470145

LABORATOIRE CENTRAL - MINISTERE DES TRANSPORTS

RECU
CENTRE DE DOCUMENTATION
NOV 18 1983
TRANSPORTS QUÉBEC

ETUDE DU COMPORTEMENT DES BARRIERES MEDIANES DE TYPE NEW-JERSEY DU QUEBEC METROPOLITAIN

MINISTÈRE DES TRANSPORTS
CENTRE DE DOCUMENTATION
PLACE HAUTE-VILLE, 21e ÉTAGE
700 EST, BOUL. ST-CYRILLE
QUÉBEC, QUÉBEC, G1R 5H1

PROJET M 426

PAR

LA SECTION BETON DE CIMENT

MINISTÈRE DES TRANSPORTS
CENTRE DE DOCUMENTATION
700, BOUL. RENÉ-LÉVESQUE EST,
21e ÉTAGE
QUÉBEC (QUÉBEC) - CANADA
G1R 5H1

Athanas Claveau, I.Sc.A.

Jean-Guy Létourneau, T.P.

Daniel Vézina, ing.

Sainte-Foy, le 12 juillet 1983

CANQ
TR
GE
RC
109

Gouvernement du Québec
Ministère
des Transports

SOMMAIRE DE RAPPORT
ETUDE OU RECHERCHE

Direction générale	N° de classement
Génie	RTQ-83-06

Titre du rapport

Evaluation du comportement de Trois Types de Glissières Médianes

Auteur du rapport	Rapport d'étape ☐ / Rapport final ☒	An	Mois	Jour
Daniel Vézina, ing.		83	08	25

Titre de l'étude ou de la recherche

Expertise pour étudier le nouveau comportement de certaines sections des glissières médianes.

N° de dossier

N° du contrat

Etude ou recherche financée par (nom et adresse de l'organisme)

Laboratoire Central
2700 Einstein, Ste-Foy
G1P 3W8

Etude ou recherche réalisée par (nom et adresse de l'organisme)

Laboratoire Central
2700 Einstein, Ste-Foy
G1P 3W8

Renseignements supplémentaires

Résumé du rapport

Cette étude a pour objet d'évaluer l'ampleur et les causes de détérioration des trois types de glissières médianes afin d'apporter les correctifs appropriés pour en améliorer le comportement. L'inspection visuelle montre que: les bris aux joints sont caractéristiques des glissières coulées dans des formes fixes; la fissuration entre les traits de scie et la fissuration diagonale qui origine d'un joint scié sont particulièrement notées sur les glissières moulées à l'aide de coffrage coulissant; la désagrégation prononcée du béton et la fissuration accentuée du béton au-dessus des aciers d'armature se rencontrent sur la glissière préfabriquée.

Les résultats des essais accélérés en laboratoire effectués sur des carottes reflètent bien le comportement actuel des différents types de glissières. Les données obtenues sur les sections évaluées montrent, d'une façon générale, que le comportement des glissières moulées est de beaucoup supérieur à ceux des glissières coulées et préfabriquées. La détérioration des glissières est surtout attribuable à des vices de construction ou de fabrication, plutôt qu'aux caractéristiques du béton livré.

Mots-clés

glissières médianes, gel et dégel, absorption, joints, éclatement, réseau des vides, compression, fissuration, béton, désagrégation.

☒ Diffusion autorisée ☐ Diffusion interdite

Signature du directeur général

Date 83 09 29

V-1773 (82-02)

TABLE DES MATIERES

		PAGE
1.0	INTRODUCTION	1
2.0	TRAVAUX EN CHANTIER	1
	2.1 Endroits visités	1
	2.2 Type de désign	1
	2.3 Relevé des bris et défauts	2
	2.4 Inspection en hiver	3
3.0	EVALUATION DE LA QUALITE DU BETON	4
	3.1 Résistance à la compression, absorption, poids unitaire	4
	3.2 Durabilité (gel et dégel)	5
	3.3 Pourcentage de vide dans le béton	6
	3.4 Concentration de NaCl dans le béton	8
	3.5 Résultats obtenus lors du contrôle de la qualité	9
4.0	DISCUSSION DES RESULTATS OBTENUS	10
	4.1 Ampleur des bris	10
	4.2 Qualité générale des bordures	13
	4.3 Cause des bris	17
5.0	METHODE DE REPARATION ET D'ENTRETIEN	19
6.0	CONCLUSION	22

LISTE DES TABLEAUX

		PAGE
TABLEAU I	Liste des endroits visités	26
TABLEAU 2	Relevé des défauts	29
TABLEAU 3 A	Relevé des défauts	31
TABLEAU 3 B	Relevé des défauts	33
TABLEAU 3 C	Relevé des défauts	35
TABLEAU 4 A	Relevé des défauts	37
TABLEAU 4 B	Relevé des défauts	39
TABLEAU 4 C	Relevé des défauts	41
TABLEAU 5 A	Relevé des défauts	43
TABLEAU 5 B	Relevé des défauts	45
TABLEAU 6 A	Relevé des défauts	47
TABLEAU 6 B	Relevé des défauts	49
TABLEAU 7	Propriétés mécaniques	50
TABLEAU 8	Propriétés du béton selon le type de barrière	52
TABLEAU 9	Résumé des propriétés mécaniques	5
TABLEAU 10	Comportement du béton au gel et dégel	53
TABLEAU 11	Comportement du béton au gel et dégel	54
TABLEAU 12	Comportement du béton au gel et dégel	56
TABLEAU 13	Comportement du béton au gel et dégel	58
TABLEAU 14	Comportement du béton au gel et dégel	60
TABLEAU 15	Résumé des performances du béton au gel et dégel	5
TABLEAU 16	Pourcentage de vide dans le béton durci	7
TABLEAU 17	Concentration de NaCl dans le béton	8
TABLEAU 18	Résistance obtenue lors du contrôle des résistances obtenues lors de l'expertise	9
TABLEAU 19	Evaluation des bris	12
TABLEAU 20	Condensé des propriétés mécaniques selon le type de barrière	14
ANNEXE A	Plans types	61
ANNEXE B	Photos	72

1.0 INTRODUCTION

La présente étude fait suite au rapport de M. Gaston Desmeules ingénieur, adjoint au chef du district 20 de Québec, qui constate une forte détérioration, à certains endroits, des glissières rigides en béton du type New-Jersey installées depuis quelques années sur les autoroutes de la région de Québec. Comme les premières installations de ces glissières datent des années 1972-73 et que des détériorations sérieuses sont apparues, le Laboratoire Central a entrepris une étude afin d'apporter une explication à ce phénomène et de proposer des moyens de réparations efficaces.

2.0 TRAVAUX EN CHANTIER

2.1 Endroits visités

Le travail a été exécuté à partir du répertoire fourni dans le rapport de M. Gaston Desmeules du district 20. Cette expertise inclue également la barrière médiane de l'autoroute de la Beauce car une détérioration marquée et rapide du béton a été notée à cet endroit. Cependant, la barrière située sur le boulevard Henri IV n'a pas été visitée à cause du danger occasionné par le trafic. Le répertoire complet des endroits visités est fourni au tableau I.

2.2 Type de design

Les barrières médianes du Québec métro sont situées sur des autoroutes à 4 ou 6 voies et sont de 3 types, soit:

- Bordure en béton moulée sur place;
- Bordure en béton coulée en place;
- Bordure en béton préfabriquée en usine.

On retrouve à deux (2) endroits seulement et sur de courtes distances des bordures préfabriquées en usine. L'annexe A illustre les dessins normalisés utilisés pour la réalisation de ces bordures. Un croquis a dû être réalisé pour illustrer la conception d'une barrière médiane coulée en place car le dessin normalisé était non disponible.

2.3 Relevé des bris et défauts

Une inspection visuelle des barrières médianes a été effectuée de façon à relever tous les défauts et détérioration du béton. Les principaux défauts relevés sont les suivants:

- Eclatement au joint;
- Fissures à côté du joint prévu;
- Eclatement et fissures aléatoires;
- Faiençage du béton;
- Ecaillage du béton.

Ces inspections visuelles ont été effectuées au cours de l'été 1982 soit entre le 30 juillet et le 1er octobre. Cette période de l'année nous a permis de constater comment certaines détériorations se produisent particulièrement l'éclatement au joint. Tous ces défauts ont une influence directe sur la durée de vie de la barrière. La compilation des défauts rencontrés pour chacun des contrats évalués est donnée au tableau 2a à 6b. Les photos No 1 à 31 illustrent pour chacune des barrières médianes les principaux défauts rencontrés. L'examen de ces tableaux nous révèle que lorsque les barrières ont été fabriquées à l'aide de béton coulé dans des formes, la quantité de défauts est très élevée, particulièrement le bris des joints, c'est le point faible de ce type de bordure. Dans le cas des bordures fabriquées à l'aide de la

machine à forme coulissante, le défaut le plus courant est l'apparition de fissures entre les traits de scie ou bien une fissure diagonale à partir du joint scié; ces deux (2) défauts sont illustrés par les photos 16 et 17. Un autre défaut de ce type de bordure mais qui n'affecte pas nécessairement la qualité de l'ouvrage est le profil et l'alignement qui sont déficients.

L'inspection des barrières médianes préfabriquées sur l'autoroute 440 entre Henri-Bourassa et D'Estimauville ainsi que sur l'autoroute 740 Du Vallon, nous indique les principaux défauts qui sont reliés à la qualité du béton utilisé pour la fabrication ainsi qu'à l'armature qui est placée très près de la surface. Il est surprenant de constater que des défauts majeurs comme la désagrégation prononcée du béton, la fissuration au-dessus des aciers d'armature soient si accentuées sur des éléments fabriqués en usine dans des conditions idéales (Voir photo 18 et 19 pour illustration de ces défauts).

2.4 Inspection des joints en hiver

Au cours de l'hiver 1982-83, une inspection des bordures coulées dans des formes a été faite afin d'observer le mouvement qui peut survenir aux joints reliés à tous les 20 m alors que le béton est en contraction. La visite a été faite en février 1983 et la température était alors de - 12°C.

Les principales observations que nous avons retenues est que la planche asphaltique placée dans les joints ne suit pas le mouvement du béton, il y a un vide entre la planche asphaltique et le béton de la barrière; ce phénomène est illustré par les photos 27 et 29. Cette ouverture peut se remplir de saletés et bloqués le mouvement d'expansion du béton au cours de l'été et entraîner des éclatements aux joints. La photo 28 illustre les saletés qui peuvent s'infiltrer dans le joint.

3.0 EVALUATION DE LA QUALITE DU BETON

Une série d'essais de laboratoire ont été effectués sur des carottes provenant des barrières situées à différents endroits et représentant différents bétons en apparence, afin d'en évaluer la qualité et apporter des explications à différents phénomènes de détérioration.

3.1 Résistance à la compression, absorption d'eau, poids unitaire.

Des carottes de béton ont été prélevées dans différentes sections des barrières médianes afin d'évaluer la qualité du béton. Les carottes prélevées représentaient les différents types de bordures ainsi que diverses conditions de béton rencontrées comme le faiençage, la détérioration de surface ou du béton d'apparence saine. La répartition des divers prélèvements est donnée au tableau 7. L'analyse des résultats nous indique qu'il existe de grandes variations dans les résistances à la compression indépendamment du mode de mise en place du béton. Le tableau 8 nous donne une idée de la qualité du béton selon que la barrière a été construite à l'aide de béton coulé dans des formes, placé

à la machine à coffrage coulissant ou fait de bordures préfabriquées. Un résumé de la qualité du béton selon le type de barrière est donné au tableau 9.

TABLEAU 9

RESUME DES PROPRIETES MECANIQUES

	Résistance			Absorption (%)		Poids unitaire kg./m^3	
	Nombre	Moyenne (MPa)	Ecart-type (MPa)	Moyenne (%)	Ecart-type	Moyenne	Ecart-type
Coulée	23	33.5	6.08	5.15	0.96	2344	2.31
Moulée	32	46.5	6.35	4.34	0.43	2386	2.00
Préfabriquée	6	50.3	3.30	5.20	0.49	2390	2.19

3.2 Durabilité (cycle de gel et dégel)

Les cycles de gel et dégel ont été effectués sur des carottes selon les exigences de la norme ASTM C 666. Les carottes ont subi 525 cycles de gel et dégel avant de déterminer la résistance à la compression. Les résultats obtenus sont indiqués aux tableaux 10 à 14. Un résumé des résultats obtenus est illustré ci-dessous.

Type de bordures	Nombre d'échantillon	Nombre de cycles avant la détérioration				Nombre d'échantillon détérioré	% détérioré
		<100	<220	<300	<525		
Coulée	23	6	7	---	---	13	59
Moulée	39	---	---	2	2	4	10
Préfabriquée	5	4	1	---	---	5	100

TABLEAU 15

RESUME DES PERFORMANCES DU BETON AU GEL ET DEGEL

Le meilleur comportement à l'essai de gel et dégel a été obtenu par les carottes prélevées dans le béton mis en place par la machine à forme coulissante. Ce résultat est tout à fait normal compte-tenu des propriétés mécaniques obtenues. On constate facilement que la résistance à la compression du béton n'est pas un critère suffisant pour assurer une bonne durabilité, ceci est mis en évidence par les bordures préfabriquées. Une porosité élevée du béton (indiquée par l'absorption) entraîne une détérioration rapide.

Dans le cas des bordures construites à l'aide de la machine à coffrage, la quantité d'eau dans le mélange de béton est faible de façon à permettre au béton de demeurer en place derrière la machine. Cette façon de procéder en plus de la vibration, réduit considérablement le réseau de vides à l'intérieur de la masse ce qui amène des résistances élevées ainsi qu'une meilleure durabilité.

3.3 Pourcentage d'air dans le béton durci

Cet essai effectué selon la norme ASTM C 457 "Microscopical Determination of air-void content and parameters of the air-void system in hardened concrete" permet de déterminer toutes les caractéristiques du réseau de vides à l'intérieur de la masse de béton. Les échantillons prélevés dans le béton nous permettrons de déterminer l'évolution de l'air entraîné dans le béton en fonction de la profondeur pour les différents types de barrières. Comme les essais sont très longs, les résultats complets ne

sont pas disponibles dans ce rapport; cependant des essais ont été faits de façon à représenter chaque type de bordure ainsi que différentes conditions du béton (bon ou détérioré). Les résultats obtenus sont présentés au tableau 16.

