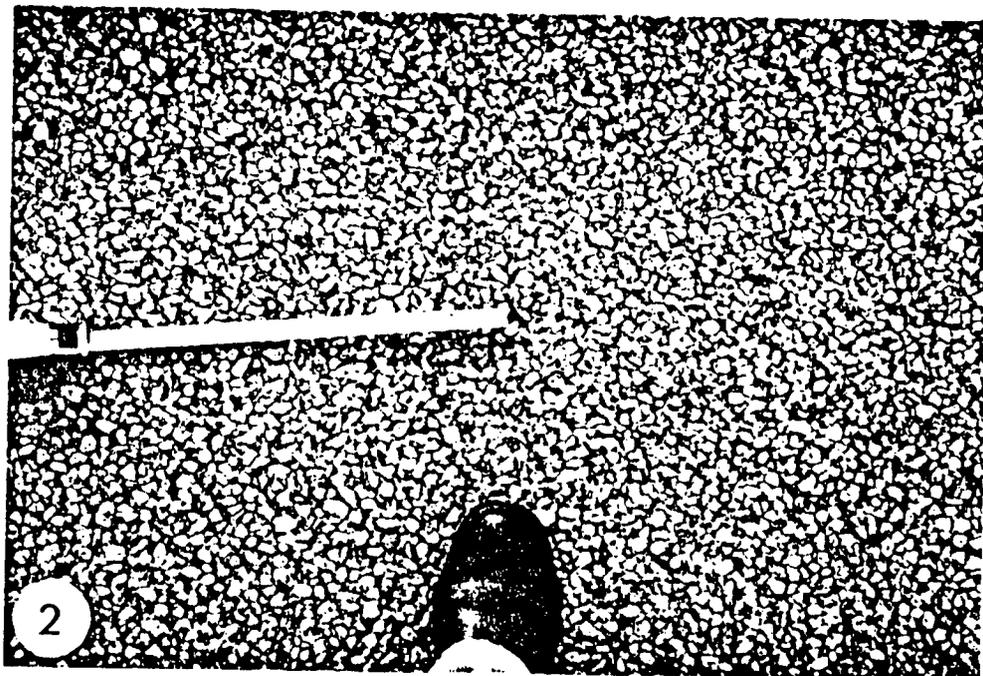
DV/AA/hg

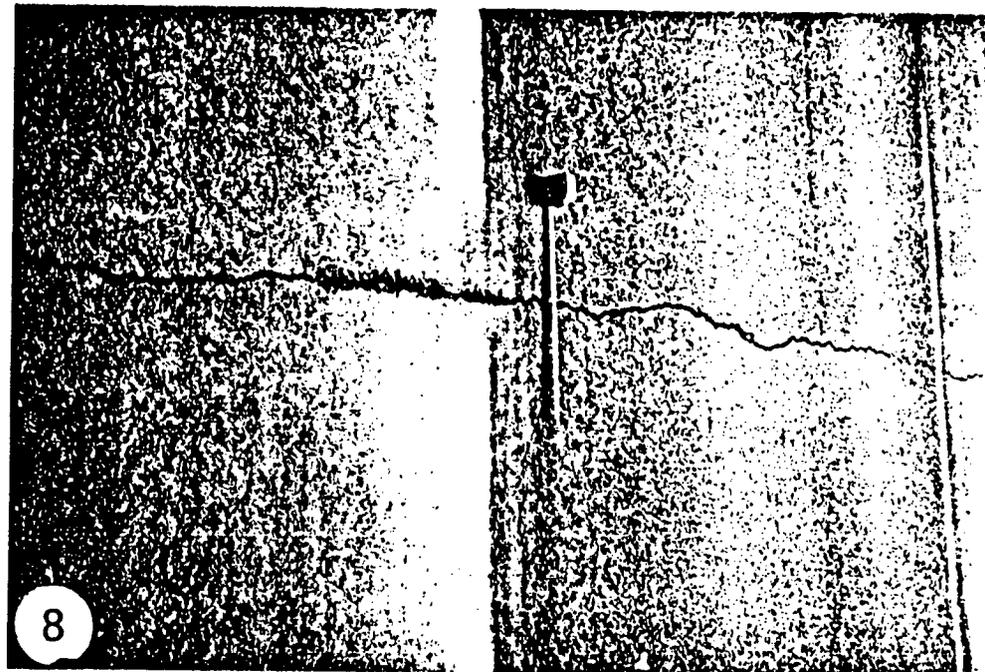
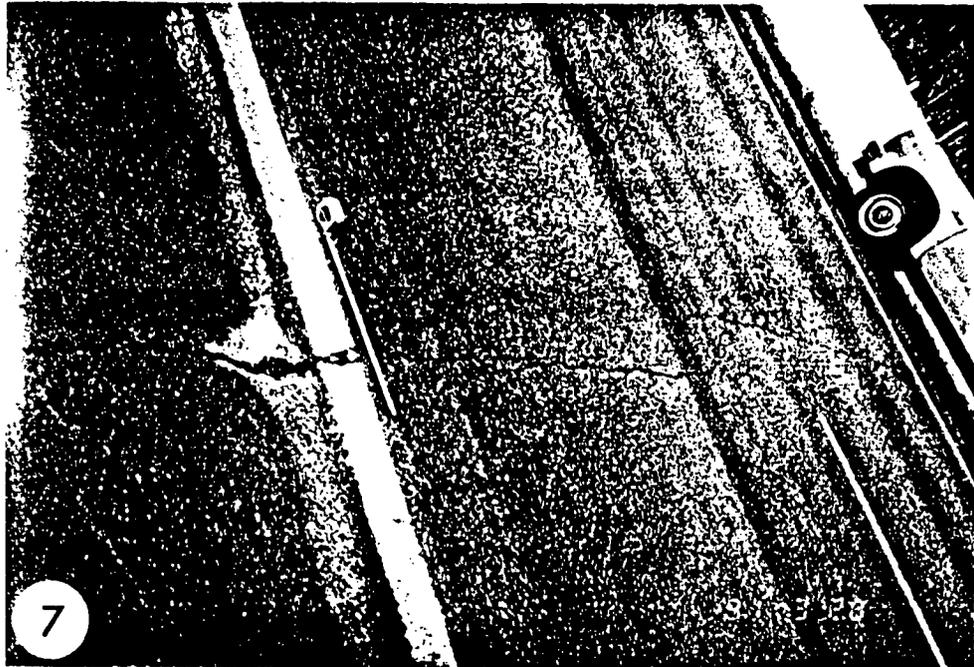
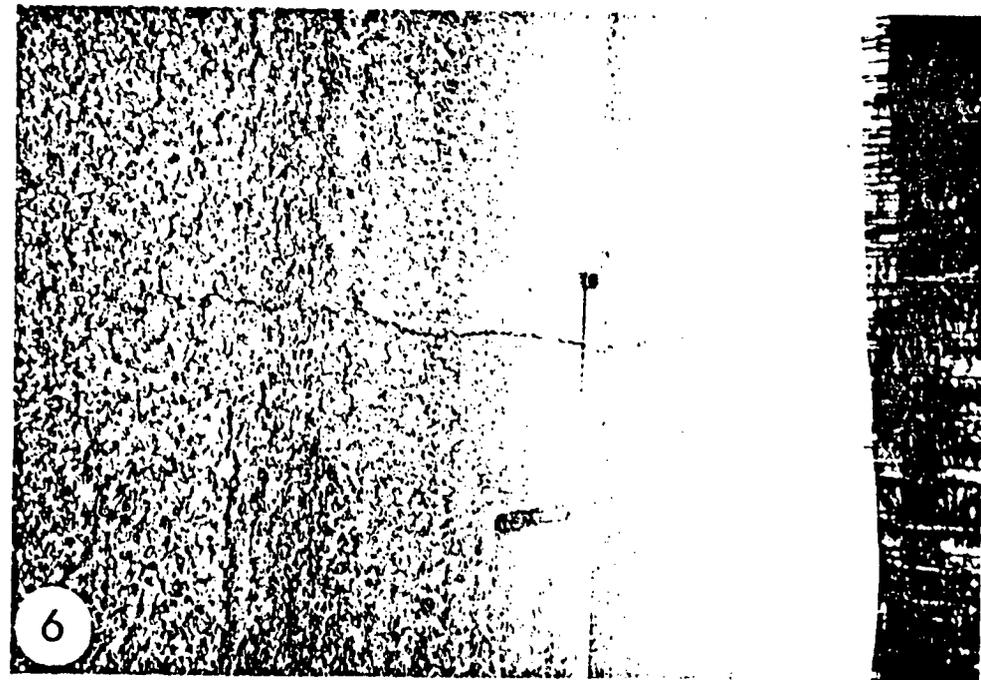
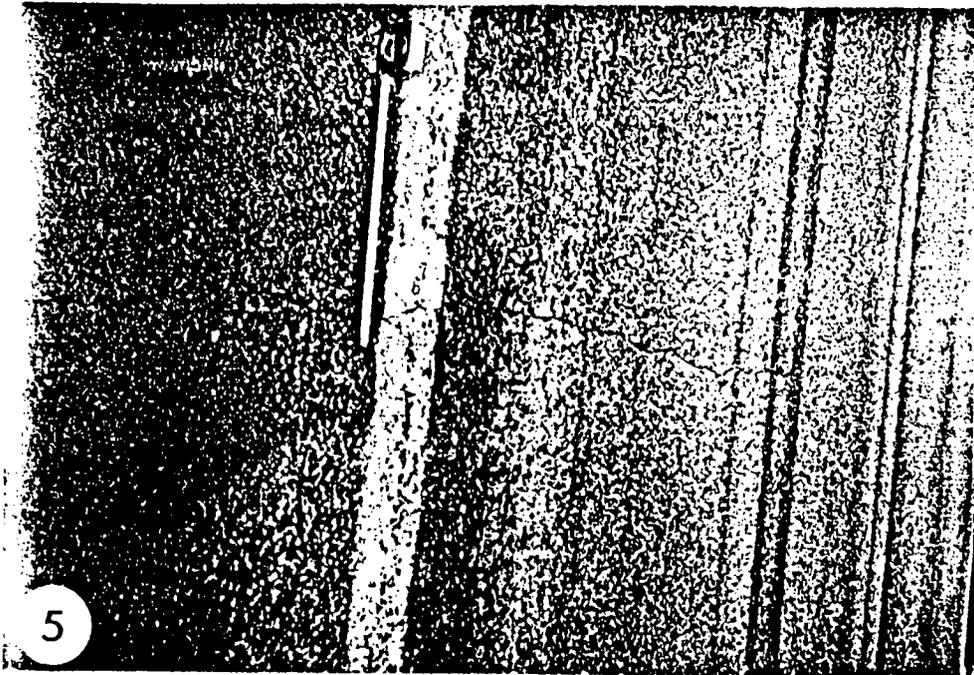
c.c.: MM Pierre De Montigny, ing.,
Donald Paré, ing.

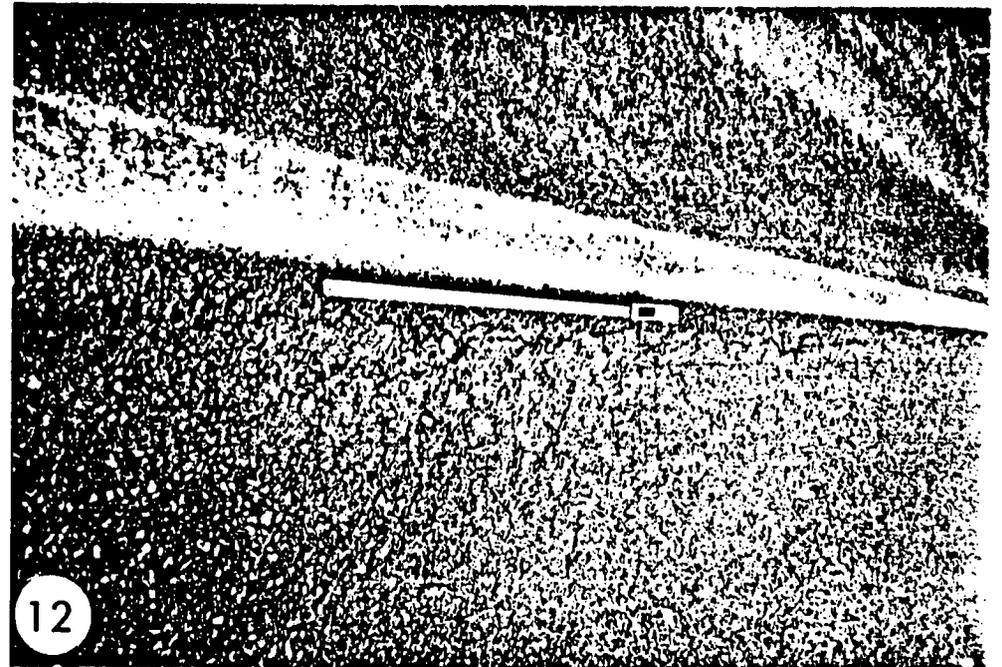
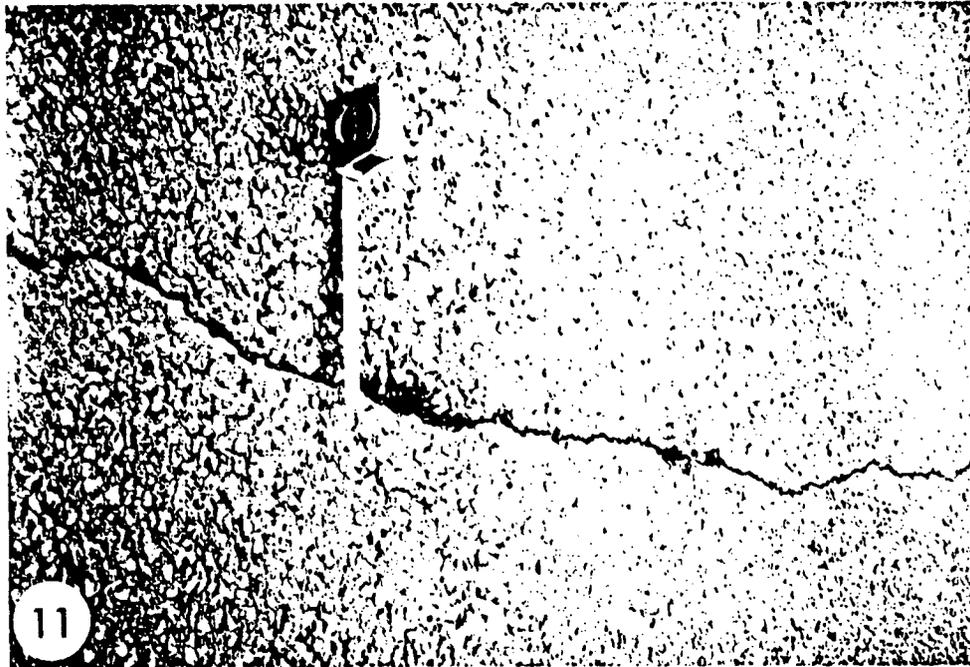
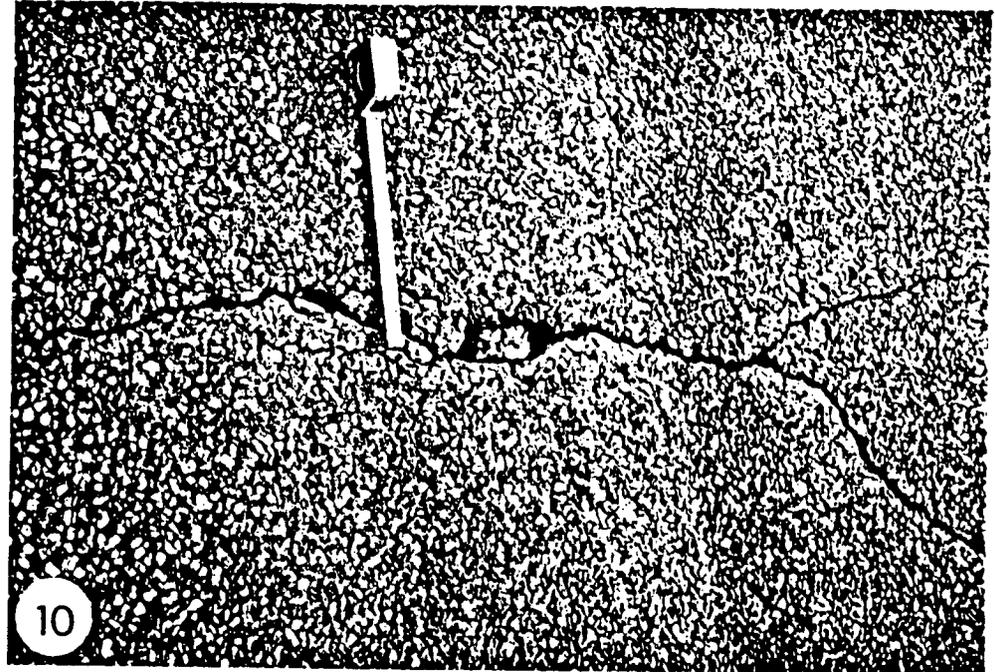
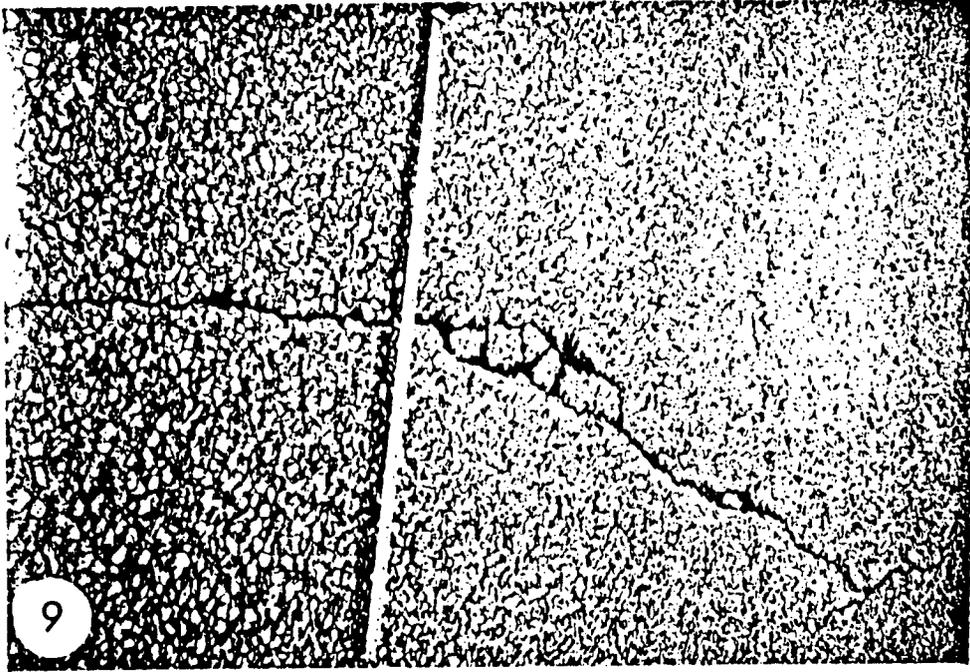
NEUVILLE

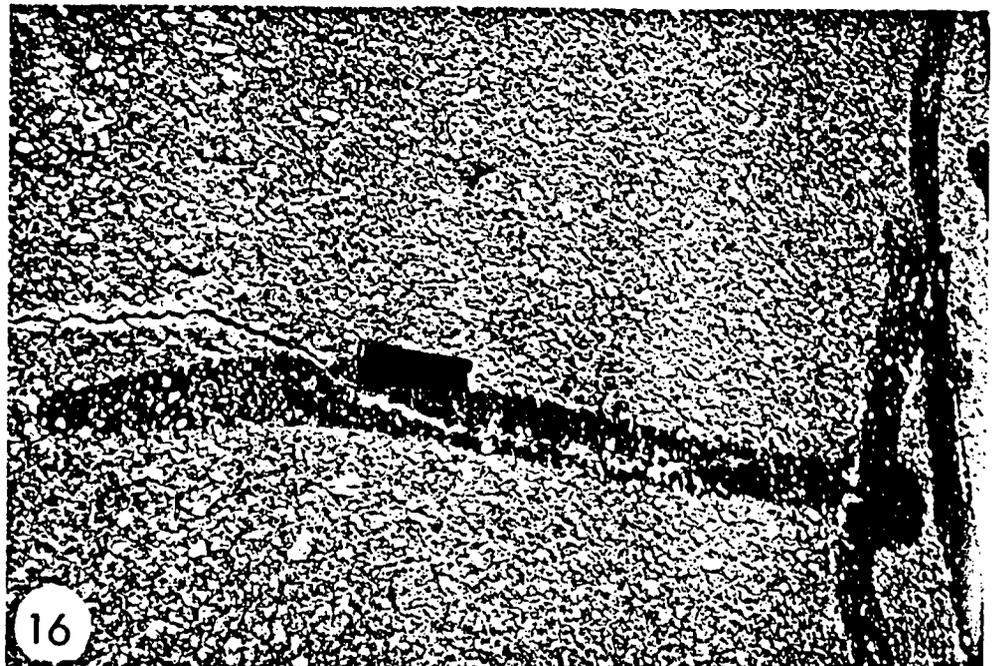
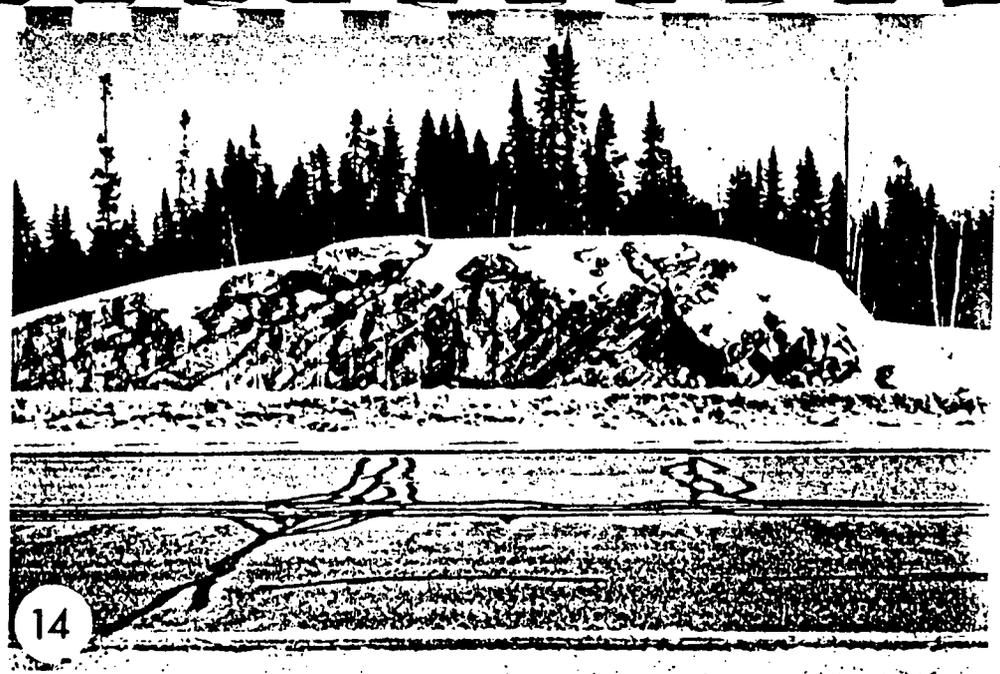