TABLEAU 16

POURCENTAGE DE VIDE DANS LE BETON DURCI

Type de barrière	Etat du béton	Caractéristique des vides			Localisation
		% A	α (mm^{-1})	$\bar{L}$ (mm)	
Moulée	Excellent	4.7	25.7	203	Aut. 40 (Boul. de la Capitale)
	Désagrégé	2.7	18.3	610	Aut. 40 (Boul. de la Capitale)
	Excellent	6.1	23.1	168	Aut. 440 Montmorency-Beauport
	Excellent	3.7	29.0	265	Aut. 440 Beauport-H. Bourassa
	Excellent	5.8	14.9	279	Aut. 73 direction sud
	Détérioré	3.9	29.0	229	Aut. 73 direction nord
Coulée	Excellent	5.3	23.8	203	Aut. 440 Beauport-H. Bourassa
Préfabriquée	Excellent	7.1	22.5	185	Aut. 740 Du Vallon
	Détérioré	10	21.1	150	Aut. 740 Du Vallon

α surface spécifique: exigence minimum: 25 mm^{-1}

$\bar{L}$ facteur d'espacement: exigence maximum: 200 um

L'analyse de ces résultats révèlent que lorsqu'il y a une désagrégation du béton, le pourcentage d'air entraîné est faible ou bien les deux autres paramètres ne rencontraient pas les exigences nécessaires pour obtenir un béton durable.

3.4 Teneur en NaCl dans le béton

Nous avons déterminé la teneur en sels (NaCl) dans le béton pour chacune des autoroutes du Québec métropolitain. La teneur en sels est évaluée pour chaque tranche de 25 mm jusqu'à 100 mm de profondeur. Les résultats obtenus sont illustrés dans le tableau 17.

TABLEAU 17

TENEUR EN NaCl (kg/m^3) EN FONCTION DE LA PROFONDEUR (mm)

	Prof. (mm)	Route 138	Autoroute 40 Labelle Rte 138	Autoroute 40 Chute Aut. 440		Moyenne
COULEE	0-25	4.50	12.56	5.03	---	7.70
	25-00	1.06	7.37	2.63	---	3.69
	50-75	0.27	4.66	1.05	---	1.99
	75-100	0.20	2.22	0.61	---	1.01
	Prof. (mm)	Beauce	Autoroute 440	Autoroute 40 Capitale	Du Vallon	Moyenne
MOULEE	0-25	3.55	3.18	6.22	7.37	5.08
	25-50	0.78	0.34	1.48	0.75	0.84
	50-75	0.23	0.29	0.77	0.28	0.39
	75-100	0.17	0.28	0.17	0.28	0.23

Comme on peut le constater, la teneur en NaCl est plus considérable dans les bordures coulées dans des formes que celles moulées à l'aide de la machine. Ce résultat s'explique par le fait que les barrières coulées ont une porosité plus grande que les autres.

3.5 Résultats obtenus lors du contrôle de la qualité

L'examen des résultats du contrôle de la qualité du béton lors de la confection des barrières ainsi que les résistances obtenues sur nos carottes nous permettent de vérifier si le béton a subi une détérioration au cours des années. Normalement, les résistances obtenues au cours de cette étude devrait être un peu supérieure à celles obtenues au moment de la fabrication. Comme certains contrats datent de plus de 5 ans, les données de contrôle ne sont pas toujours rapidement disponibles; pour cette raison nous vous présentons ci-dessous les résultats obtenus pour quatre (4) autoroutes seulement.

TABLEAU 18
RESISTANCE OBTENUE LORS DU CONTROLE VS RESISTANCES OBTENUES LORS DE L'EXPERTISE

Endroit	Année	Type	Résistance exigée	Résistance moyenne (MPa)		
				Du contrôle	Des carottes	% aug.
Aut. 40 (Capitale)	1980	Moulée	35 MPa	40	44	+10
Aut. 40 (Boul. Des Grèves	1975	Coulée	30 MPa	37.5	34	- 9.3
Aut. 440 (Beauport)	1979	Moulée	30 MPa	33	34.7	+5.2
Aut. 740 (Du Vallon)	1974	Moulée	27 MPa	34.6	48.7	+40.7

Ces résultats nous permettent de constater qu'il y a eu une augmentation de la résistance du béton pour les bordures fabriquées avec la machine à coffrage coulissant. Dans le cas de l'autoroute 40 (Boul des Grèves) il y a eu une baisse de la résistance ce qui dénote une détérioration de la qualité du béton à cet endroit.

4.0 DISCUSSION DES RESULTATS

A partir des observations faites en chantier ainsi que des résultats obtenus en laboratoire, nous sommes en mesure de tracer un portrait fidèle des barrières médianes évaluées. Cette évaluation permet également de déterminer l'ampleur des réparations à effectuer ainsi que les causes des bris relevés.

4.1 Ampleur des bris

Le tableau 19 qui suit, présente pour chacune des autoroutes visitées un résumé des bris rencontrés. Comme on peut le constater, les défauts les plus graves et les actions à prendre les plus rapides devront être concentrés sur les bordures en béton placé à l'aide des formes. On retrouve ce type de mise en place sur l'autoroute 40 entre la Chute Montmorency et l'autoroute de la Capitale et sur l'autoroute de la Capitale entre la rue Labelle et la route 138. Le principal défaut rencontré dans ce type de barrière est l'éclatement du béton aux joints situés au 20 m; la qualité du béton est aussi nettement inférieure aux autres types de barrières. Dans le cas de la barrière confectionnée à l'aide de l'appareil à forme coulissante, le principal défaut rencontré est la fissuration du béton à un endroit autre que dans les joints prévus. La présence d'une fissure diagonale débutant au trait de scie nous indique avec certitude que le sciage du béton est fait avec un peut de retard ce qui cause ce type de fracture (photo 26). Un autre défaut de ce type de bordure est le profil général et l'alignement qui laissent à désirer

ainsi que le début d'une coulée qui produit de très mauvais résultats. On note cependant que ces défauts sont moins évidents pour les barrières construites récemment; les entrepreneurs de la région sont probablement plus familiers avec ce type de machine. D'une façon générale ce type de barrière présente un bien meilleur aspect que celle confectionnée à l'aide de formes.

En ce qui concerne les bordures préfabriquées, on en retrouve à deux endroits à Québec soit sur l'autoroute 440 à la hauteur de Henri-Bourassa ainsi que sur l'autoroute 740 à la hauteur du boulevard Charest. A ces deux endroits, on remarque des défauts semblables, certaines bordures sont à remplacer complètement. Les principaux défauts sont illustrés aux photos 18, 19, 25 et 26. La plupart des défauts de ces bordures proviennent d'une qualité de béton déficiente, ce qui est inacceptable pour un produit confectionné en usine. Le recouvrement de béton de l'acier d'armature semble trop mince ce qui cause la fissuration au-dessus des barres. L'aspect général de ces bordures est bon en général sauf à quelques endroits où ces bordures sont très détériorées.

MINISTÈRE DES TRANSPORTS
CENTRE DE DOCUMENTATION
PLACE HAUTE-VILLE, 24e ÉTAGE
700 EST, BOUL. ST-CYRILLE
QUÉBEC, QUÉBEC, G1R 5H1

TABLEAU 19

EVALUATION DES BRIS

	Endroit	Type de bordure	Nombre de joint avec planche asphaltique	Joints endommagés	Nombre de joints sciés	Fissure totale	Béton (Section 6 m au 20 m)		
							Ecaillage léger	Ecaillage sévère	Faiençage
AUT. 40	Entre chute et aut. 440	Coulée	113	69	------	-----	5	2	sporadique
	Rue Labelle et Rte 138	Coulée	96	54	------	-----	2	3	général
	D'Estimauville à Pierre Bertrand	Moulée	---	--	Nord Sud 803 803	N S 141 101	Nord Sud 0 50	Nord Sud 0 3	aucun
AUT. 440	Entre aut. 40 et Ciment St-Laurent	Coulée	46	30	--------	------	0	0	aucun
	Ciment St-Laurent - Rue du Manège	Moulée	---	--	233	42	10	0	aucun
	D'Estimauville - H. Bourassa	Moulée	---	--	199	57	0	0	aucun
		Coulée	8	2	---	-----	0	0	aucun
		Préfab	190	--	---	-----	3	14	sporadique
AUT.73	Pont Laporte -dir.sud	Moulée	---	--	118	91	13		léger
	Breakeyville-dir.nord	Moulée	---	--	105	82	16	0	aucun
AUT. 740	Partie neuve 1982	Moulée	---	--	510	7	0	0	aucun
	Ste-Foy - Québec	Coulée	37	4	---	--	0	0	aucun
		Moulée	---	--	108	100	0	0	aucun
		Préfab	480	--	---	---	0	23	aucun

4.2 Qualité générale des bordures

Tous les essais de laboratoire que nous avons effectués nous permettent de porter un jugement sur la généralité du béton utilisé pour la confection des barrières médianes. D'une façon générale, la qualité du béton des barrières construites à l'aide de formes laisse grandement à désirer comparativement au béton mis en place à l'aide de la machine à coffrage coulissant . Le tableau 20 donne un résumé des principales caractéristiques du béton en fonction du type de mise en place. Comme on peut facilement le constater, le béton mis en place à l'aide de la machine à coffrage coulissant est de loin supérieur à celui des barrières coulées dans des formes.

L'emploi de la machine à coffrage coulissant pour la confection des bordures oblige les fournisseurs de béton à mettre moins d'eau dans le mélange pour obtenir une bonne mise en place, ce qui améliore sensiblement toutes les qualités du béton. Cependant on remarque à quelques endroits une détérioration importante du béton comme sur le boulevard de la Capitale. L'analyse du béton nous révèle qu'à l'endroit où la désagrégation est forte, on retrouve un pourcentage d'air entraîné de 1.4% ce qui est nettement insuffisant pour protéger le béton contre les effets du gel. Sur la même route, l'air entraîné dans le béton de belle apparence est de 4.7% ce qui est très bon.

Pour ce qui est des bordures préfabriquées, la qualité du béton utilisé

TABLEAU 20

CONDENSE DES PROPRIETES MECANIQUES

SELON LE TYPE DE BORDURES

Propriétés mécaniques	Coulée	Moulée	Préfabriquée
Nombre d'essai de résistance	23	31	6
Résistance moyenne (MPa)	33.5	46.5	50.3
Ecart-type (σ) (MPa)	6.1	6.4	3.3
% d'absorption (moyenne)	5.15	4.34	5.20
Poids unitaire (moyenne) (kg/m^3)	2344	2385	2390
Gel et dégel			
Nombre de spécimen	23	39	5
Nombre de spécimen qui résiste à 525 cycles	6	33	0
% détérioré avant 525 cycles	65	15	100
Résistance moyenne lors de la construction (MPa)	37.5	35.9	Indéterminé
Résistance moyenne lors de l'expertise (MPa)	33.5	46.5	50.3
% gain ou perte	- 10.7	+ 29.5	---
% NaCl (kg/m^3)			
0 - 25 mm de profondeur	7.70	5.08	---
25 - 50 mm de profondeur	3.69	0.84	---
Apparence du béton	Manque d'homogénéité. Mauvaise granulométrie. Faiençage sévère	Profil négligé Affaissement de la bordure Retouches malfaites	Nombreuses fissures Désagrégation Traces de rouille

est très variable ce qui explique les comportements aléatoires sur les routes.Les résistances du béton sont très élevées par contre le pourcentage d'air est très variable et on remarque la présence de nombreux vides dans le béton. Une vérification du pourcentage de vide a été effectuée sur deux (2) bordures préfabriquées situées sur l'autoroute du Vallon; une bordure était en parfaite état et l'autre fortement détériorée. Les pourcentages de vides obtenus étaient de 7.17 et 10.1% respectivement ce qui est très élevé; ce haut taux de vide permet l'inflitration d'eau et peut causer une détérioration due au gel et dégel.

Dans le cas du béton mis en place avec la machine à coffrage coulissant le même essai a été effectué sur deux (2) échantillons provenant de l'autoroute de la Beauce; à l'endroit où le béton est détérioré le pourcentage de vide et de 3.9% alors qu'il est de 5.8% à l'endroit où le béton est en excellent état. On voit donc que la détérioration du béton est souvent causée par une teneur en air inadéquate dans le béton.

L'examen visuel des carottes de béton nous révèle que dans le cas des échantillons provenant de barrières coulées avec des formes, on note une très mauvaise granulométrie de la pierre, une ségrégation dans le béton et la présence de nombreuses particules schisteuses à l'intérieur de la masse. L'emploi d'un gros granulat de qualité douteuse ainsi

qu'une mauvaise granulométrie affectent grandement la durabilité du béton de ces barrières (Photo 30-31). Ces phénomènes n'ont pas été remarqués pour le béton mis en place avec la machine à coffrage coulissant. Dans le cas des barrières préfabriquées on remarque que l'agrégat utilisé contient en général beaucoup de matières schisteuses et la masse de béton est parsemée de vides ce qui nous indique que la mise en place est déficiente; ces défauts affectent le comportement de ces barrières sur la route.

D'une façon générale, on peut dire que lorsque la barrière médiane est construite avec des formes fixes, la qualité du béton est inférieure à celle du béton qui est utilisée dans la machine à coffrage coulissant; de plus, la qualité du béton ainsi que celle des matières premières varient selon le fournisseur de béton. A plusieurs endroits la détérioration prématurée du béton provient d'un manque de qualité soit des matières premières, soit un manque d'air entraîné ou une mise en place déficiente.

A l'heure actuelle nous soupçonnons à quelques endroits la présence d'une réaction alkali-granulats qui pourrait êtraîné une détérioration du béton, mais l'identification positive d'une telle réaction est difficile et nous travaillons présentement sur ce sujet.

4.3 Causes de bris

a) Barrières coulées

Tel que mentionné au paragraphe précédent, la désagrégation des barrières est reliée à un problème de béton. Cependant, la majorité des cas d'éclatement de joints, tel qu'illustré dans le rapport de M. Gaston Desmeules, et montré par les photos 1,3,4,5,7,9 et 10 toutes ont des causes indépendantes de la qualité du béton. Les cas les plus sérieux de détérioration causé par des éclatements aux joints se situent sur l'autoroute 40 de la Chute Montmorency jusqu'à la rue Labelle sur le boulevard de la Capitale et toute cette barrière a été confectionnée avec des formes fixes. Tel que montré à la photo 2, la barrière possède une planche asphaltique à tous les 20 m et une petite planche à tous les 6 m. Tous les problèmes majeurs se situent aux joints composés de la planche asphaltique à tous les 20 m (60'). A notre avis, lorsque le joint est bien fait, il donne satisfaction (photo 10); la plupart des bris proviennent d'une malfaçon au moment de la construction. L'examen de joints endommagés nous indique clairement que la planche asphaltique s'est déplacée au moment du bétonnage; de plus, à plusieurs endroits on remarque que les dimensions de cette planche asphaltique sont trop petites ce qui permet au béton de chevaucher chaque côté du joint lorsque la planche se déplace et ceci cause un éclatement. Les photos 4 et 7 illustrent bien ces défauts:

Photo 1 : Planche trop courte du haut.

Photo 3 : Planche pas assez large dans le bas.

Photo 5 : Planche tordue et trop petite.

Une autre cause qui engendre des bris aux joints est l'accumulation de débris dans le joint entre le béton et la planche asphaltique. L'inspection des joints effectuée en hiver révèle que la planche asphaltique ne suit pas le mouvement du béton; une fois comprimée la planche ne possède pas suffisamment d'élasticité pour reprendre sa position originale ce qui laisse un vide et permet l'intrusion de débris dans le joint. Avec les années, l'accumulation est de plus en plus grande et il arrive que le joint est suffisamment obstrué pour bloquer l'expansion du béton ce qui cause un éclatement au joint.

b) Barrières moulées

Le seul endroit qui présente une détérioration très marquée de ce type de barrière est celui situé sur le boulevard Henri IV. L'inspection visuelle indique que le problème se situe au niveau du joint scié situé à tous les 6 m (20'). Aucun joint de retrait n'a été garni avec un scellement approprié ce qui a permis aux débris de s'introduire dans le joint et de bloquer le mouvement d'expansion du béton entraînant de cette façon un éclatement du béton au joints. Le joint de retrait devrait toujours être scellé afin d'éviter ce problème.

c) Barrières préfabriquées

La détérioration de certains éléments préfabriqués de ce type de bordure provient d'une mauvaise qualité de béton, d'une mise en place déficiente, de l'utilisation de mauvais granulats et d'un recouvrement insuffisant des aciers d'armature.

5.0 METHODES DE REPARATION ET D'ENTRETIEN

a) Bordure coulée dans des formes

Aux endroits où l'éclatement est très sévère, la seule solution possible est une réfection totale de la zone endommagée. Une telle réparation peut s'effectuer en coupant la barrière sur toute la hauteur afin d'éliminer toute la section détériorée. Si la barrière contient déjà des aciers d'armature londitudinaux ceux-ci devront être conservés sinon des tirants métalliques devront être fixés dans la partie saine du béton. Un nouveau joint sera fabriqué et scellé avec un produit approprié et le nouveau béton sera mis en place dans de coffrages fixes. La surface du vieux béton devra être enduite d'une colle époxy afin de faciliter l'adhérence du nouveau béton.

Aux joints qui sont très comprimés à l'heure actuelle et où il n'y a que des défauts mineurs, il serait nécessaire que les joints situés à tous les 20 mm soient ouverts sur toute la longueur de la barrière afin de permettre une libre expansion de la barrière. Le vide créé

devra être comblé avec un cordon synthétique et recouvert d'un scellant approprié.

A notre avis, cette procédure appliquée aux joints permettrait de réduire les contraintes et ainsi éviter une détérioration du béton.

b) Bordure moulée (Slip-form)

Comme les précédentes, les endroits où il y a des bris majeurs, la seule solution est une réparation totale de la section endommagée. Comme entretien préventif, il serait nécessaire que les joints de retrait situés aux 6 m soient nettoyés et scellés à l'aide d'un produit approprié ainsi que les fissures.

c) Bordure préfabriquée

La seule solution applicable est de changer les éléments qui présentent des signes de détérioration avancée.

A plusieurs endroits nous avons noté des signes de détérioration du béton; tel que mentionné précédemment ce phénomène est causé par l'utilisation d'un béton de mauvaise qualité. Un pourcentage d'air entraîné inadéquat occasionne une détérioration prématurée du béton sous l'action du gel et dégel. Nous ne croyons pas qu'il y ait de produit miracle qui puisse enrayer ce phénomène,

Lors de la confection de barrières moulées, les ouvriers ont tendance à retoucher le béton en arrière de la machine afin d'en améliorer l'apparence. Cette procédure peut amener certains problèmes comme la montée de la laitance à la surface du béton. Ce phénomène est bien illustré par la barrière située sur l'autoroute 73; la couche de laitance en surface est pratiquement toute désagrégée et l'apparence de la barrière est médiocre même si d'une façon générale la qualité du béton est bonne. Comme ce problème se produit lors de la mise en place du béton, il est très difficile aujourd'hui d'appliquer des correctifs à un coût raisonnable. Une telle réparation fait appel à des produits spéciaux et très coûteux comme des mortiers polymères pré-mélangés ou des époxy.

A l'heure actuelle je ne crois pas que l'emploi de produits d'imperméabilisation soit un moyen efficace de protéger le béton contre une détérioration au gel et dégel. L'emploi d'un béton de qualité et une bonne mise en place sont des meilleurs garanties de succès.

6.0 CONCLUSIONS

1) Les principaux défauts visuels relevés sont les suivants:

   - coulées: éclatement du joint, faiençage, fissuration du béton.
   - moulées: mauvais profil, fissuration en dehors des endroits prévus.
   - préfabriquées: fissure au droit des armatures, désagrégation du béton, tache de rouille

2) L'inspection en hiver de bordures coulées indique que la planche asphaltique ne suit pas et laisse une ouverture dans le joint ce qui permet aux débris de pénétrer et de bloquer le mouvement d'expansion du béton. Les planches devront satisfaire les exigences de l'ASTM D 994-71.

3) Il y a une grande variation dans les propriétés mécaniques selon le type de barrière.

	Résistance (MPA)	Absorption (%)	Poids unitaire kg/m^3
Coulée	33.5	5.15	2344
Moulée	46.5	4.34	2386
Préfabriquée	50.3	5.20	2390

4) L'essai de gel et dégel effectué sur du béton provenant des différents types de bordure révèle que les barrières moulées ont une durabilité de beaucoup supérieure à celle des barrières coulées. Ce comportement est lié directement aux propriétés mécaniques du béton. Les bordures préfabriquées échantillonnées ont eu un très mauvais comportement malgré des résistances très élevées; ceci est dû à un réseau de vides déficient.

5) La détermination du pourcentage d'air dans le béton durci nous indique clairement qu'aux endroits où le béton est écaillé et désagrégé, le réseau de vides est déficient. Dans le cas des bordures préfabriquées un pourcentage de vide de 7 et 10% a été trouvé, ce qui est très élevé et peut permettre à l'eau de s'inflitrer et d'endommager le béton sous l'action du gel. car ces vides sont trop gros pour apporter une protection efficace contre le gel.

6) La teneur en sels (NaCl) dans le béton des bordures est beaucoup plus élevée et pénètre plus profondément dans les bordures coulées. Ce phénomène et directement relié aux propriétés du béton qui sont inférieures à celles du béton mis en place à l'aide de la machine.

7) La comparaison des résultats de résistance à la compression obtenus au cours de cette expertise avec les résultats de résistance obtenus par le contrôle de la qualité nous démontre que le béton mis en place dans des formes a subi une baisse de résistance de l'ordre de 9%. Ce résultat est valable pour l'autoroute 40 (Boulevard des Grèves). La barrière est donc en voie de détérioration et des mesures s'imposent immédiatement.

Dans le cas du béton mis en place à l'aide la machine à coffrage coulissant, on note une augmentation sensible de la résistance sur les autoroutes 740 (1974), 440 (1979) et de la Capitale. Ce comportement est tout à fait normal compte tenu du mûrissement du béton.

8) D'une façon générale, la qualité du béton et de la bordure est de beaucoup supérieure lorsque la machine à coffrage coulissant est utilisée. Des

améliorations devraient être apportées au profilage de la barrière et l'entrepreneur devrait porter plus d'attention au moment du sciage du joint de retrait afin d'éviter une fissuration autre que celle prévue.

9) D'une façon générale, le béton qui a servi à la confection des bordures coulées dans des formes (Boul. des Grèves, Aut. Capitale jusqu'à Labelle) possède une mauvaise granulométrie du gros granulat et une ségrégation est remarquée à plusieurs endroits; de plus, la présence de particules schisteuse est courante à ces endroits. Ces facteurs font que le béton de ces barrières subi une détérioration prématurée.

10) Dans le cas des bordures coulées dans des formes, les éclatements aux joints situés aux 20 m, sont dûs à une malfaçon lors de la construction. Dans la majorité des joints la planche asphaltique utilisée est soit trop petite, mal positionnée ou déplacée lors du bétonnage. L'utilisation d'une planche asphaltique au joint de 20 m laisse à désirer car une fois comprimée celle-ci ne reprend pas sa position originale et laisse une ouverture dans le joint ce qui permet aux saletés de s'introduite et de bloquer le mouvement du béton.

11) On retrouve des éclatement de béton au joint dans les bordures moulées sur le boulevard Henri IV. Ce phénomène est causé par l'introduction de particules dans le joint de retrait ce qui bloque l'expansion du béton et augmente les contraintes dans le béton.

12) Aux endroits où des bris majeurs sont relevés, le seul moyen efficace est une restauration de la zone endommagée. Dans le cas des barrières coulées, l'ouverture du joint situé au 20 m permettrait de réduire les contraintes existant dans le béton et d'éliminer les éclatements. Une ouverture de 20 mm serait satisfaisante; un scellant approprié placé dans ce nouveau joint préviendrait l'infiltration de débris.

13) Toutes les barrières confectionnées à l'aide de la machine à coffrage coulissant devraient avoir leurs joints de retrait ainsi que les fissures scellées à l'aide d'un produit approprié.

14) Nous ne croyons pas que l'utilisation de scellant de surface destiné à imperméabiliser le béton soit un moyen vraiment efficace pour protéger le béton. A l'heure actuelle il n'y a pas de produit qui soit vraiment efficace à long terme et peu d'organismes sont concaincus de l'efficacité réelle de ces produits. La meilleure garantie de durabilité est l'utilisation d'un béton de qualité combiné avec une bonne mise en place et un mûrissement adéquat.

TABLEAU I

LISTE DES ENDROITS VISITES

LOCALISATION	MUNICIPALITE	LONGUEUR (m)	ANNEE CONSTRUCTION	REMARQUES
Aut. 40	Beauport	1772.1	1972-73	Entre la rue Labelle et la rte 138.
Aut. 40	Beauport	2218.7	1975-76	Entre aut. 440 et Riv. Montmorency
Aut. 40	Vanier, Québec Charlesbourg	4689.7	1980	Entre Pierre Bertrand et d'Estimauville.
TOTAL				
Aut. 440	Québec	800.0		Entre Henri-Bourassa et d'Estimauville
Aut. 440	Beauport	560.0	1975-76	Quai Ciment St-Laurent et aut. 40.
Aut. 440	Beauport	2915.6	1978-79	Rue du Manège et quai Ciment St-Laurent.
TOTAL				
Aut. 740	Ste-Foy	1906.5		Entre Université et Ville de Québec.
Aut. 740	Québec	3592.4	1982	Ste-Foy et aut. 40.
TOTAL				

TABLEAU I

LISTE DES ENDROITS VISITES

LOCALISATION	MUNICIPALITE	LONGUEUR (m)	ANNEE DE CONSTRUCTION	REMARQUES
Rte 138	Boischatel	214.2		
Aut. 73 (Beauce)				

LOCALISATION	:	Route 138
ENDROIT	:	Boischatel
TYPE DE BARRIERE ET CARACTERISTIQUES	:	Coulée dans des formes avec un joint aux 60'
LONGUEUR	:	214 m
ANNEE DE CONSTRUCTION	:	

TABLEAU 2

RELEVE DES DEFAUTS

	COULEE DANS DES FORMES	
Défauts	0 - 0.5 km	TOTAL
Nombre de joints avec planche asphaltique	11	11
Fissures:		
- à côté du joint	0	0
- joint éclaté	0	0
- entre 2 joints	0	0
% de fissuration	0	0
Béton (apparence)		
- béton en bon état	11	11
- écaillage	0	0
- % endommagé	0	0
- faiençage	général	

LOCALISATION	:	Autoroute 40
ENDROIT	:	Entre la chute Montmorency et autoroute 440
TYPE DE BARRIERE ET CARACTERISTIQUE	:	Béton coulé en place avec un joint à tous les 20 pieds (6 m) et une planche asphaltique à tous les 60 pieds (20 m).
LONGUEUR	:	2218.7 mètres
ANNEE DE CONSTRUCTION	:	1975-76

TABLEAU 3A

RELEVE DES DEFAUTS

	COULEE DANS DES FORMES					TOTAL
Défauts	0 - 0.45 km	0.45 - 1.0 km	1.0 - 1.5 km	1.5 - 2.0 km	2.0 - 2.2 km	2218 m
Nombre de joints planche asphaltique	22	24	29	28	10	113
Nombre de joints en bon états	5	6	15	15	3	44
Nombre de joints endommagés	17	18	14	13	7	69
% de joint en bon état	23	25	52	54	30	39
Fissures:						
- à l'endroit prévu	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.
- à côté de l'endroit prévu	0	0	0	0	0	0
- autres	0	0	0	0	0	0
Béton (apparence)						
- béton en bon état	20 sections	20 sections de 60'	28 sections	28 sections	10 sections	106
- écaillage léger	2 sections de 60'	3 sections de 60'	----------	----------	----------	5
- écaillage sévère	---------	1 section de 60'	1 section de 60'	----------	----------	2
- % détérioré	10	20	4	0	0	7
- faiençage	général	sporadique	très léger	aucun	léger	

LOCALISATION	:	Autoroute 40
ENDROIT	:	Entre la rue Labelle et la route 138
TYPE DE BARRIERE ET CARACTERISTIQUE:		Béton coulé en place avec un joint à tous les 20 pieds (6 m) et une planche asphaltique à tous les 60 pieds (20 m).
LONGUEUR	:	1772.3 mètre
ANNEE DE CONSTRUCTION	:	1972-72

TABLEAU 3B

RELEVE DES DEFAUTS

	COULEE DANS DES FORMES				
Défauts	0 - 0.5 km	0.5 - 1.0 km	1.0 - 1.5 km	1.5 - 1.8 km	TOTAL
Nombre de joints avec planche asphaltique (20 m)	22	27	30	17	96
Nombre de joints en bon états	20	13	4	5	42
Nombre de joints en-dommagés	2	14	26	12	54
% de joint en bon état	90	48	13	29	44
Fissures:					
- à l'endroit prévu	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	
- à côté de l'endroit prévu	0	0	0	0	
- autres	0	0	0	0	
Béton apparence					
- béton en bon état	20	27	30	16	93
- écaillage léger	2 sections de 60'	0	0	0	2
- écaillage sévère	10	0	0	6	3
- faiençage	1 section de 60'	2 sections de 60'	généralisé	sporadique	généralisé

REÇU
CENTRE DE DOCUMENTATION
NOV 18 1983
TRANSPORTS QUÉBEC

LOCALISATION	:	Autoroute 40
ENDROIT	:	Entre Pierre Bertrand et d'Estimauville (De la Capitale)
TYPE DE BARRIERE ET CARACTERISTIQUE	:	Barrière en béton moulée sur place avec un joint scié aux 20 m.
LONGUEUR	:	4689.7 m
ANNEE DE CONSTRUCTION	:	1980