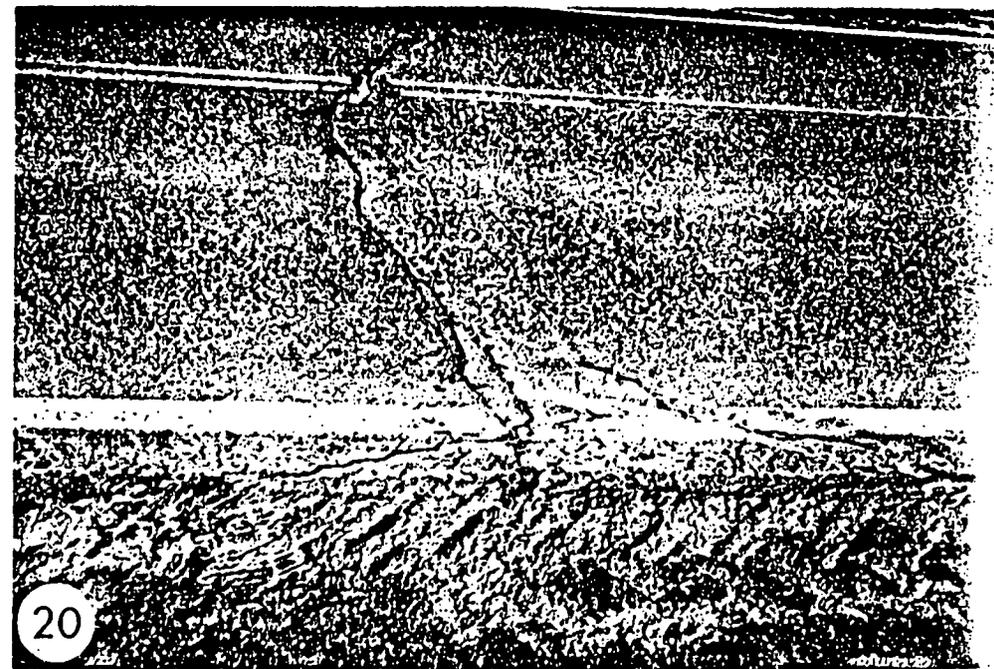
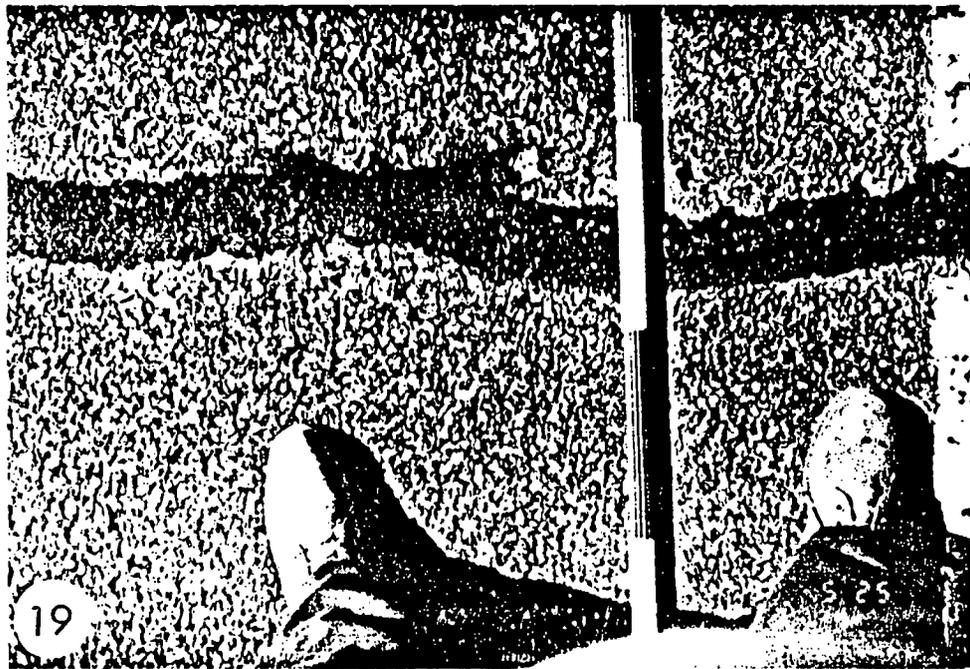
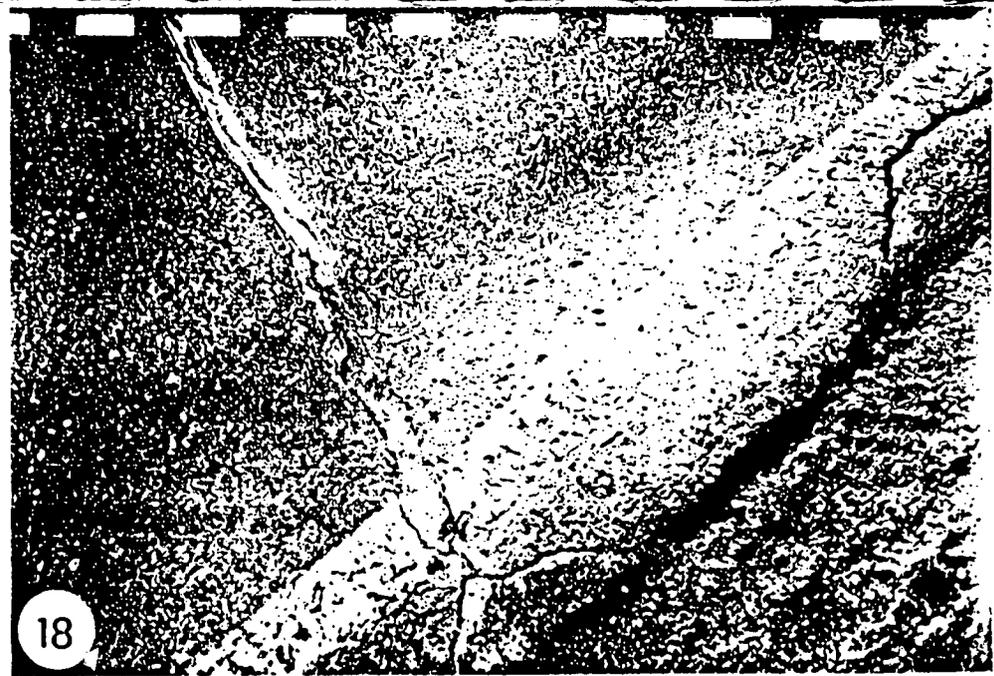
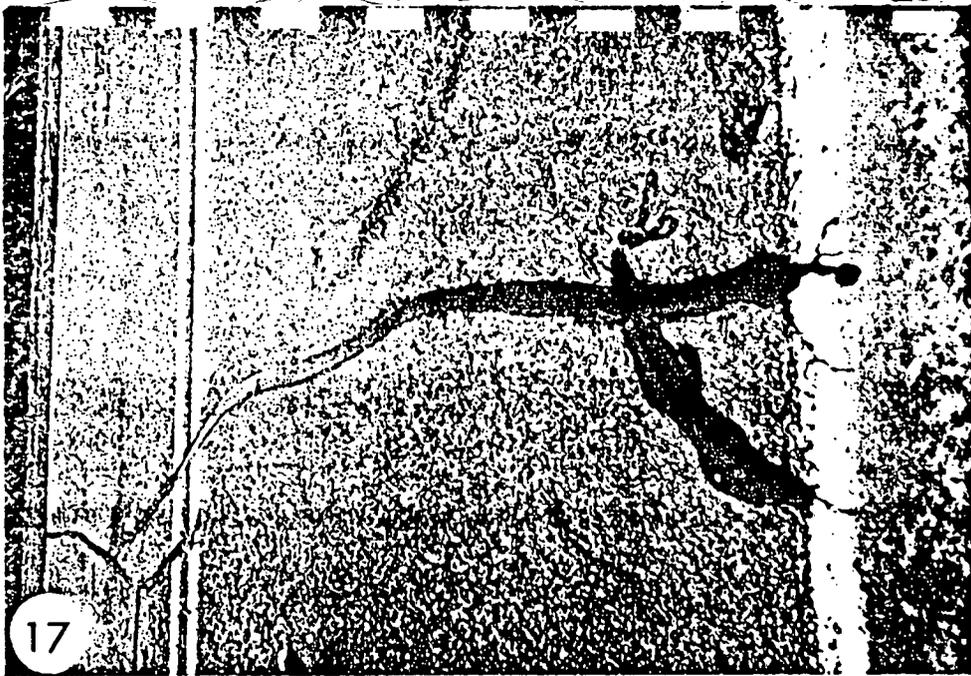
PLANDE LOCALISATION DU SECTEUR ÉTUDIÉ

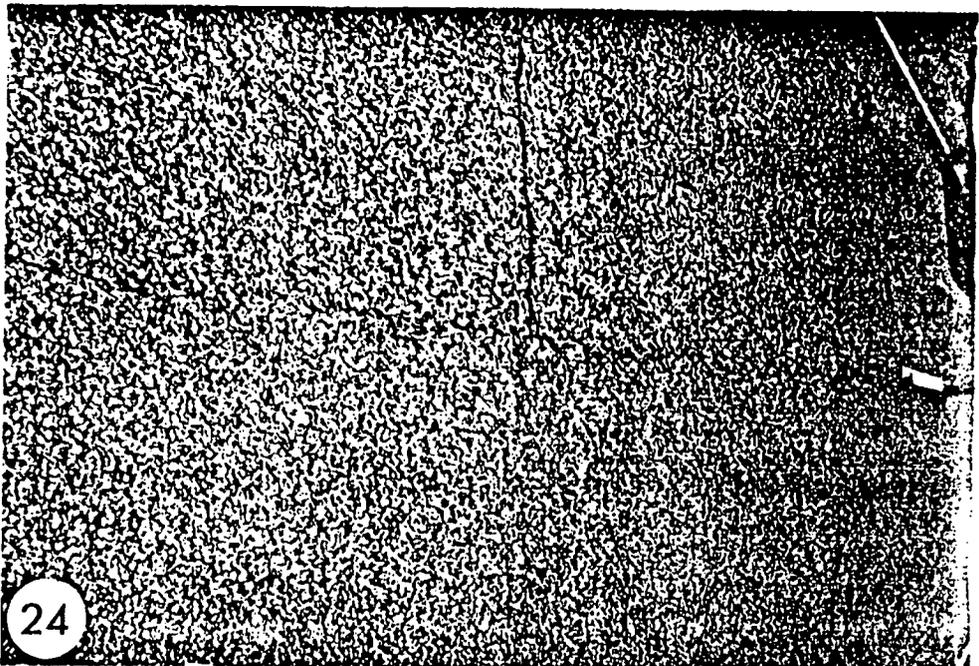
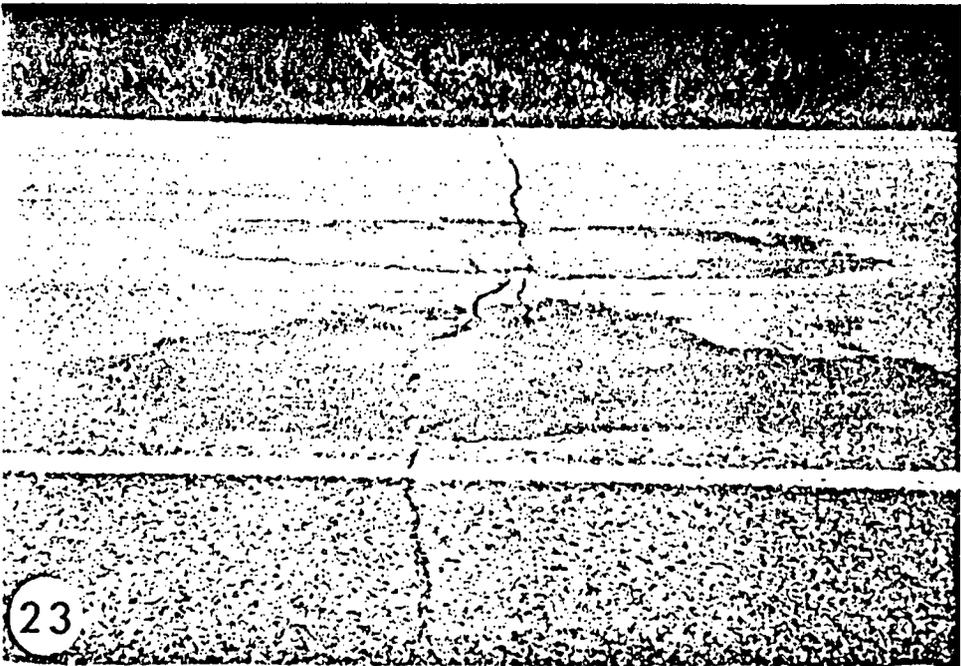
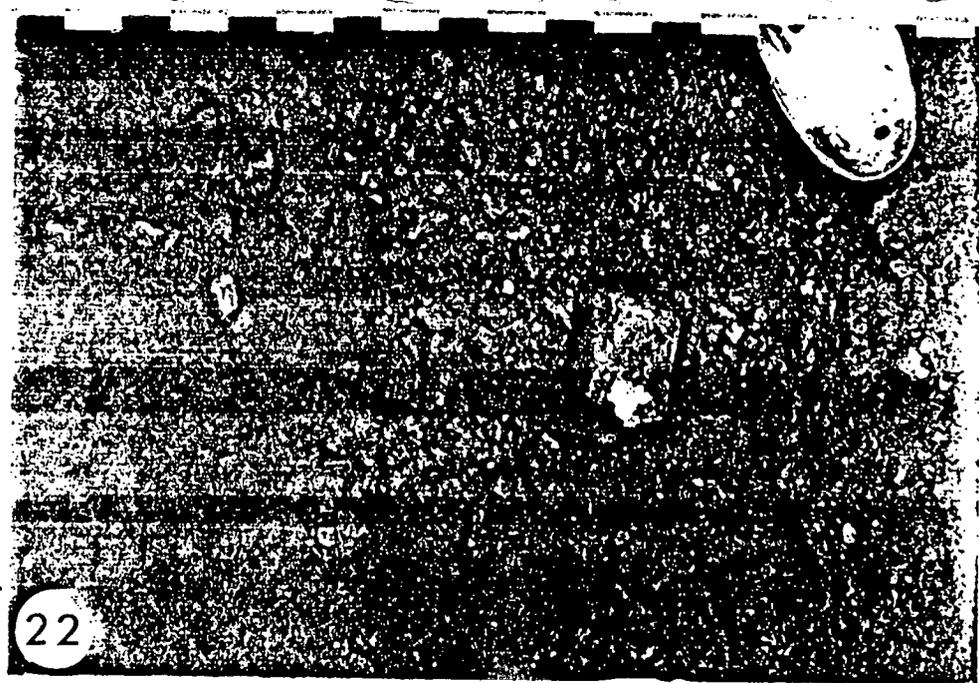












ANNEXE "B"

Québec, le 18 septembre 1985

NOTE A : Monsieur Léopold Blouin, ing.
Directeur Adjoint à l'entretien
Région 3-1

DU : SERVICE DES SOLS ET CHAUSSEES

OBJET : Travaux de scellement de fissures.
Etude de glissance
Autoroute Laurentienne (A-73)
N/Réf.: 0073-03-160(22)85

I- INTRODUCTION

Pour faire suite à votre demande du 6 août dernier, adressée à monsieur Paul-A. Brochu, ing., et à notre conversation téléphonique, nous vous transmettons les résultats de notre expertise portant sur le projet mentionné en titre.

II- RELEVÉ SUR LE TERRAIN

Au cours de la visite du 27 août et notre sortie du 5 septembre en compagnie de monsieur Louizon Moreau (district 20), les relevés suivants ont été effectués sur le tronçon à l'étude (voir fig. 1, plan de localisation).

- Examen visuel de l'aspect général du pavage pour déterminer la texture, l'usure et ses variations sur le profil transversal et longitudinal.

- Examen visuel des fissures obturées dans leur forme géométrique, leur fréquence, selon la direction de la chaussée, son profil transversal et le chaînage, etc..
- Relevé de glissance par "SCRIM" dans les deux directions, sur la voie de roulement. Ce relevé avait pour objet de déterminer le C.F.T. global du pavage et de rechercher l'impact éventuel de bouche-fissures (B.F.) sur ce dernier. Ceci pour déterminer s'il y a une corrélation entre la fréquence de B.F. et les variations du C.F.T. global mesuré.
- Relevé de l'adhérence du pavage et du B.F. séparément, dans des points stratégiques de la chaussée par le pendule anglais pour déterminer le B.P.N. (British pendul number).
- Détermination de la profondeur de la macro-texture par des essais à la tache de sable dans plusieurs sites situés sur le pavage et sur le B.F.. Plusieurs photos stéréoscopiques ont aussi été prises pour analyse ultérieure.

III- ANALYSE DES DONNEES

a) Géométrie et répartition des bouche-fissures sur la chaussée.

Le B.F. a été utilisé principalement pour sceller les fissures de forme linéaire et régulières (transversale, longitudinale), les lézardes et les fissures polygonales irrégulières.

Parmi les différentes détériorations précitées, ce sont surtout les fissures polygonales (développées à l'intersection de fissures transversales et longitudinales) qui nécessitent le plus de produit de scellement. C'est également à ces endroits ponctuels à emplacements aléatoires que l'on retrouve le maximum de ce produit (photos 10 à 12, 14 et 15).

Ainsi, un véhicule à faible surface de contact peut se trouver, à ces endroits, sur un pavage recouvert en grande partie de B.F. et ceci pendant un laps de temps relativement long. Ce qui n'est pas le cas pour les fissures longitudinales ou transversales dont la fréquence est faible (photo 13).

b) Etat de la surface du pavage

L'examen visuel de la surface du pavage et les photos 1 et 2 prises dans les traces de roues démontrent une surface relativement lisse et des agrégats polis aux mêmes endroits.

Par ailleurs, la profondeur de la macro-texture mesurée à la tache de sable aux endroits mentionnés sur le pavage est de 0.55 mm (une valeur plutôt faible).

c) Etat de la surface et certaines propriétés du produit de scellement THC-200.

L'examen visuel de la surface et celui des photos 4 et 5 confirment une texture très faible (surface lisse). Ce qui d'ailleurs était confirmé par l'essai à la tache de sable, dont la valeur atteint 0.44 mm. Il est à noter que ce résultat déjà faible aurait pu l'être davantage compte tenu de la propriété fortement élastique du produit et du fait que la tache de sable débordait sur le pavage dont la macro-texture est comparativement plus élevée que celle du bouche-fissures.

d) Adhérence mesurée par le pendule Anglais (BPN) et "SCRIM".

- Comme le démontrent les résultats apparaissant au tableau 1, l'adhérence mesurée par le pendule présente une très légère différence entre la surface du pavage et celle du B.F. (2 à 4 points BPN). La valeur maximum (BPN=49) a été mesurée sur du B.F. ayant des agrégats en surface (répandus au moment de son application sur le pavage en août 84, voir photo #6).

- Tel que démontré à la figure 2 (page 1 à 4) et au tableau 2, le C.F.T. global mesuré donne une moyenne variant de 44 à 45 dans les deux directions. De plus le niveau d'adhérence est descendu fréquemment au-dessous de 40 (jusqu'à 32 & 33). Ce niveau d'antidérapance est à la limite d'admissibilité normalement acceptée pour ce genre de route (C.F.T. minimum: plus de 40).

IV- CONCLUSION

- 1) Les mesures par le pendule démontrent que le pavage et le B.F. affichent presque le même niveau d'adhérence (BPN: 41 à 46). Cependant, le BPN est relativement faible (37) sur le pavage dans des endroits où l'usure est prononcée (les traces de roues). Par ailleurs, la présence accidentelle d'agrégats sur le B.F. contribue d'une façon significative à l'augmentation de BPN (tableau 1, photo #6).
- 2) Le relevé de C.F.T. global avec le "SCRIM" démontre un niveau moyen d'antidérapance légèrement supérieur au minimum admissible pour ce genre de route (C.F.T. 40). Pourtant l'antidérapance descend au-dessous de ce niveau (jusqu'à 32) à plusieurs endroits (tableau 2).

L'examen détaillé du C.F.T. global ne démontre pas de corrélation significative entre ces diminutions et la présence des B.F. dans le trajet du "SCRIM" (fig. 2, pages 1 à 4). Une telle corrélation n'était d'ailleurs pas attendue puisque le BPN du B.F. et du pavage étaient au même niveau en raison de l'usure de ce dernier.

- 3) Les essais à la tache de sable sur le pavage indiquent une macro-texture d'environ 0.55 mm, ce qui est légèrement faible en regard de la norme minimale de 0.6 mm généralement admise pour ce genre de route. Le B.F. affiche une macro-texture de 0.44 mm. Ce résultat ne peut toutefois être interprété comme une faiblesse de l'antidérapance de ce produit puisque sa réaction est différente de celle du pavage. En effet, la forte capacité de déformation élastique du B.F. permet un très bon accrochage au contact pneumatique-chaussée.

En résumé les résultats mentionnés nous permettent de conclure que l'adhérence du pavage est proche du plus bas niveau admissible. Ce niveau rejoint donc celui du B.F.. A ce niveau global d'antidérapance considéré plutôt faible dans les pentes et certaines courbes à haute densité de B.F. s'ajoute le phénomène d'élongation. Celui-ci doit être à l'origine d'une sorte de sensation d'instabilité ressentie par certains usagers de la route.

Voici nos suggestions:

- A) Il serait préférable d'apposer une couche d'usure ou de faire un rapiéçage plutôt que d'appliquer du bouche-fissures à des endroits où la détérioration du pavage est avancée en raison de la fissuration polygonale rapprochée, de carrelage, etc..., (photos 10 à 12, 14 et 15).
- B) Limiter la largeur d'accrochage du bouche-fissures en surface du pavage à un maximum de 100 mm incluant l'étalement anticipé par le trafic (photos 4, 5 et 6). L'épaisseur du bouche-fissures ne devrait pas non plus affecter la qualité de roulement.
- C) Examiner la possibilité d'ajouter des agrégats appropriés à la surface du bouche-fissures pour en augmenter l'antidérapance. Cette opération ne devrait cependant pas aller à l'encontre du haut degré d'élasticité et d'élongation très recherchés du B.F. pour supporter le rétrécissement prononcé du pavage et d'empêcher ainsi la fissuration du B.F..
- D) Effectuer des bandes d'essais avec les produits de scellement avec différents pourcentages de recouvrement sur des sites d'essais similaires à ceux utilisés pour les matériaux de signalisation (peinture, etc....).

Nous demeurons à votre disposition pour toutes collaborations éventuelles que vous pourriez désirer et vous prions d'agréer, monsieur, l'expression de nos sentiments les meilleurs.



Aziz Amiri, ing.
Division Structures de chaussées
Service des Sols et chaussées
200 Dorchester Sud, 4e étage
Québec G1K 5Z1

AA/hg

c.c. MM Paul-A. Brochu, ing., ✓
Pierre De Montigny, ing.,
Jean-Guy Tremblay, ing.,
Jean-Louis Loranger, ing., Dist. 20,
Louizon Moreau, Dist. 20

TABLEAU 1 - Mesure d'adhérence de produit de scellement de fissures (bouche-fissures THC-200) avec Pendule Anglais .

AUTOROUTE LAURENTIENNE (A-73)

DIRECTION	LOCALISATION	BPN pour pavage		BPN pour bouche-fissures THC-200		REMARQUES
		valeurs mesurées	valeur retenue	valeurs mesurées	valeur retenue	
NORD	vis-à-vis indication sortie 154 1,5 km	Nombre = 12 \bar{x} = 47 min. = 41 max. = 52 σ = 3.32	46	Nombre = 11 \bar{x} = 44 min. = 41 max. = 47 σ = 1.83	44	Bouche-fissures sans agrégats en surface.
NORD	quelques mètres au nord du point précédent	—	—	Nombre = 9 \bar{x} = 49 min. = 45 max. = 58 σ = 4.80	49	Bouche-fissures avec agrégats en surface.
SUD	vis-à-vis indication sortie 154 1,5 km de la voie nord	Nombre = 14 \bar{x} = 38 min. = 31 max. = 45 σ = 3.36	37	Nombre = 23 \bar{x} = 39 min. = 25 max. = 46 σ = 5.66	41	Bouche-fissures sans agrégats en surface.