TABLEAU 3C

RELEVE DES DEFAUTS

Défauts	BORDURE MOULEE															
	0-0.5km		0.5-1.0km		1.0-1.5km		1.5-2.5km		2.5-3.5km		3.5-4.5 km		4.5-4.9km		TOTAL	
	Nord	Sud	Nord	Sud	Nord	Sud	Nord	Sud	Nord	Sud	Nord	Sud	Nord	Sud	Nord	Sud
Nombre de joints sciés	89	89	84	84	97	97	173	173	172	172	182	182	66	66	863	863
Fissures:																
- dans le trait de scie	64	50	72	78	85	89	139	151	149	156	158	174	53	64	720	762
- entre les joints	10	30	2	5	2	6	18	17	15	15	16	8	12	2	85	83
- en diagonale à partir du joint	5	9	8	1	10	2	16	5	8	1	8	0	1	0	56	18
- no de fissure	23	39	10	6	12	8	34	22	23	16	24	8	13	2	141	101
- % de fissures	28	44	12	8	12	8	20	13	13	9	13	4	20	3	16	12
Béton apparence																
- bon état (sections)	89	89	84	84	97	97	173	169	172	153	182	182	66	66	863	840
- écaillage (sections)	aucun	aucun	aucun	aucun	aucun	aucun	aucun	4	aucun	19	aucun	aucun	aucun	aucun	aucun	23
- % détérioré	0	0	0	0	0	0	0	2	0	10	0	0	0	0	0	3
- faiençage	aucun	aucun	aucun	aucun	aucun	aucun	aucun	aucun	aucun	aucun	aucun	aucun	aucun	aucun	aucun	

LOCALISATION	:	Autoroute 440
ENDROIT	:	Entre autoroute 40 et quai Ciment St-Laurent
TYPE DE BARRIERE ET CARACTERISTIQUE	:	Béton coulé dans des formes avec un joint au 6 m (20') et une planche asphaltique au 20 m (60')
LONGUEUR	:	
ANNEE DE CONSTRUCTION	:	1975-76

TABLEAU 4A

RELEVE DES DEFAUTS

	COULEE DANS DES FORMES		
Défauts	0 - 0.5 km	0.5 - 0.80 km	TOTAL
Nombre de joints avec planche asphaltique	26	20	46
Nombre de joints en bon état	6	10	16
Nombre de joints endommagés	20	10	30
% de joint en bon état	23	50	35
Fissures:			
- à l'endroit prévu	N.A.	N.A.	
- à côté de l'endroit prévu	0	0	0
- autres	0	0	0
Béton apparence			
- béton en bon état	26	20	46
- écaillage léger	0	0	0
- écaillage sévère	0	0	0
- faiençage	aucun	aucun	aucun

LOCALISATION	:	Autoroute 440
ENDROIT	:	Quai Ciment St-Laurent - Rue du Manège
TYPE DE BARRIERE ET CARACTERISTIQUE	:	Bordure moulée en place avec joint scié au 6 m.
LONGUEUR	:	2195.6 m
ANNEE DE CONSTRUCTION	:	1978-79

TABLEAU 4B

RELEVE DES DEFAUTS

Défauts	BORDURE MOULEE			TOTAL
	0 - 0.64 km	0.64 - 1.16 km	1.16 - 1.4 km	
Nombre de joints sciés	106	86	41	233
Fissures:				
- dans le trait de scie				
- à côté trait scie	5	18	3	26
- entre les joints	2	6	5	13
- en diagonal à partir du joint	0	2	1	3
- total	7	26	9	42
- % fissuré	7	30	22	18
Béton apparence				
- béton en bon état	105	77	41	223
- écaillage léger	1 section	9 sections de 6 m	0	10
- % détérioré	1	10	0	4
- faiençage	aucun	9 sections	0	9

LOCALISATION	:	Autoroute 440
ENDROIT	:	Beauport à Henri-Bourassa
TYPE DE BARRIERE ET CARACTERISTIQUE	:	0 à 1.2 km, bordure moulée (jointe de 6 mètres) 1.2 à 1.4 km, bordure coulée (joint au 80') 1.4 à 2.2 km, bordure préfabriquée (10' de longueur)
LONGUEUR	:	2200 m
ANNEE DE CONSTRUCTION	:	1980-81-82

TABLEAU C: RELEVE DES DEFAUTS

	BORDURE MOULEE			BORDURE COULEE	BORDURE PREFABRIQUEE	
Défauts	0 - 0.5 km	0.5 - 1.0 km	1.0 - 1.2 km	1.2 - 1.4 km	1.4 - 2.1 km	TOTAL
Nombre de joints (planche asplahtique	----	----	----	8	----	8
Nombre de joints en bon état	----	----	----	6	----	6
Nombre de joints endommagés	----	----	----	2	----	2
% de joint en bon état	----	----	----	75	----	75
Nombre de joints sciés	97	86	16	----	----	199
Fissures:						
- à côté du trait scie	----	----	----	----	----	
- entre les joint	17	10	----	----	----	27
- en diagonal	8	19	3	----	----	30
- fissures totales	25	29	3	----	----	57
- % fissuré	26	34	19	----	----	29
Béton apparence						
- béton en bon état	excellent	excellent	excellent	excellent		
- écaillage léger	non	non	non	non		
- faiençage	aucun	aucun	aucun	aucun		
- nombre de bordures préfabriquées					190	190
- fissurées					3	3
- écaillées					14	14
- % détérioré					9	9

LOCALISATION	:	Autoroute 73 (Beauce)
ENDROIT	:	Echangeur du Pont Laporte vers le sud
TYPE DE BARRIERE ET CARACTERISTIQUE	:	Bordure moulée avec joints sciés aux 60' avec scellant
LONGUEUR	:	
ANNEE DE CONSTRUCTION	:	

TABLEAU 5A

RELEVE DES DEFAUTS

	BORDURE MOULEE				
Défauts	0 - 0.5 km	0.5 - 1.0 km	1.0 - 1.5 km	1.5 - 1.9 km	TOTAL
Nombre de joints sciés	42	29	22	25	118
Fissures:					
- à côté ou en biais	10	7	6	15	38
- entre les joints	20	11	9	13	53
- Total	30	18	15	28	91
% fissuré	71	62	68	112	77
Béton apparence					
- béton en bon état	37	29	18	21	105
- écaillage léger (sections)	5	--	4	4	13
- % détérioré	23	0	18	16	11
- faiençage	aucun	aucun	généralisé	modéré	modéré

LOCALISATION	:	Autoroute 73 (Beauce)
ENDROIT	:	De Breakeyville vers Québec
TYPE DE BARRIERE ET CARACTERISTIQUE	:	Bordure moulée avec un joint scié au 60', scellé.
LONGUEUR	:	
ANNEE DE CONSTRUCTION	:	

TABLEAU 5B

RELEVE DES DEFAUTS

	BORDURE MOULEE				
Défauts	0 - 0.5 km	0.5 - 1.0 km	1.0 - 1.5 km	1.5 - 1.9 km	TOTAL
Nombre de joints sciés	29	14	38	24	105
Fissures:					
- entre les joints	13	7	27	10	57
- à côté ou en diagonal	2	2	14	7	25
- Total	15	9	41	17	82
% fissuré	52	64	108	71	78
Béton apparence					
- béton en bon état	26	14	25	24	89
- écaillée (section)	3	0	13	0	16
- % détérioré	10	0	34	0	15
- faiençage	aucun	aucun	aucun	aucun	

LOCALISATION	:	Autoroute 740, Du Vallon
ENDROIT	:	Québec - Ste-Foy
TYPE DE BARRIERE ET CARACTERISTIQUE	:	Coulée avec scellant dans le joint Moulée et préfabriquée 10' longueur
LONGUEUR	:	
ANNEE DE CONSTRUCTION	:	

TABLEAU 6A : RELEVE DES DEFAUTS

	BORDURE MOULEE	BORDURE COULEE	BORDURE MOULEE	BORDURE PREFABRIQUEE			
Défauts	0 - 0.5 km	0.5 - 1.0 km	1.0 - 1.2 km	1.2 - 1.5 km	1.5 - 2.0 km	2.0 - 2.4 km	TOTAL
Nombre de joints		37					37
Joints en bon états		33					33
Joints endommagés		4					4
Fissures entre les joints		14					14
% en bon état		89					89
Nombre de joints sciés	84		24				108
Fissures:							
- à côté du trait scie	--	--					
- ou en diagonal	11	--	2				13
- entre les joints	85	--	2				87
- Total	96	--	4				100
- % fissure	119						
- faiençage	aucun	aucun	17	2 sections			
Béton apparence							
- bon		37	24				61
- écaillage	1 section	0	0				1
- % bon état	99	100	100				
Nombre de bordure préfabriquée				115	245	120	480
Nombre de bordure écaillée				5	3	15	23
% détérioré				4	1	13	5
Remarque	Beaucoup de fissure de retrait						

LOCALISATION	:	Autoroute 740, Du Vallon
ENDROIT	:	Québec
TYPE DE BARRIERE ET CARACTERISTIQUE	:	Bordure moulée avec joint scié au 6 mètres avec scellant.
LONGUEUR	:	3700 mètres
ANNEE DE CONSTRUCTION	:	1982

TABLEAU 6 B

RELEVE DES DEFAUTS

	BORDURE MOULEE						
Défauts	0 - 0.5 km	0.5 - 1.0 km	1.0 - 1.5 km	1.5 - 2.0 km	2.0 - 2.5 km	2.5 - 3.0 km	TOTAL
Nombre de joints sciés	87	84	79	80	80	100	510
Fissures:							
- entre les joints	--	--	--	--	--	----	----
- à côté ou en diagonal	6	1	--	--	--	----	7
- Total	6	1	--	--	--	----	7
- % fissures	7	1	0	0	0	0	1
Béton apparence							
- bon	87	84	79	80	80	100	510
- écaillé	0	0	0	0	0	0	0
- % détérioré	0	0	0	0	0	0	0
- faiençage	aucun	aucun	aucun	aucun	aucun	aucun	

TABLEAU 7

PROPRIETES MECANIQUES

Endroit	Type	Nombre de carottes	Résistance moyenne (MPa)	Absorption (%)	Pds unitaire (lbs/pi^3)	REMARQUE
Rte 138						
- Boischatel	Coulée	2	41.1	4.8	145.5	Béton sain, faiençage seulement
Autoroute 40						
- Chute à aut. 440	Coulée	11	34.0	5.2	144.3	Béton en bon état. Désagrégation localisée en certains endroits. Mélange non homogène.
- Labelle - Rte 138	Coulée	7	30.6	5.9	149.6	Béton très endommagé avec faiençage.
- Pierre Bertrand - d'Estimauville	Moulée	6	44.0	4.1	143.4	Béton en excellent état général.
Autoroute 440						
- Aut. 40 - Ciment St-Laurent	Coulée	2	40.8	4.3	-------	Béton en excellent état
	Moulée	3	34.7	4.5	147.6	Béton en excellent état
- Beauport - Henri-Bourassa	Moulée	1	45.8	3.6	150.9	Beau béton
	Coulée	2	32.5	4.5	145.6	Beau béton, mauvaise granulométrie.
	Préfab	3	51.6	5.1	147.6	Ségrégation, petits agrégats, présence de vides.

Endroit	Type	Nombre de carottes	Résistance moyenne (MPa)	Absorption (%)	Pds unitaire (lbs/pi^3)	REMARQUE
Autoroute 740						
- Partie neuve	Moulée	2	41.5	4.7	149.8	Béton en excellent état
- Vieille partie	Moulée	4	48.7	4.2	151.2	Béton fissuré en surface.
	Préfab	3	48.2	5.3	150.7	Béton désagrégé avec fissures.
Autoroute 73						
- Pont Laporte, direction sud	Moulée	10	49.6	4.4	151.6	Béton détérioré en surface.
- Breakeyville direction nord	Moulée	6	49.8	4.3	147.4	Béton en bon état

TABLEAU 8

PROPRIETES DU BETON SELON LE TYPE DE BARRIERE

	COULEE			MOULEE			PREFAB		
	Résistance (MPa)	Abs. %	Pds uni. lbs/pi^3	Résistance (MPa)	Abs. %	Pds uni. lbs/pi^3	Résistance (MPa)	Abs. %	Pds uni. lbs/pi^3
1	39.4	4.6	145.5	43.9	4.0	146.4	53.7	5.4	147.6
2	42.8	4.8	144.3	43.3	4.2*	147.6	53.4	4.6	
3	34.0*	4.9*	149.6	39.5	4.3	150.9	47.8*	5.4*	
4	33.4*	7.1	145.6	42.3	4.6	149.8	72.3*	4.8*	150.7
5	37.2*	5.2*		45.1*	3.6	157.2	46.3*	5.8*	
6	23.7*	4.6*		50.1	4.7		50.1*		
7	35.5	4.8		31.3	4.7	151.6*			
8	37.6	4.7		28.4*	4.2*	145.9			
9	28.5	4.5		44.5		146.9			
10	34.9	5.5		45.8	3.7*	149.5			
11	42.9	5.2*		40.2	4.5*				
12	37.9	5.0		42.8	4.5				
13	28.4	7.6*		56.3*	4.4				
14	43.6*	4.2		46.9	5.4*				
15	29.9	4.5		46.3*	4.0				
16	35.4			45.3*	4.5*				
17	26.3				4.0				
18	27.9				4.5				
19	19.7*			53.9*					
20	31.2*			46.5*					
21	34.5			45.0*					
22	33.0			46.6					
23	32.5			49.6*					
24				52.3					
25				56.5*					
26				55.7					
27				39.9					
28				49.9					
29				53.0*					
30				47.8					
31				50.0					
32				52.3					
33				49.2					
				46.5					
$\bar{x}$	33.5	5.15	146.3	$\bar{x}$ 46.5	4.34	148.9	$\bar{x}$ 50.3	5.20	149.15
σ	6.08	0.96	2.31	σ 6.35	0.43	2.20	σ 3.30	0.49	2.19

* Prélèvement dans une zone où le béton est détérioré.