BPN : Adhérence mesurée par pendule anglais

Condition d'essai : Ensoleillé, température ambiante 17 à 19°C

Date d'essai : 85-08-27

TABLEAU 2 - Relevé de glissance par "SCRIM", Autoroute Laurentienne (A-73)

BOUCHE-FISSURES THC-200

DIRECTION	LONGUEUR km	C.F.T.				REMARQUES
		\bar{x} moyen	minimum	maximum	écart- type	
NORD voie de roulement	9.08	44	33	59	4.9	Condition d'essai - température ambiante 18°C - pluie légère - travaux de scellement de fissures sur pavage en B.B. - âge de bouche-fissures (août 1984)
SUD voie de roulement	10.02	45	32	70	5.66	

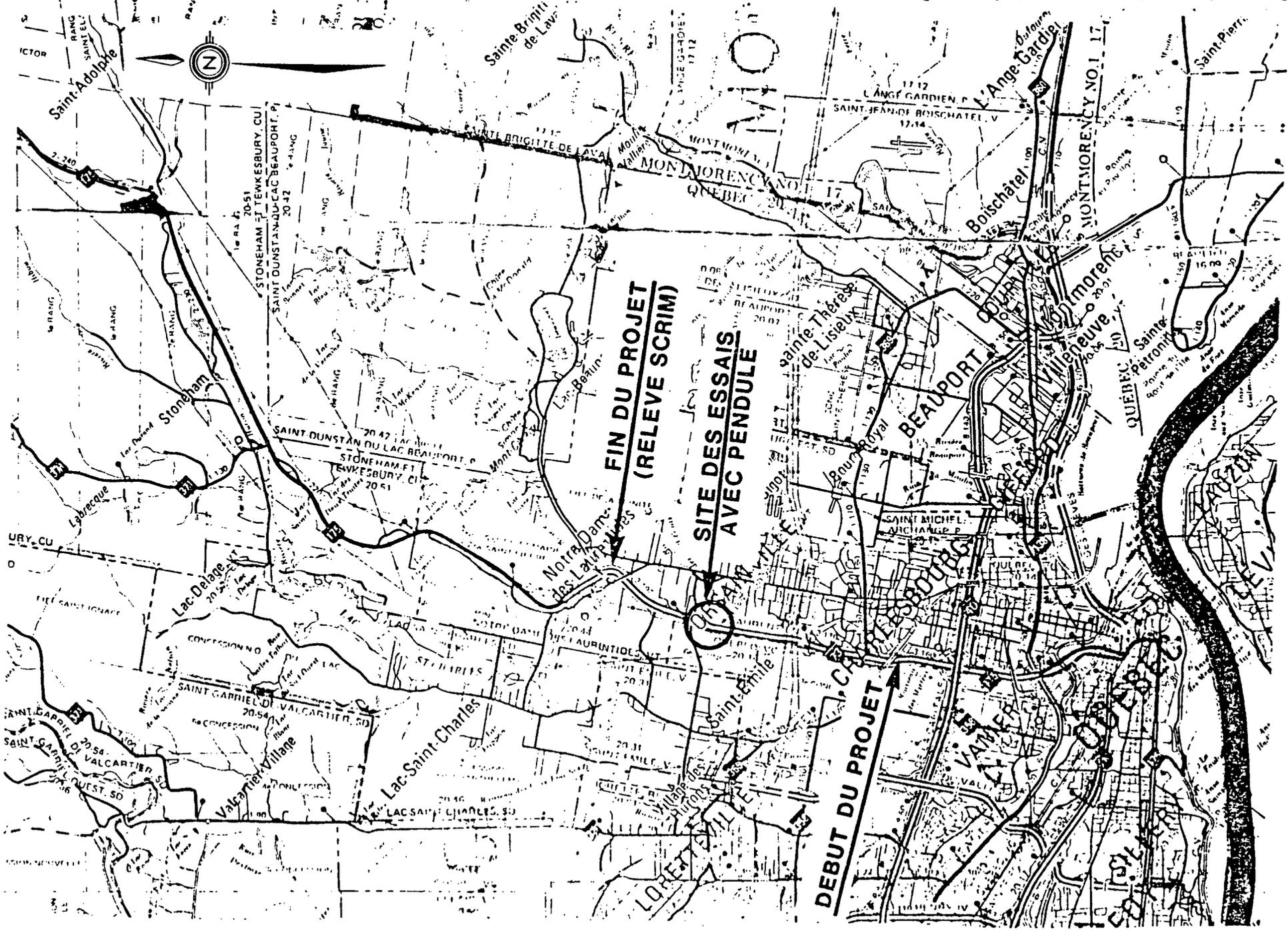


FIGURE 1 - PLAN DE LOCALISATION DU SECTEUR ETUDIE

echelle 1/125 000



MESURE DE GLISSANCE

GOUVERNEMENT
DU QUÉBEC
MINISTÈRE
DES TRANSPORTS
DIRECTION DES SOLS
ET MATÉRIELS
SECTION MÉCANIQUE
DES CHAUSSÉES

ROUTE A-73
TRONÇON 03
SECTION 160#200
SOUS-SECTION 1

TYPE bouche-fissures
SORTE DE REVÊTEMENT B.B.
QUALITÉ THC-200
ÂGE DU REVÊTEMENT: _____

FREQUENCE DES ESSAIS 20 METRES
LONGUEUR DE L'ÉTUDE 20 KM
DATE DES ESSAIS 85/08/27
DOSSIER NO. 0073-03-160(22)-8

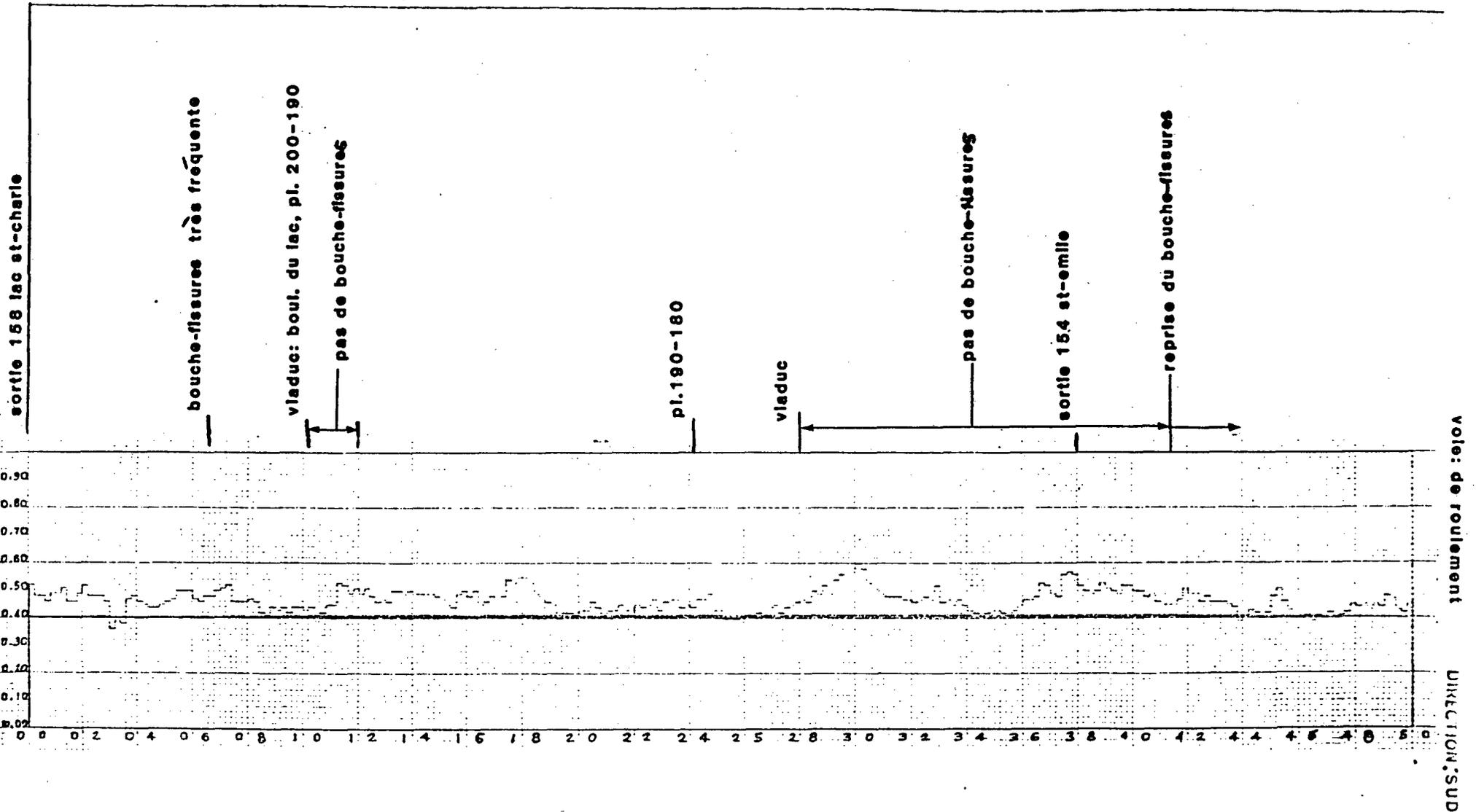


FIGURE 2



GOUVERNEMENT
DU QUÉBEC
MINISTÈRE
DES TRANSPORTS
DIRECTION DES SOLS
ET MATÉRIAUX
SECTION MÉCANIQUE
DES CHAUSSEES

MESURE DE GLISSANCE

ROUTE A-73

TYPE

bouche-fissures

FREQUENCE DES ESSAIS 20 METRE

TROUÇON 03

SORTE DE REVÊTEMENT B.B.

LONGUEUR DE L'ÉTUDE 20 M

SECTION 160x200

QUALITE THC-200

DATE DES ESSAIS 85/08/27

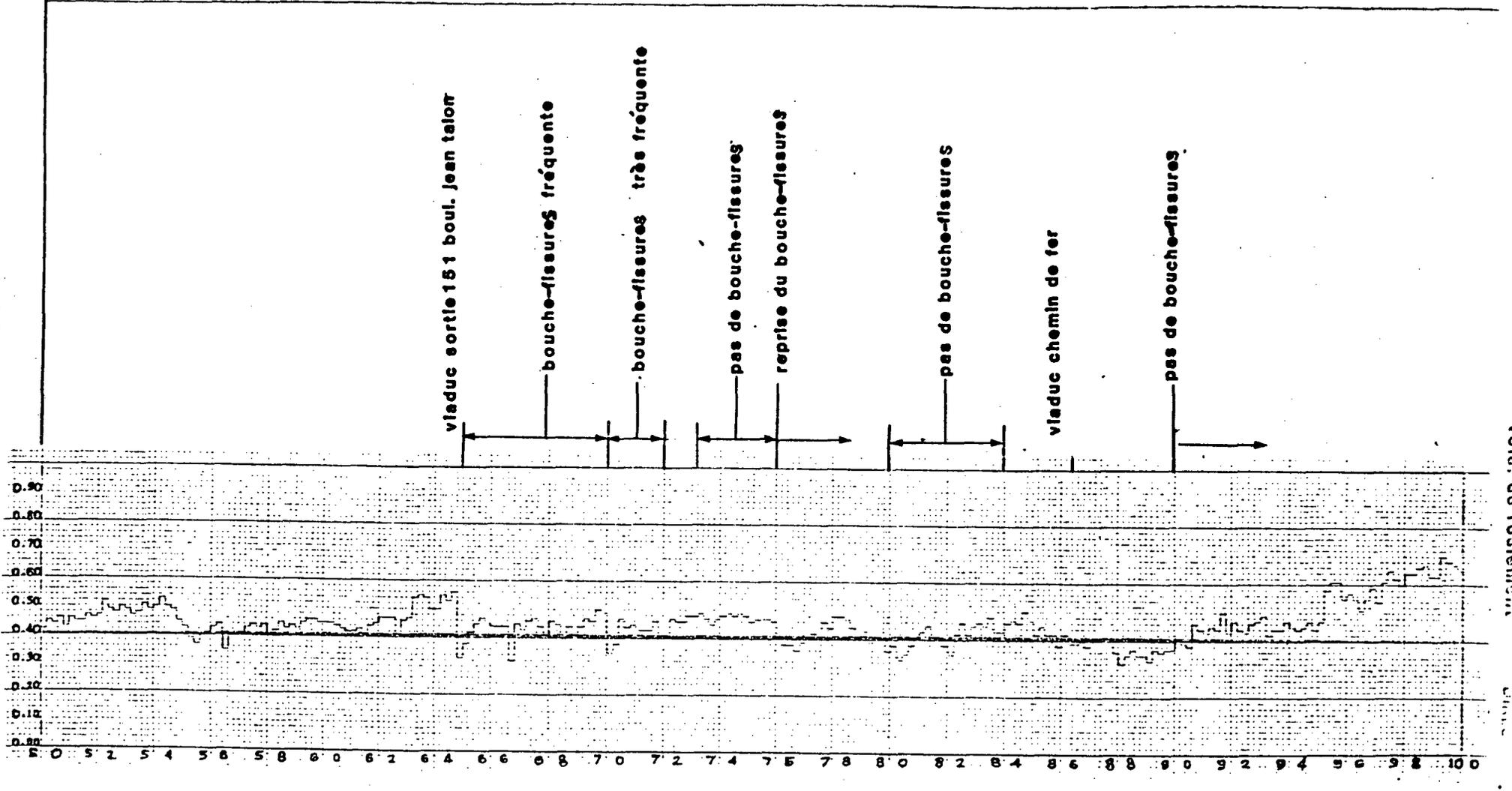
SOUS-SECTION 1

ÂGE DU REVÊTEMENT :

DOSSIER NO. 0073-03-160(22)-S

PLAN DE LOCALISATION

COEFFICIENT DE FROTTEMENT TRANSVERSALE (C.F.T.)



Volume de roulement

Distance

FIGURE 2



MESURE DE GLISSANCE

GOUVERNEMENT
 DU QUÉBEC
 MINISTÈRE
 DES TRANSPORTS
 DIRECTION DES SOLS
 ET MATÉRIELS
 SECTION MÉCANIQUE
 DES CHAUSSEES

ROUTE A-73
 TRONÇON 03
 SECTION 160x200
 SOUS-SECTION 2

TYPE bouche-fissures
 SORTE DE REVÊTEMENT B.B.
 QUALITE THC-200
 AGE DU REVÊTEMENT _____

FRÉQUENCE DES ESSAIS 20 METRES
 LONGUEUR DE L'ÉTUDE 20 KM
 DATE DES ESSAIS 85/08/27
 DOSSIER NO 0073-03-160(22)-88

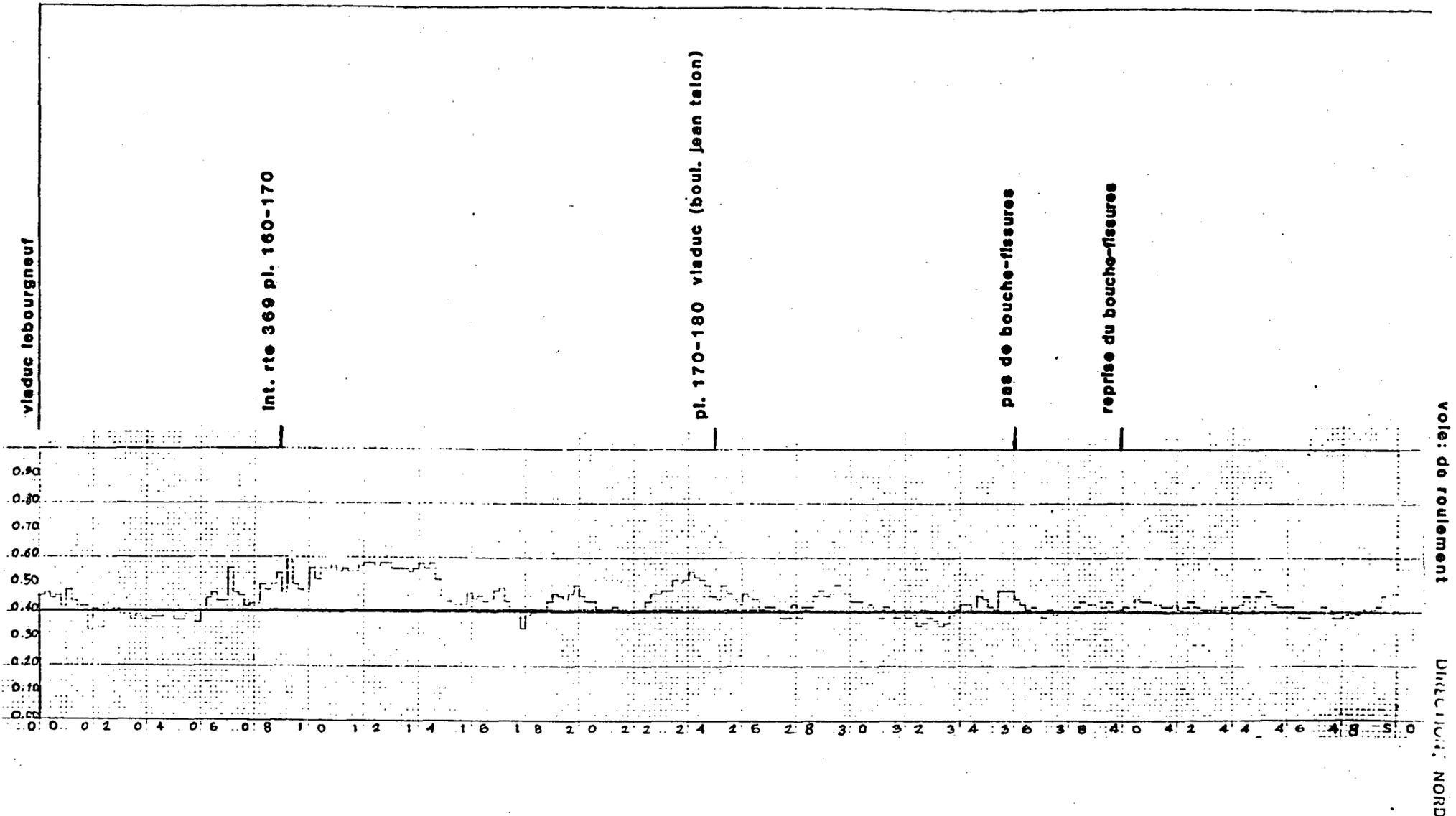


FIGURE 2



GOUVERNEMENT
 DU QUÉBEC
 MINISTÈRE
 DES TRANSPORTS
 DIVISION DES SOLS
 ET MATÉRIELS
 SECTION MÉCANIQUE
 DES CHAUSSEES

MESURE DE GLISSANCE

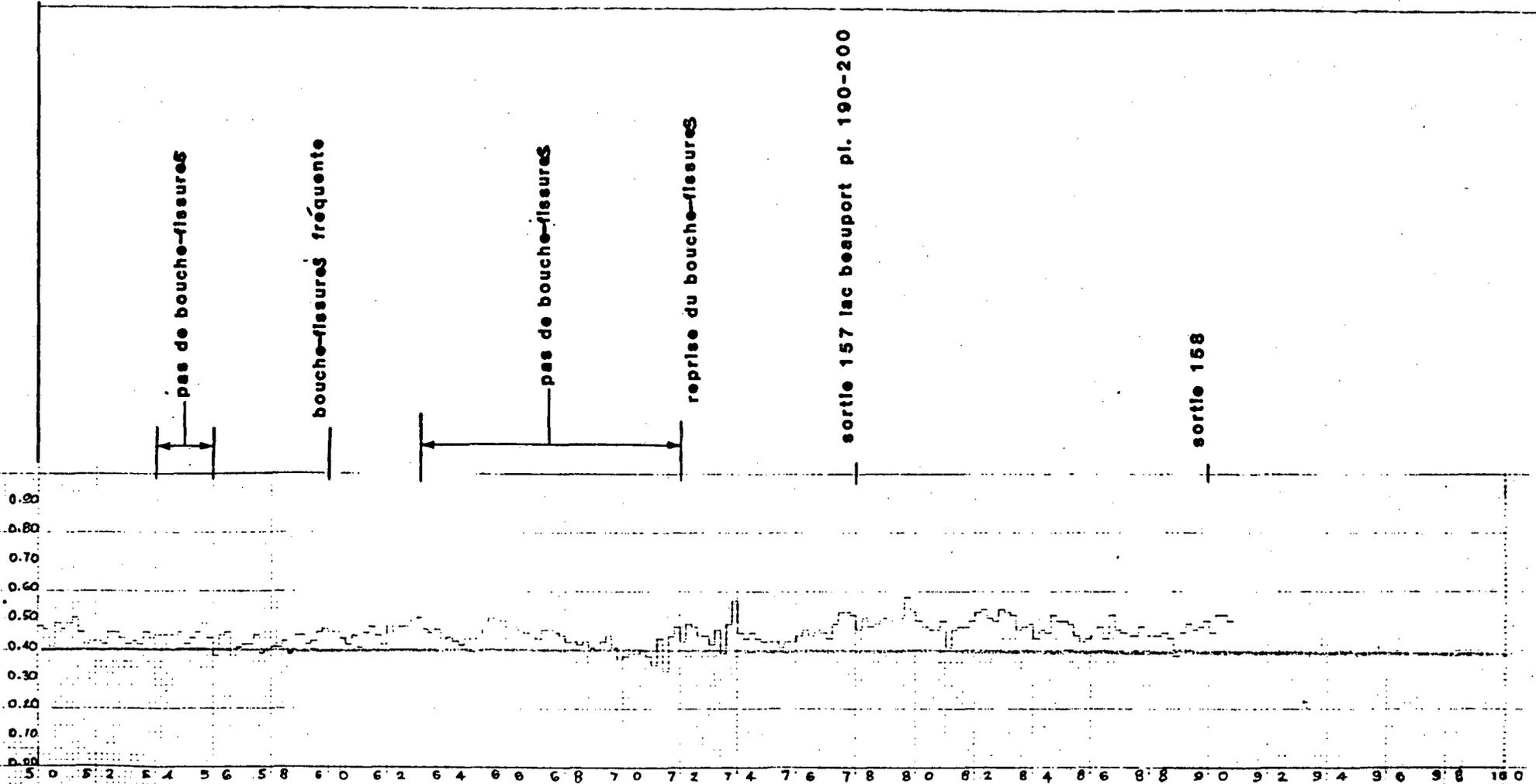
ROUTE A-73
 TRONÇON 03
 SECTION 160x200
 SOUS-SECTION 2

TYPE bouche-fissures
 SÉRIE DE REVÊTEMENT B.B.
 QUALITÉ THC-200
 ÂGE DU REVÊTEMENT _____