TABLEAU 10

CYCLE DE GL ET DEGEL

Endroit: Rte 138	Résistance moyenne au béton (MPa)	Nombre de cycles de gel et dégel	Résistance après gel et dégel (MPa)	Remarque	
				Après l'essai	Au prélèvement
	41.1	525	30.8		Faiençage
		140	17.6	Désagrégée	
		140		fissuré	

TABLEAU 11

CYCLE DE GEL ET DEGEL

Endroit : Aut.40		Résistance moyenne au béton (MPa)	Nombre de cycles de gel et dégel	Résistance après gel et dégel (MPa)	Remarque	
					Après l'essai	Au prélèvement
Chute à aut. 40						
0.45 - 1.0 km						
No 2	COULEE	30.5	208*	28.8	Fissurée	Béton détérioré
No 6			208*	32.3	Fissurée	Très mauvais
1.0 - 1.5 km						
No 6	COULEE		372	31.9	Excellente	Béton en excellent état.
No 8		33.9	525	32.6	Excellente	Béton en excellent état.
No 9			208*	36.1	Fissurée	Béton en excellent état.
Labelle - Rte 138						
0.5 - 1.0 km						
No 5	COULEE	32.7	208*	25.2	Fissurée	
No 6			140*		Désagrégée	Béton avec faiençage et fissures.
1.0 - 1.5 km						
No 4	COULEE		95*		Désagrégée	
No 5		27.1	95*		Désagrégée	Faiençage et fissures.
No 6			50*		Désagrégée	Faiençage et fissures.
1.5 - 1.8 km						
No 5	COULEE		50*		Désagrégée	
No 6		25.5	50*		Fissurée	Béton sain, faiençage.
No 7			50*		Fissurée	Suintement

* Détérioré en cours d'essais

TABLEAU 11

CYCLE DE GEL ET DEGEL

Endroit: Aut. 40		Résistance moyenne au béton (MPa)	Nombre de cycles de gel et dégel	Résistance après gel et dégel (MPa)	Remarque	
					Après l'essai	Au prélèvement
Estimauville - Pierre Bertrand						
0.5 - 1.0 km	MOULEE					
No 4		43.3	525	33.7	Excellente	Béton en excellent état.
No 6			254	40.5	Excellente	
1.0 - 1.5 km	MOULEE					
No 8			525	39.6	Excelelnte	Béton sans défaut
No 9		40.9	525	36.9	Excellente	Béton sans défaut
No 11			254	38.8	Excellente	Béton ondulé
1.5 - 2.0 km	MOULEE					
No 19			525	42.9	Excellente	Beau béton
No 20		50.1	525	52.4	Excellente	Beau béton

TABLEAU 12

CYCLE DE GEL ET DEGEL

Endroit : Aut. 440		Résistance moyenne au béton (MPa)	Nombre de cycles de gel et dégel	Résistance après gel et dégel (MPa)	Remarque	
					Après l'essai	Au prélèvement
Aut. 40 à Ciment St-Laurent						
0 - 0.5 km	COULEE					
No 2		34.5	254	30.4		Béton en excellent état.
No 4			525	24.4		Béton en excellent état.
0.5 - 1.0 km	COULEE					
No 1		47.0	525	26.9		
No 4			208	42.3		
1.0 - 1.5 km	MOULEE					
No 3			525	37.4		Beau béton. Excellent état.
No 4		29.9	525	36.9		Beau béton. Excellent état.
No 6			303	31.4		Beau béton.
No 8			525	25.8		Béton déjà réparé.
2.0 - 2.5 km	MOULEE					
No 2		44.5	525	36.9		Béton en excellent état.

TABLEAU 12

CYCLE DE GEL ET DEGEL

Endroit		Résistance moyenne au béton (MPa)	Nombre de cycles de gel et dégel	Résistance après gel et dégel (MPa)	Remarque	
					Après l'essai	Au prélèvement
Beauport - Henri-Bourassa						
1.4 - 2.2 km	PREFABRIQUEE					
No 3			208*		Désagrégée	Nid d'abeilles dans le haut.
No 6		51.6	50*		Désagrégée	Béton écaillé, mauvais.
No 8			50*		Fissurée	Béton écaillé, détérioré.

TABLEAU 13

CYCLE DE GEL ET DEGEL

Endroit : Aut. 73		Résistance moyenne au béton (MPa)	Nombre de cycles de gel et dégel	Résistance après gel et dégel (MPa)	Remarque	
					Après l'essai	Au prélèvement
Aut. 73 dir. sud						
0 - 0.5 km						
No 3	MOULEE	48.3	525	47.8		Désagrégé en surface.
No 6	MOULEE		254	46.8		Excellent état.
No 7	MOULEE		525	47.3		Excellent état.
No 8	MOULEE		525	44.3		Excellent état.
No 12	MOULEE		525	46.0		Semble pourri à l'intérieur.
No 13	MOULEE		525	49.0		Désagrégation de surface.
No 14	MOULEE		254	48.5		Désagrégation de surface.
No 15	MOULEE		303*	35.0		Désagrégation dans le haut.
0.5 - 1.0 km						
No 21	MOULEE	52.3	525	36.3		Béton sain
No 22	MOULEE		525	34.7		Très beau
1.5 - 1.9 km						
No 30	MOULEE	56.1	525	45.2		Très endommagé.
No 33	MOULEE		525*		Se désagrège	Semble beau.
No 34	MOULEE		254	37.9		Beau béton.

* Détérioré en cours d'essais.

TABLEAU 13

CYCLE DE GEL ET DEGEL

Endroit : Aut. 73		Résistance moyenne au béton (MPa)	Nombre de cycles de gel et dégel	Résistance après gel et dégel (MPa)	Remarque	
					Après l'essai	Au prélèvement
Aut. 73, dir. nord						
0 - 0.5 km						
No 3	MOULEE	53.0	525	46.6		Béton endommagé en surface.
No 4			525	49.7		Béton endommagé en surface.
0.5 - 1.0 km						
No 7	MOULEE	47.8	525	21.8		Beau béton
No 8			354	47.1		Beau béton
1.0 - 1.5 km						
No 10	MOULEE	50.5	525	41.4		Beau béton.
1.5 - 1.9 km						
No 16	MOULEE	46.5	208*	24.4		Désagrégé

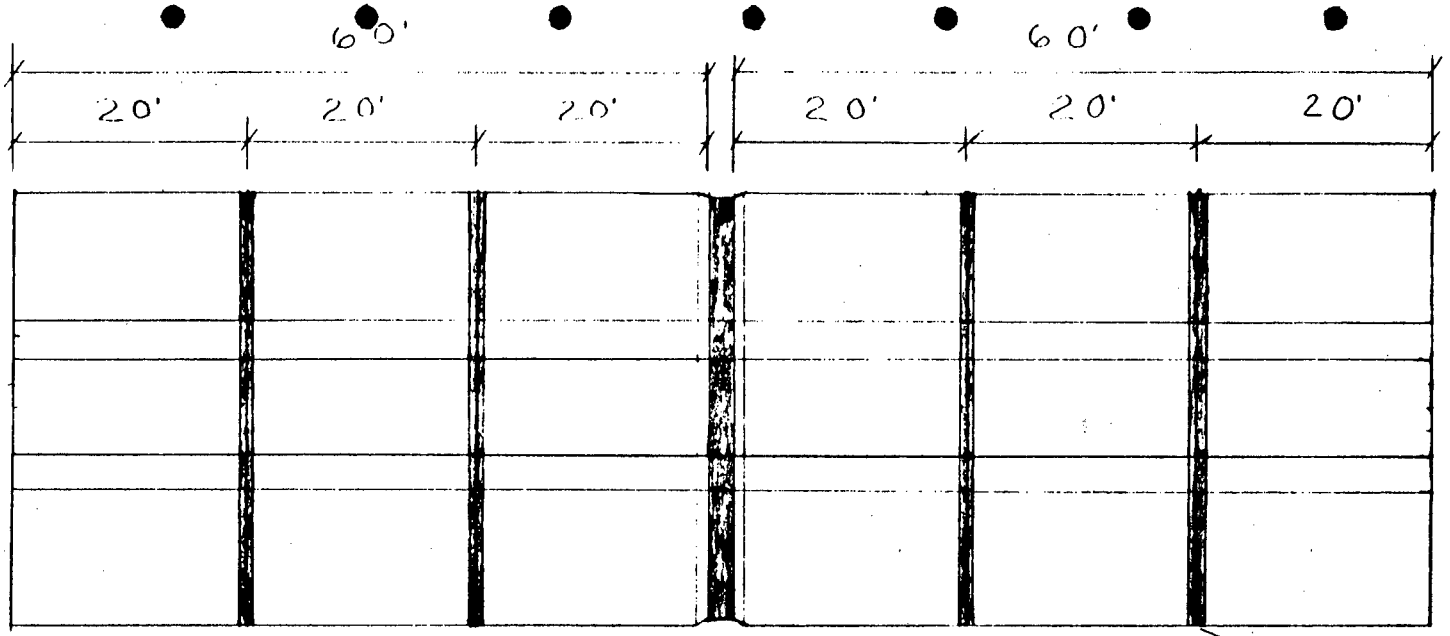
TABLEAU 14

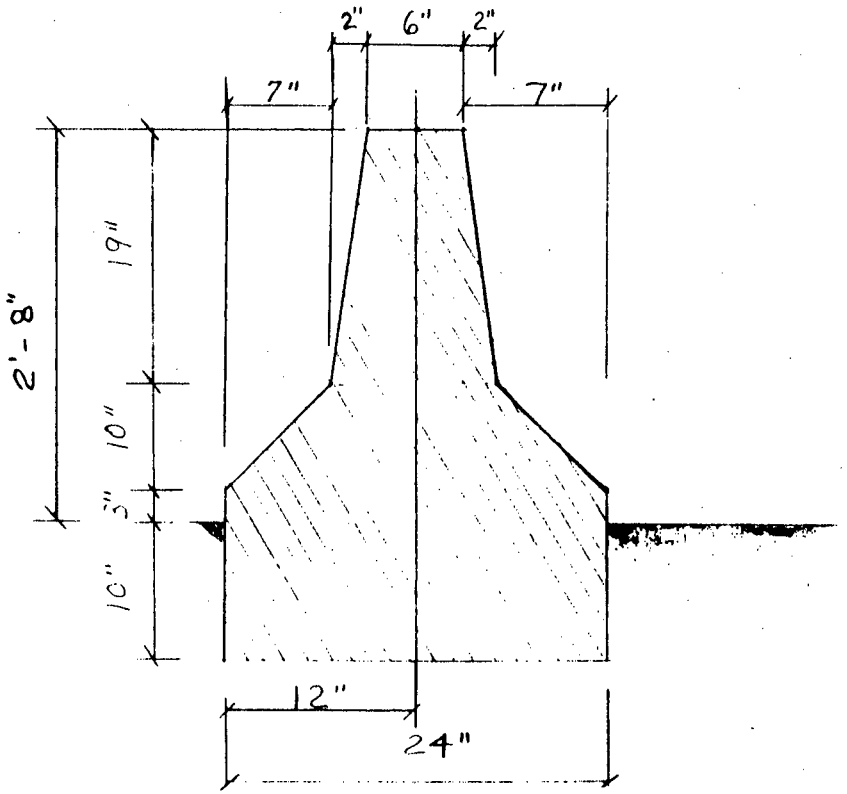
CYCLE DE GEL ET DEGEL

Endroit: Aut. 740		Résistance moyenne au béton (MPa)	Nombre de cycles de gel et dégel	Résistance après gel et dégel (MPa)	Remarque	
					Après l'essai	Au prélèvement
Aut. 740, partie neuve						
0 - 0.5 km						
No 4	MOULEE		525	42.0		Béton en excellent état.
No 5		41.5	254	37.9		
No 6			525	38.4		
Aut. 740, vieille partie						
0 - 0.5 km						
No 15	MOULEE		372 *	31.1	En voie de se détérioré	Béton fissuré
No 18			525	47.4		Béton fissuré
No 19		48.7	254	47.2		Béton fissuré
No 20			525	45.4		Béton fissuré
No 4			525	49.5		Béton fissuré
1.2 - 1.5 km						
No 7	PREFAB	46.3	50*		Fissures	Béton écaillé
No 8			95*		Désagrégé	

ANNEXE A

PLANS TYPES


60'
60'
20'
20'
20'
20'
20'
20'
PLANCHE ASPHALTIQUE DE ½ POUCE
JOINT DE CONTROLE ¼ DE POUCE


2"
6"
2"
7"
7"
2'-8"
19"
10"
3"
10"
12"
24"

Gouvernement du Québec
Ministère
des Transports

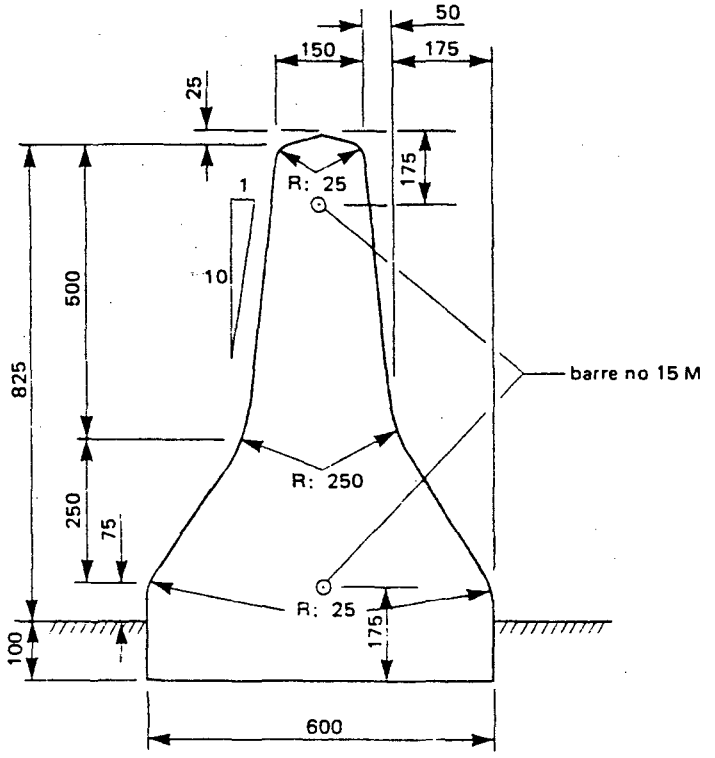
NORMES

GLISSIÈRE RIGIDE EN BÉTON COULÉE OU MOULÉE SUR PLACE

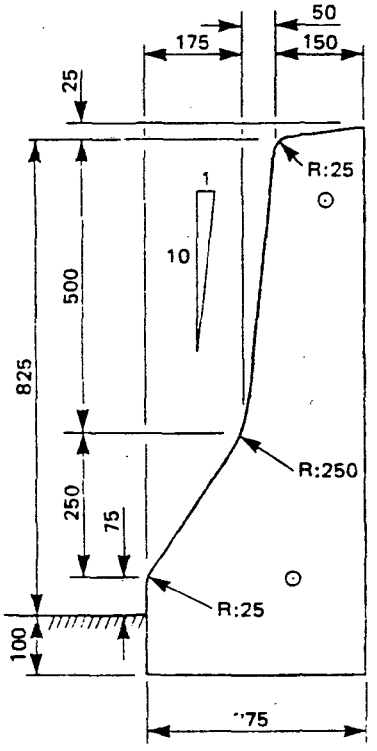
D-3800

3.8.3.1

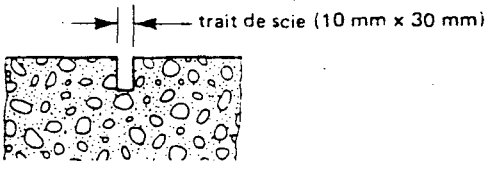
80-06-01



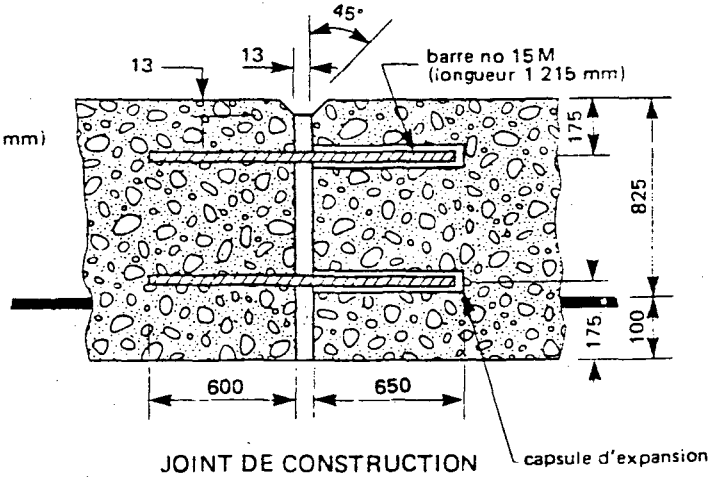
GLISSIÈRE MÉDIANE



GLISSIÈRE LATÉRALE



JOINT DE RETRAIT



JOINT DE CONSTRUCTION

NOTES: Béton: résistance 35 MPa.