FRÉQUENCE DES ESSAIS 20 MÈTRES
 LONGUEUR DE L'ÉTUDE 20
 DATE DES ESSAIS 85/08/27
 DOSSIER NO 0073-03-160(22)-87

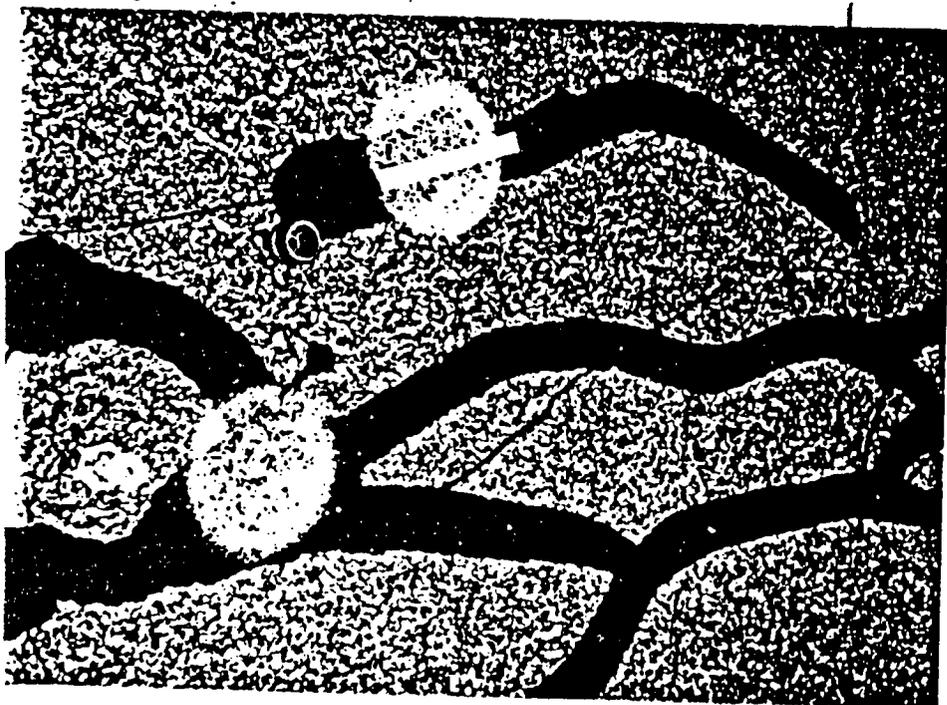
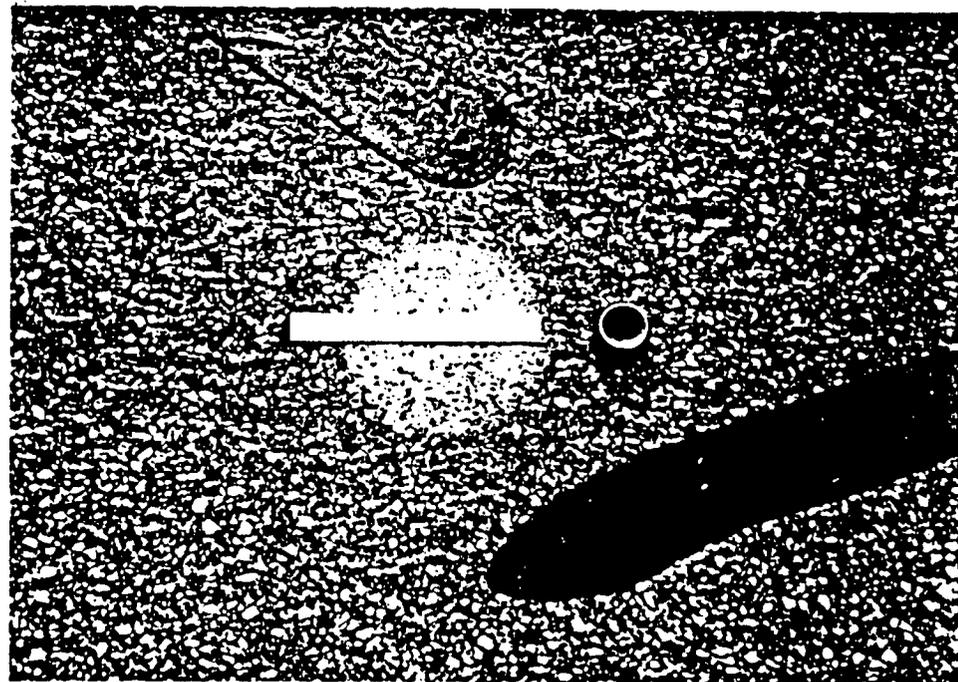
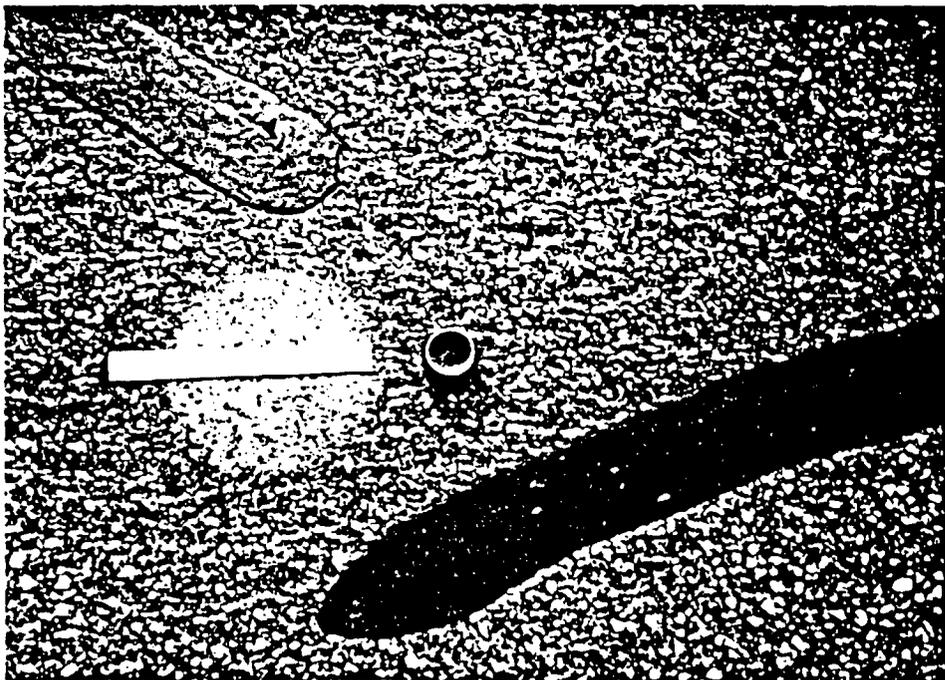
COEFFICIENT DE FROTTEMENT TRANSVERSALE (C.F.T.)

PLAN DE LOCALISATION



Voie de roulement

FIGURE 2



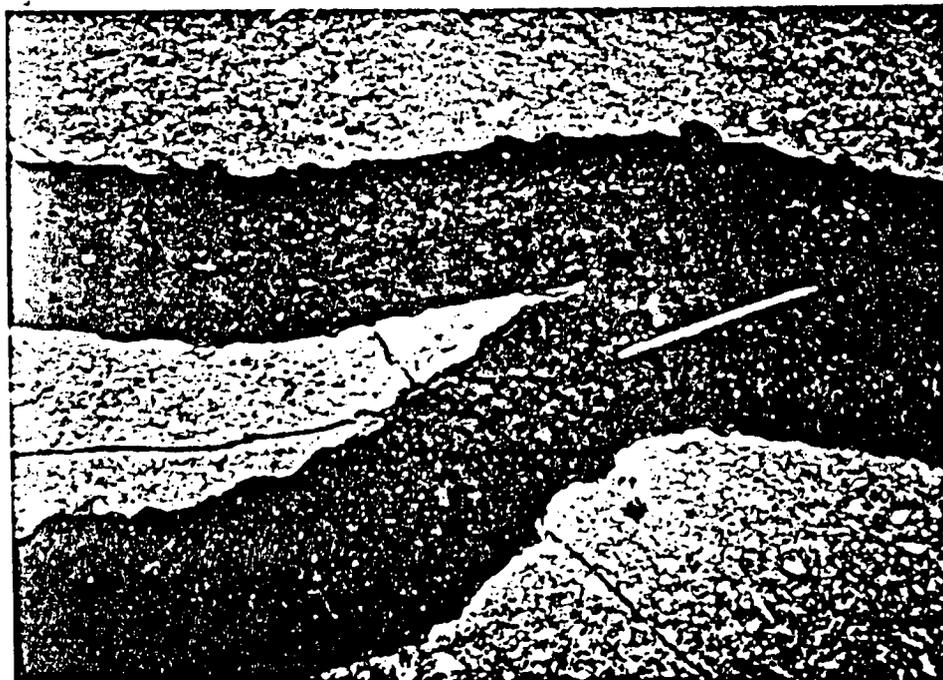
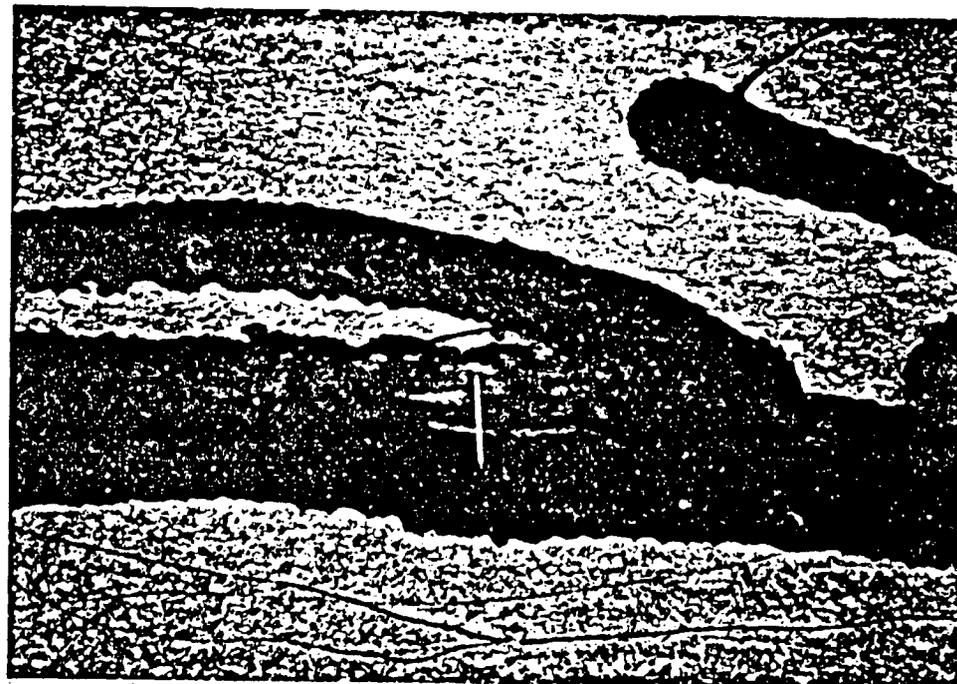
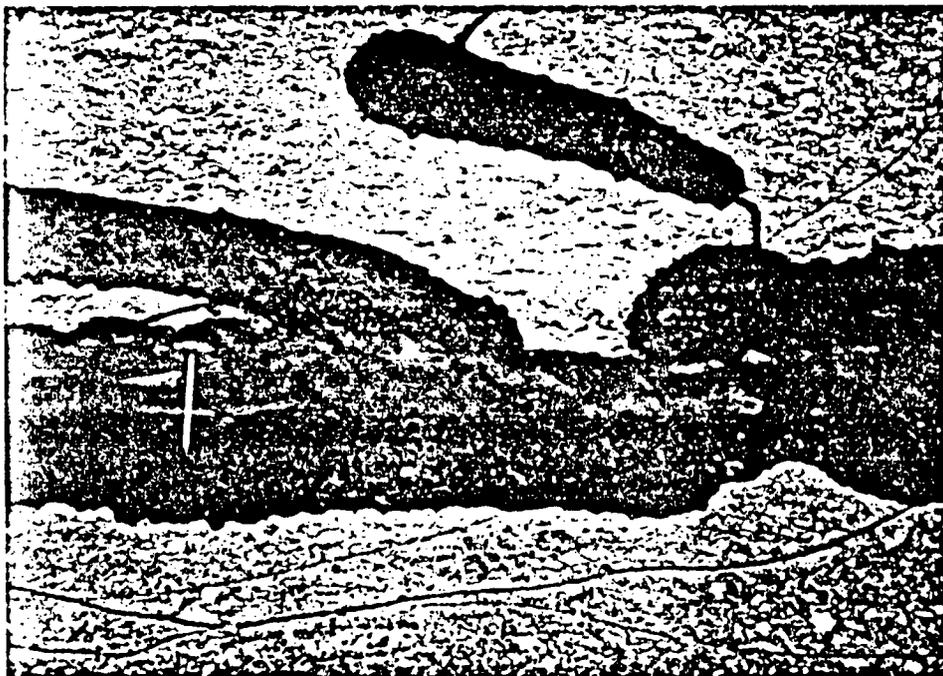
1	2
3	

AUTOROUTE LAURENTIENNE (AUT. 73)

GLISSANCE DE BOUCHE-FISSURES (THC-200)

<u>Photo no</u>	<u>km</u>	<u>Description</u>
1	5,10 (nord)	Démontre la texture du pavage et celle du bouche-fissures (photo prise pour la vision stéréoscopique). A remarquer l'essai à la tache de sable utilisé pour la mesure de la macro-texture du pavage (SH).
2	5,10 (nord)	Idem à la photo #1.
3	4,00 (sud)	Les essais à la tache de sable effectués sur les scellements des fissures polygonales pour en déterminer la macro-texture.