Joint de retrait: à tous les 6 m (avec scellant).

Joint de construction: planche asphaltique aux points d'arrêt provisoire des travaux avec tige d'ancrage.

Imperméabilisation de la surface du béton.

Gouvernement du Québec
Ministère des Transports

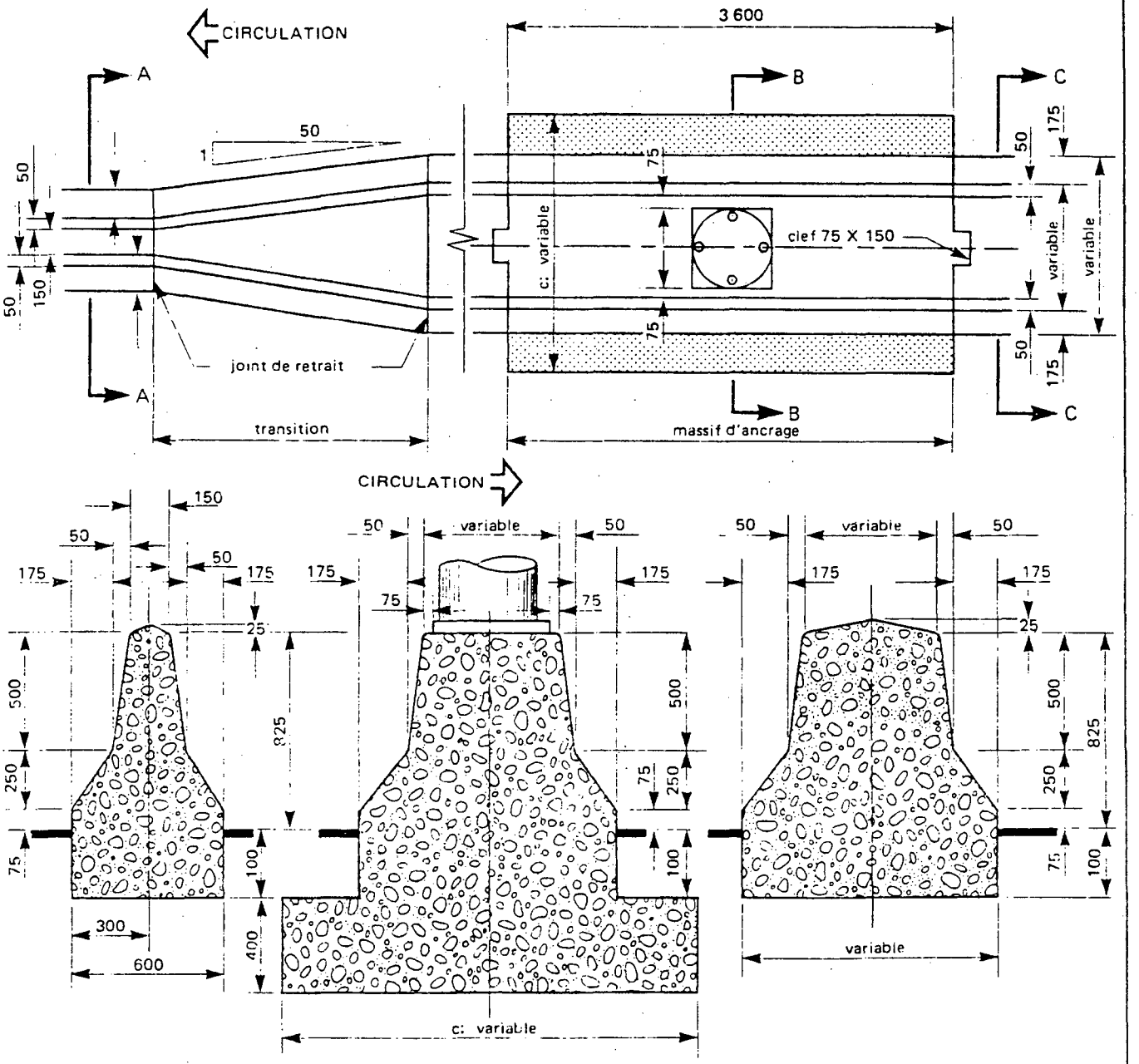
NORMES

GLISSIÈRE RIGIDE ÉLARGIE POUR OBJET FIXE COULÉE OU MOULÉE SUR PLACE

D-3810

3.8.4.2

80-06-01



COUPE "AA" COUPE "BB" COUPE "CC"

NOTES: Béton: résistance 35 MPa

Joint de retrait: à tous les 6 m et aux transitions (avec scellant).

Joint de construction: planche asphaltique aux points d'arrêt provisoire des travaux.

Joint d'isolation: planche asphaltique.

La largeur de la glissière rigide, suite à l'installation d'un système d'éclairage, doit être maintenue uniforme sur toute sa longueur.

Pour la localisation des conduits électriques, voir le plan d'éclairage.

Pour le massif d'ancrage, voir le plan d'éclairage (détail de l'armature et autres renseignements).

Imperméabilisation de la surface du béton.

Gouvernement du Québec
Ministère des Transports

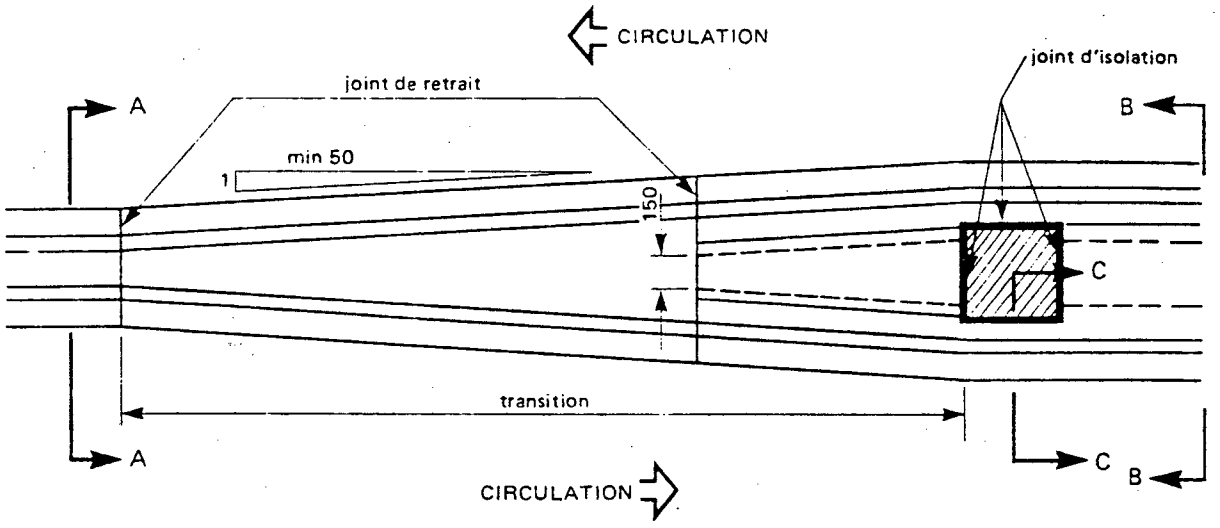
NORMES

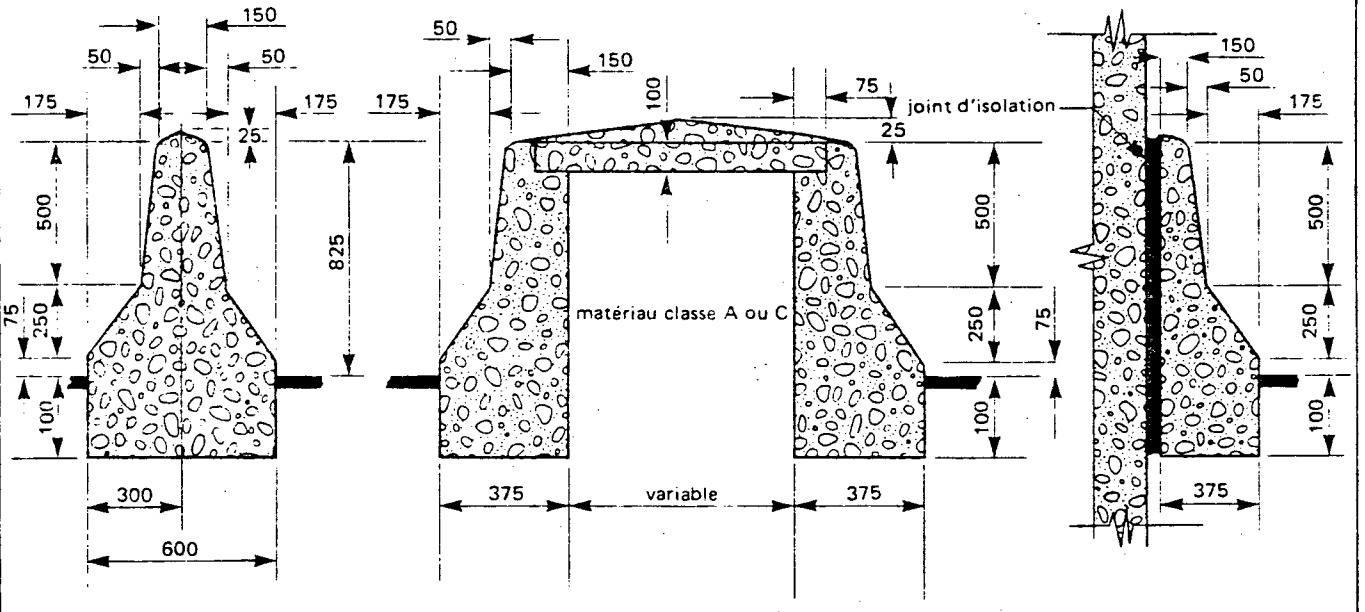
ÉLARGISSEMENT D'UNE GLISSIÈRE RIGIDE POUR PILE COULÉE OU MOULÉE SUR PLACE

D-3811

3.8.4.2

80-06-01





COUPE "AA"

COUPE "BB"

COUPE "CC"

NOTES: Béton: résistance 35 MPa.

Joint de retrait: à tous les 6 m (avec scellant).

Joint de construction: planche asphaltique aux points d'arrêt des travaux.

Joint d'isolation: planche asphaltique.

Imperméabilisation de la surface du béton

Gouvernement du Québec
Ministère
des Transports

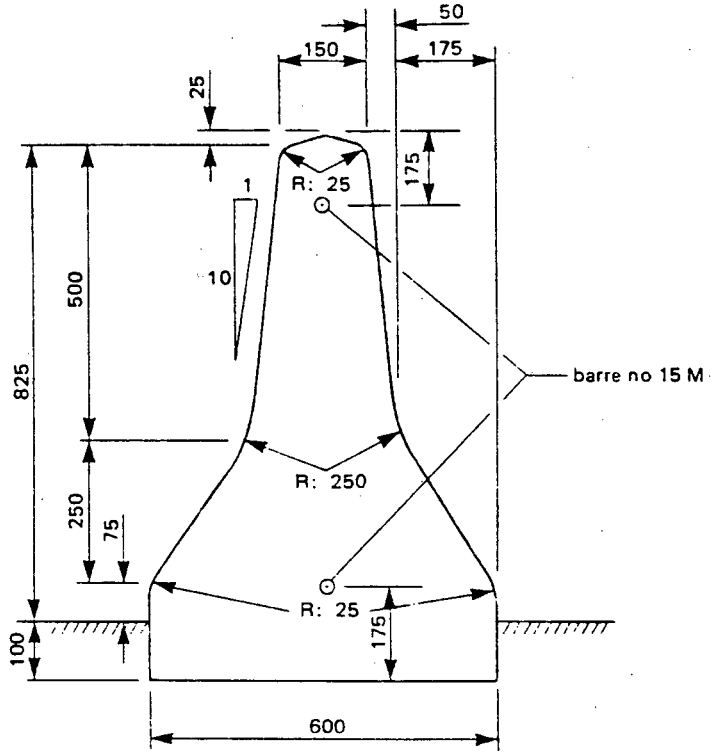
NORMES

GLISSIÈRE RIGIDE EN BÉTON COULÉE OU MOULÉE SUR PLACE

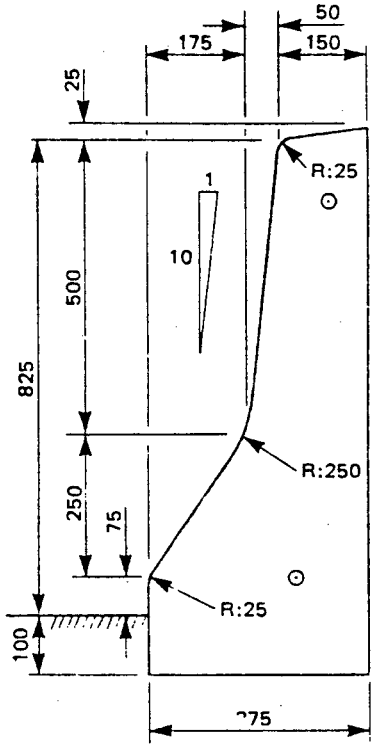
D-3800

3.8.3.1

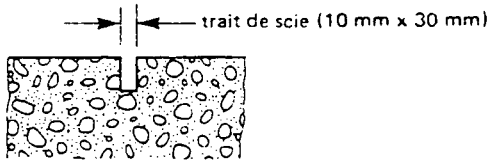
80-06-01



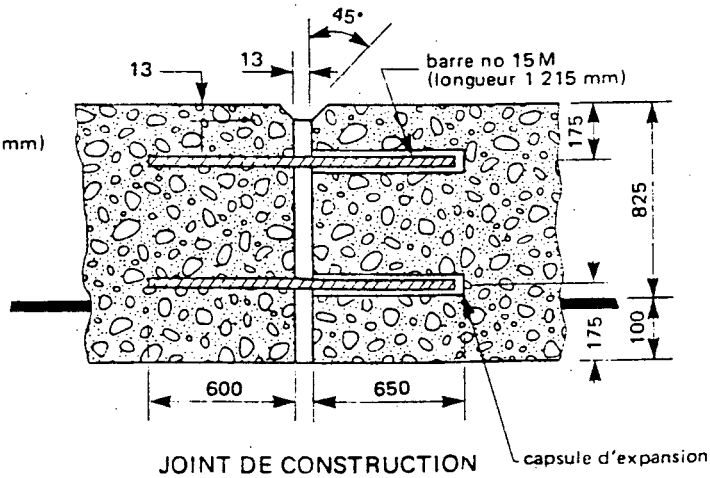
GLISSIÈRE MÉDIANE



GLISSIÈRE LATÉRALE



JOINT DE RETRAIT



JOINT DE CONSTRUCTION

NOTES: Béton: résistance 35 MPa.

Joint de retrait: à tous les 6 m (avec scellant).

Joint de construction: planche asphaltique aux points d'arrêt provisoire des travaux avec tige d'ancrage.

Imperméabilisation de la surface du béton.

Gouvernement du Québec
Ministère des Transports

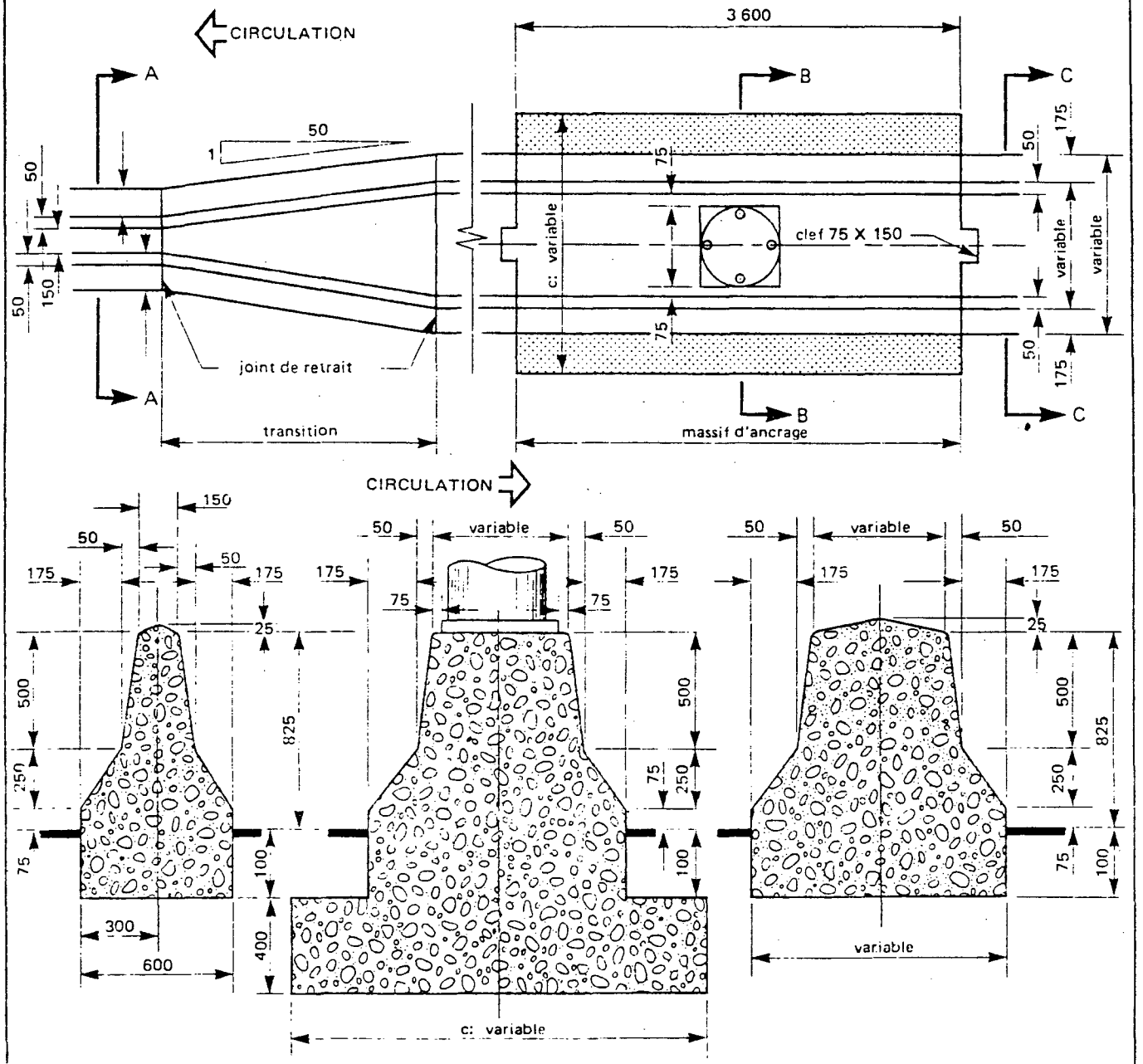
NORMES

GLISSIÈRE RIGIDE ÉLARGIE POUR OBJET FIXE COULÉE OU MOULÉE SUR PLACE

D-3810

3.8.4.2

80-06-01



COUPE "AA" COUPE "BB" COUPE "CC"

NOTES: Béton: résistance 35 MPa

Joint de retrait: à tous les 6 m et aux transitions (avec scellant).

Joint de construction: planche asphaltique aux points d'arrêt provisoire des travaux.

Joint d'isolation: planche asphaltique.

La largeur de la glissière rigide, suite à l'installation d'un système d'éclairage, doit être maintenue uniforme sur toute sa longueur.

Pour la localisation des conduits électriques, voir le plan d'éclairage.

Pour le massif d'ancrage, voir le plan d'éclairage (detail de l'armature et autres renseignements).

Imperméabilisation de la surface du béton.

Gouvernement du Québec
Ministère
des Transports

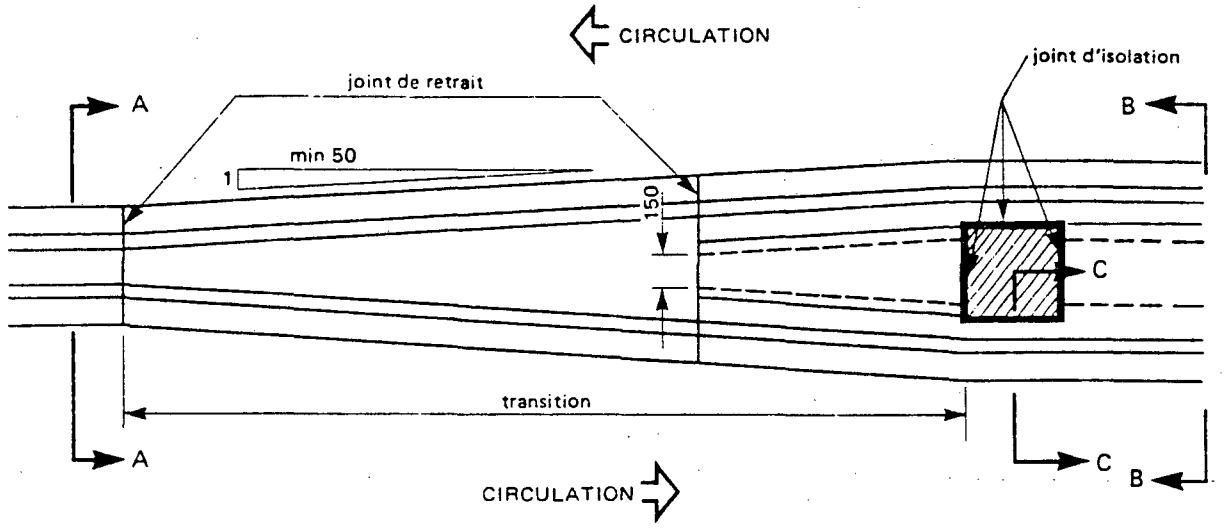
NORMES

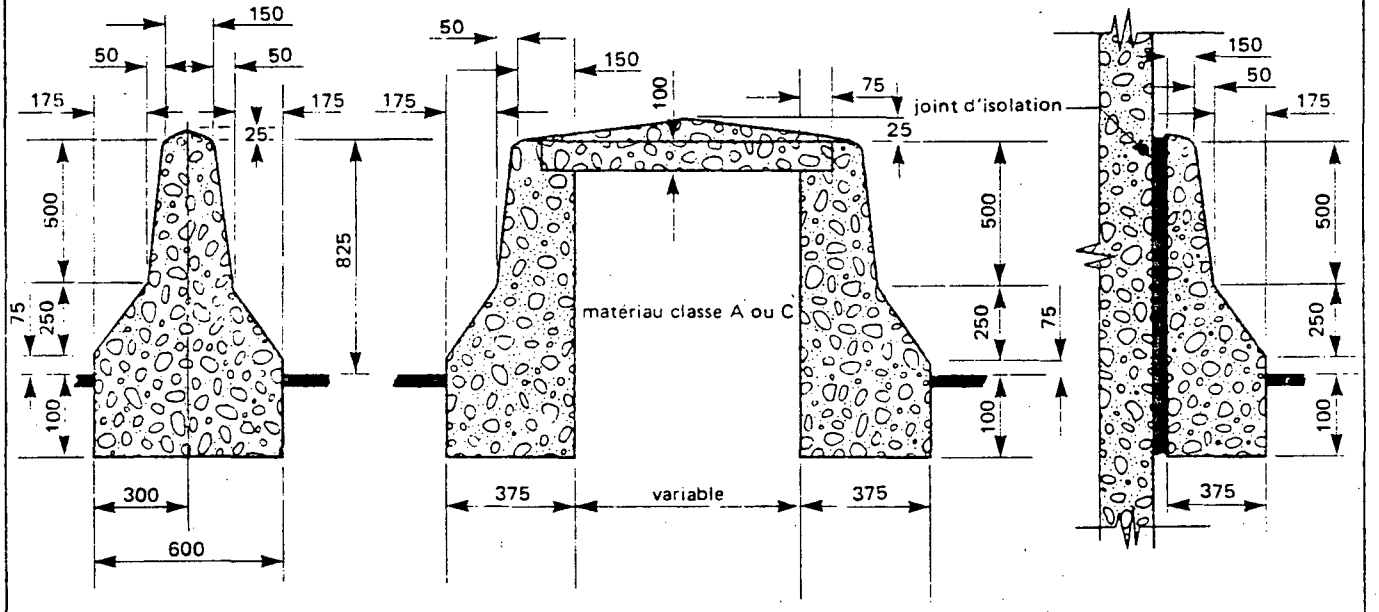
ÉLARGISSEMENT D'UNE GLISSIÈRE RIGIDE POUR PILE COULÉE OU MOULÉE SUR PLACE

D-3811

3.8.4.2

80-06-01





COUPE "AA" COUPE "BB" COUPE "CC"

NOTES: Béton: résistance 35 MPa.

Joint de retrait: à tous les 6 m (avec scellant).

Joint de construction: planche asphaltique aux points d'arrêt des travaux.

Joint d'isolation: planche asphaltique.

3.8.3.- Les largeurs minima des terre-pleins centraux étant fixées à 66 pi en milieu semi-urbain et à 116 pi en milieu rural (voir articles 2.3.I et 2.3.2.) seul le cas no I du plan type 3.8.3. D-1 s'applique pour les nouvelles constructions.

Pour les routes déjà existantes, avec des largeurs de terre-plein moindre que les minimums requis, les cas 2 et 3 du plan type 3.8.3. D-I s'appliqueront.

La présence d'une glissière de sécurité est un obstacle en soi. Donc, s'il est économiquement possible, il sera toujours préférable d'éloigner un objet fixe du bord du pavage, plutôt que de prévoir une glissière.

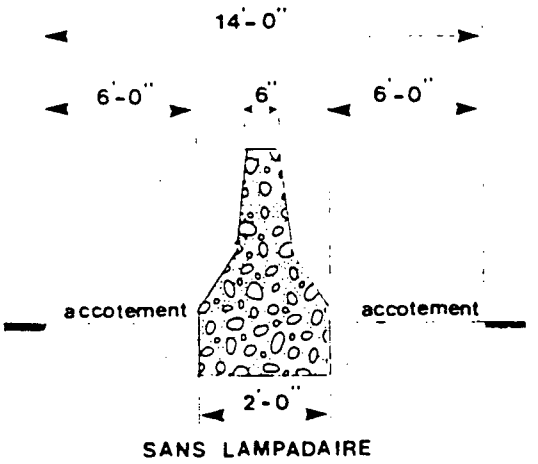
3.8.4.- GLISSIÈRES DE SÉCURITÉ DANS TERRE-PLEIN CENTRAL

Le terre-plein central doit être protégé quand il y a un danger évident pour un véhicule de traverser ce terre-plein et occasionner une collision frontale avec un autre véhicule.

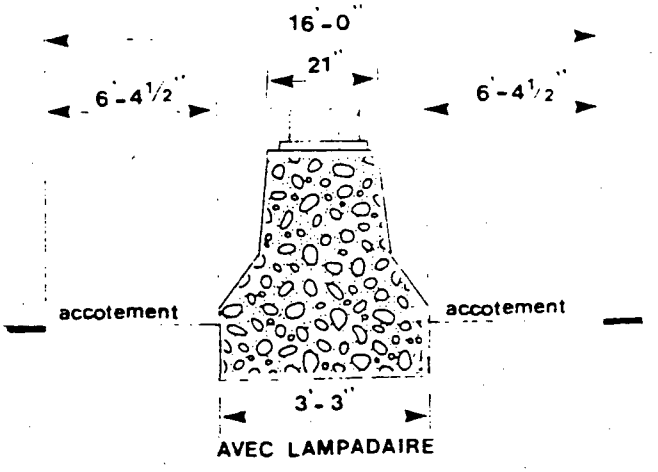
3.8.4.1.- En milieu urbain

a) Autoroute urbaine - 4 voies

Le plan type 2.3.2. D-I fixe la largeur du terre-plein central à 14 pi. Dans ce cas une barrière médiane rigide du type "New-Jersey" standard sera construite. Si un système d'éclairage est prévu dans le terre-plein central, ce dernier sera porté à 16 pi, et la barrière médiane rigide du type "New Jersey", sera élargie au sommet à 2I po.