SEPT. 85



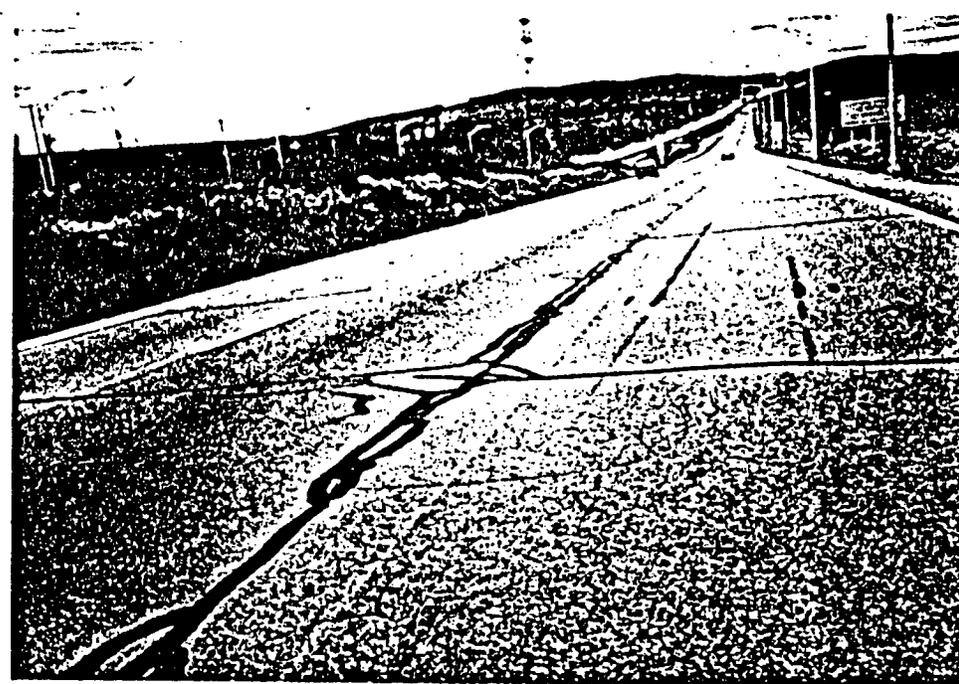
4	5
6	

AUTOROUTE LAURENTIENNE (AUT. 73)

GLISSANCE DE BOUCHE-FISSURES (THC-200)

<u>Photo no</u>	<u>km</u>	<u>Description</u>
4	0,20 (nord)	Photo stéréoscopique illustrant la largeur exagérée, plus de 25 cm, de la bouche-fissures (le stylo mesure 15 cm).
5	0,20 (nord)	Idem à la photo #4.
6	0,20	Les agrégats ont été fixés en surface du bouche-fissures au moment de son application à chaud. Ils améliorent considérablement l'antidérapance des bouche-fissures.

SEPT. 85



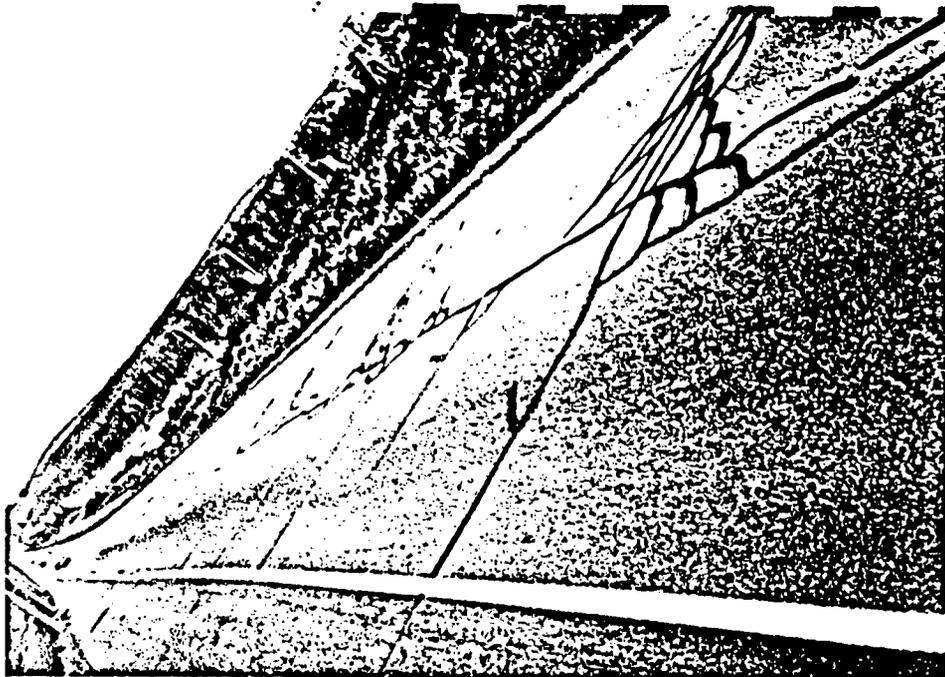
7	8
9	

AUTOROUTE LAURENTIENNE (AUT. 73)

GLISSANCE DE BOUCHE-FISSURES (THC-200)

<u>Photo no</u>	<u>km</u>	<u>Description</u>
7	0,20 (nord)	Démontre la position des B.F. appliqués sur les fissures longitudinales survenues dans les traces de roues (dans la voie de roulement).
8	2,80 (nord)	Démontre la position longitudinale dominante de la B.F. dans la trace des roues (à droite de la voie de roulement).
9	5,00 (sud)	Idem à la photo #8.

SEPT. 85



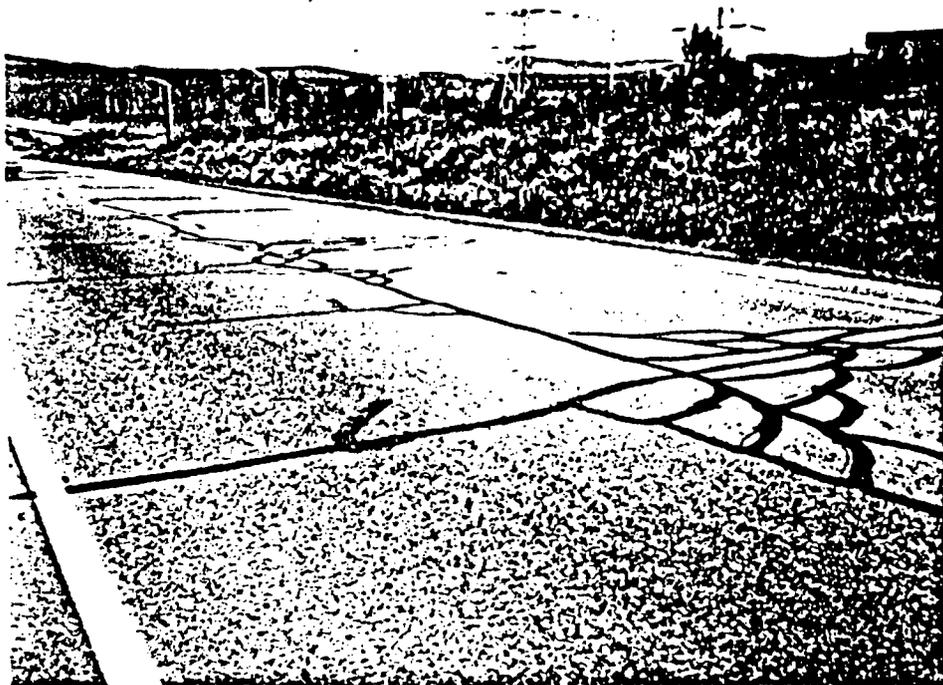
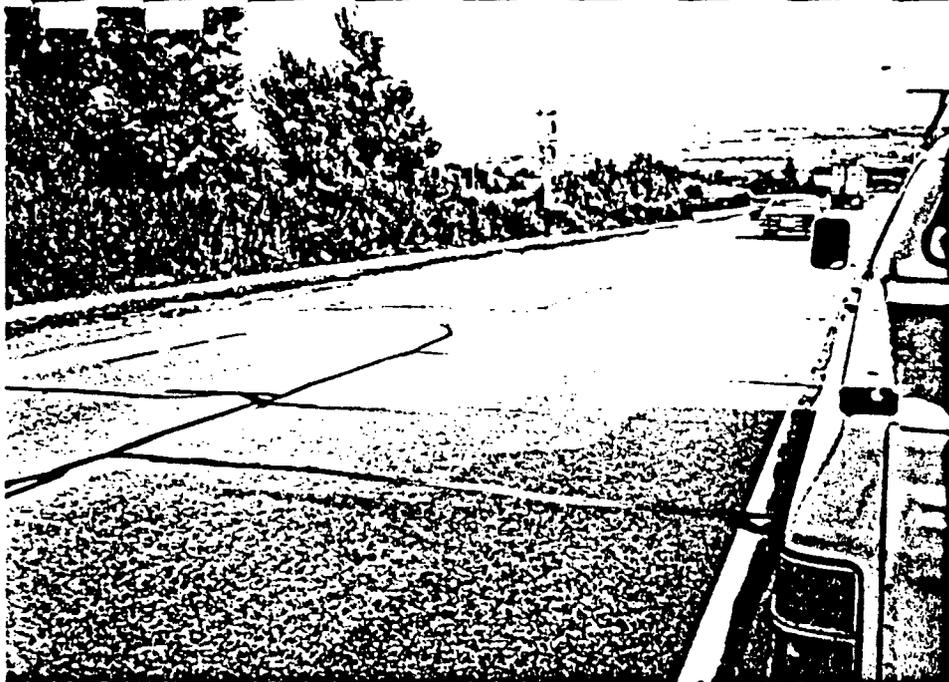
10	11
12	

AUTOROUTE LAURENTIENNE (AUT. 73)

GLISSANCE DE BOUCHE FISSURES (THC-200)

<u>Photo no</u>	<u>km</u>	<u>Description</u>
10	7,20 (sud)	Vue générale de la forme, de la répartition et de la fréquence des fissures polygonales développées à l'intersection des fissures longitudinal et transversales.
11	7,20 (sud)	La forme détaillée et l'envergure de la surface occupée par B.F. dans un réseau de fissure polygonale (stylo 15 cm).
12	7,20 (sud)	Idem à la photo #11.

SEPT. 85



13	14
15	

AUTOROUTE LAURENTIENNE (AUT. 73)

GLISSANCE DE BOUCHE-FISSURES (THC-200)

<u>Photo no</u>	<u>km</u>	<u>Description</u>
13	7,20 (sud)	Secteur avec répartition régulière de B.F.. A remarquer la faible surface occupée par le produit du scellement.
14	9,00 (sud)	Secteur avec répartition irrégulière de B.F.. A remarquer la surface considérable de la chaussée occupée par B.F..
15	5,90	Idem à la photo =14.

SEPT. 85



Ministère des Transports
Direction des sols et matériaux
Service des sols et chaussées

Bibliothèque du Ministère des Transports



QTR A 036 366