SANS LAMPADAIRE

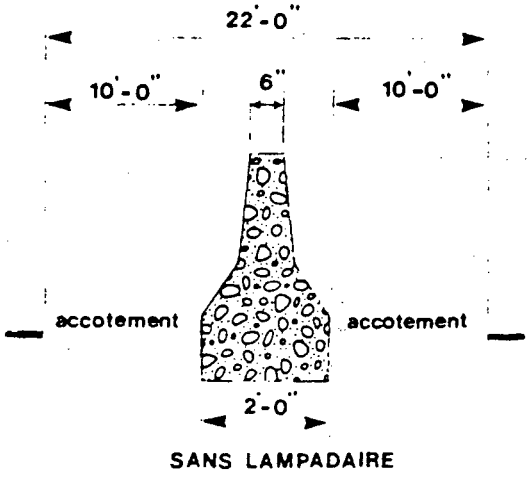


AVEC LAMPADAIRE

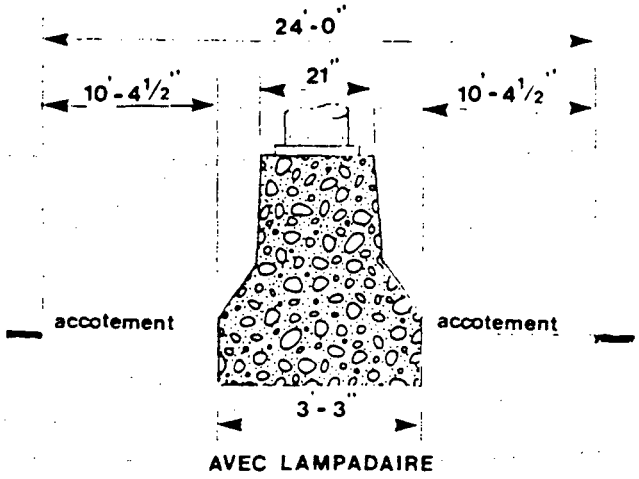
b) Autoroute urbaine - 6 voies

Le plan type 2.3.2. D-2, fixe la largeur du terre-plein central à 22 pi. Dans ce cas, une barrière médiane rigide du type "New Jersey" standard sera construite. Si un système d'éclairage est prévu dans le terre-plein central, ce dernier sera porté à 24 pi, et la barrière médiane rigide du type "New Jersey" sera élargie au sommet à 2I po.

3.8.4.1.- b) Autoroute urbaine - 6 voies



SANS LAMPADAIRE



AVEC LAMPADAIRE

Note

Lorsqu'un pilier de pont est situé sur un terre-plein central, la barrière médiane sera élargie avec un biseau de 1:50, comme l'indique le plan type 3.8.5.3. D-2, et cette surlargeur sera prise en rognant sur l'accotement.

c) Route provinciale urbaine

Les plans types 2.3.4. D-3, D-4, du chapitre 2, fixent la largeur du terre-plein central à 16 pi. Vu les nombreux passages du terre-plein central souvent pourvus ou non de feux de circulation (et l'absence de ces feux aux accès), une glissière de sécurité serait inefficace pour prévenir les collisions frontales.

3.8.4.2.- En milieu semi-urbain et rural

Autoroutes et routes provinciales

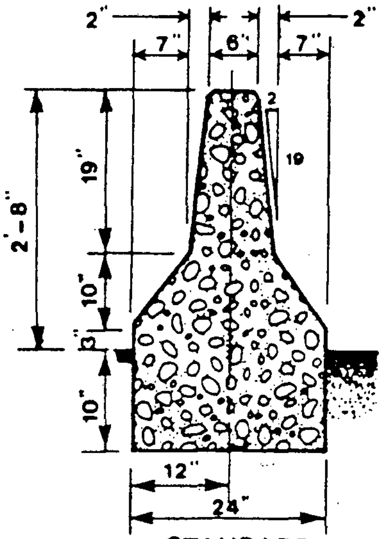
Les plans types 2.3.1 et 2.3.2. du chapitre 2, fixent les largeurs minimales des terre-pleins à 116 pi en milieu rural, et à 66 pi en milieu semi-urbain. Ces dimensions, en plus des pentes douces des talus de la bande médiane, éliminent le besoin de protection médiane contre les collisions frontales.

3.8.4.3.- Routes déjà construites - terre-plein central de 24 pi @ 50 pi

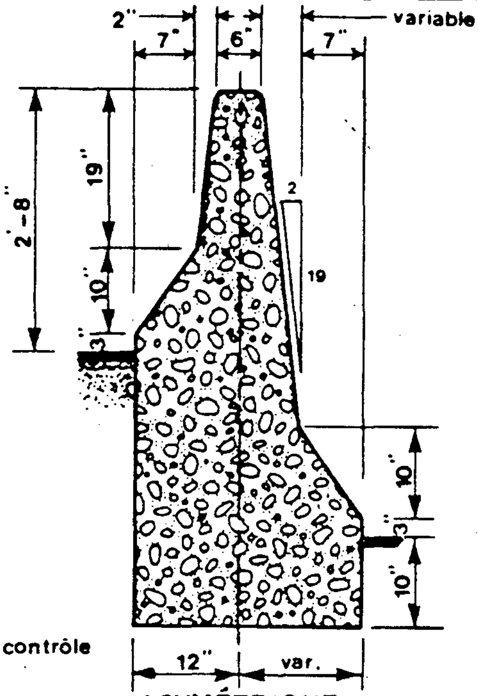
Aux articles 3.8.4.1. et 3.8.4.2., les protections requises dans le terre-plein central sont pour de nouvelles constructions selon les normes recommandées à l'article 2.3. du chapitre 2.

Afin d'augmenter la sécurité sur les routes existantes à chaussées séparées, ayant des terre-pleins compris entre 24 et 50 pi, le critère d'installation d'un séparateur, est fonction de la largeur du terre-plein et du débit du jour moyen annuel, comme l'illustre la figure I.

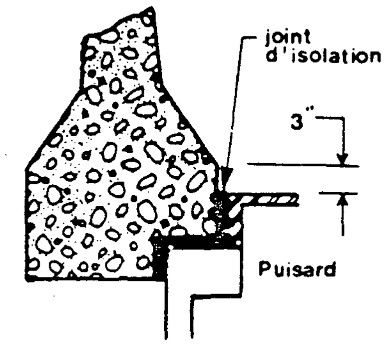
GOUVERNEMENT DU QUÉBEC MINISTÈRE DES TRANSPORTS DIRECTION GÉNÉRALE DU GÉNIE	NORMES BARRIÈRE MÉDIANE TYPE "NEW JERSEY" COULÉE OU MOULÉE SUR PLACE	3.8.5.3 NO.
		D-1
DIRECTION DES CHAUSSÉES	directeur général du génie	76-10-01 DATE



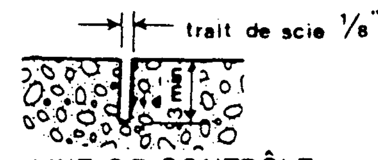
STANDARD



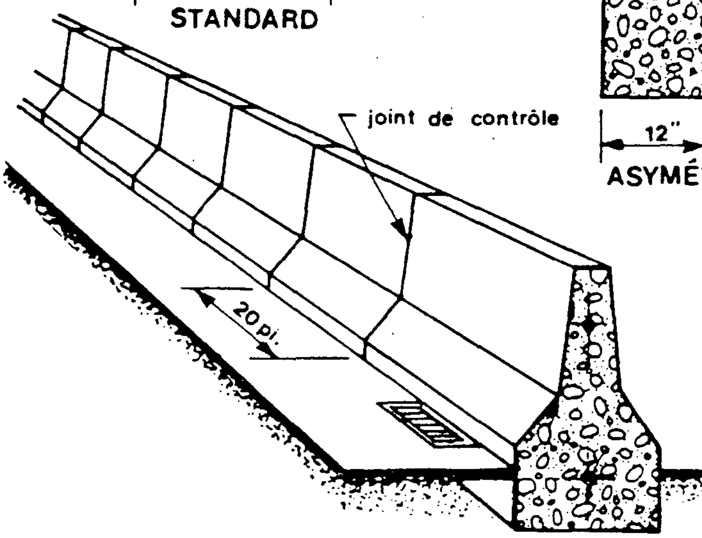
ASYMÉTRIQUE

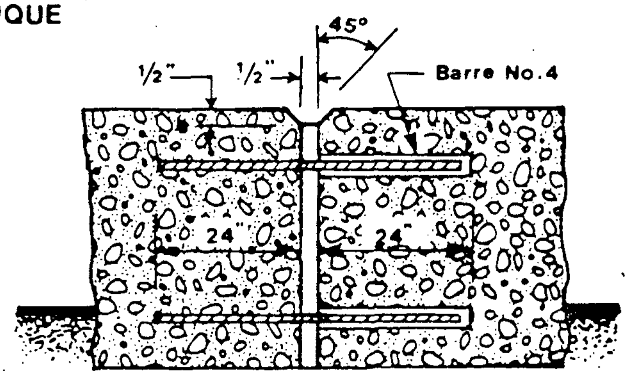


SUR PUISARD

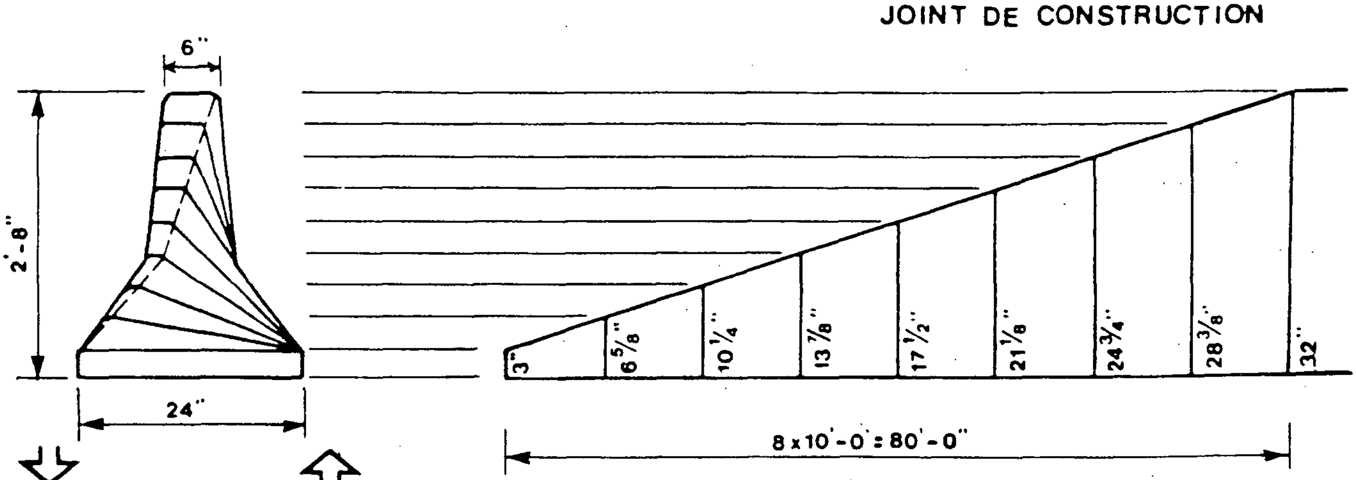


JOINT DE CONTRÔLE





JOINT DE CONSTRUCTION



DÉTAIL DES EXTRÉMITÉS

NOTES :

1- Béton résistance de 5000 lb. /po.car. Réf. C.C.D.G. Art. 12.03.1 Tableau 2 Cl. 2-b

2- Joint de contrôle : à tous les 20 pi. aucun scellant.

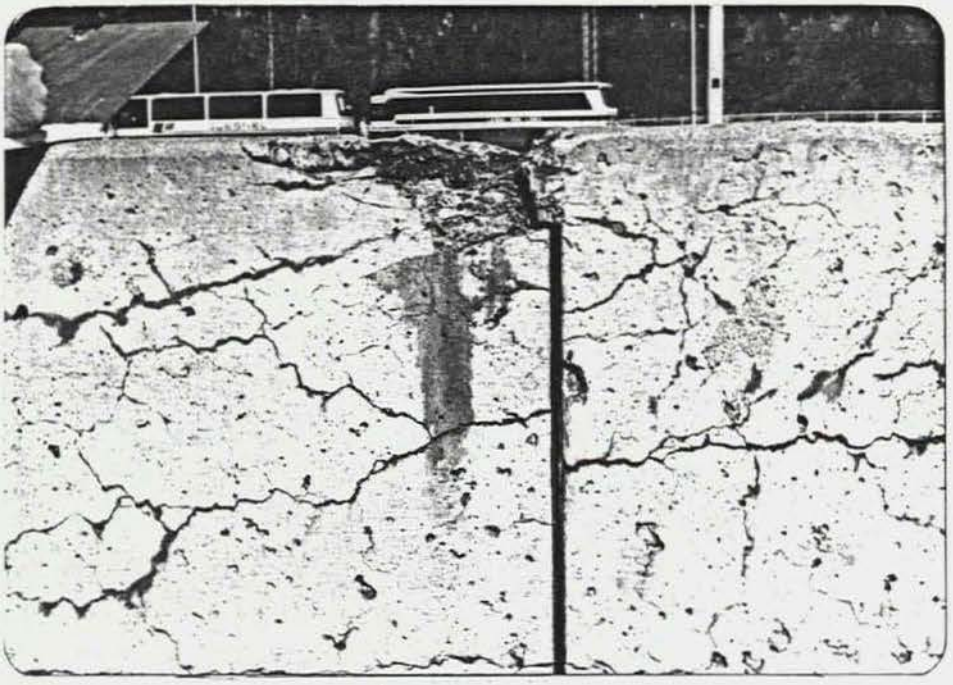
3- Joint de construction : planche asphaltique aux points d'arrêt provisoire des travaux.

4- Joint d'isolation : planche asphaltique.

5- Impermeabilisation du béton selon l'article 29.06.17 du C.C.D.G.

ANNEXE B

PHOTOS

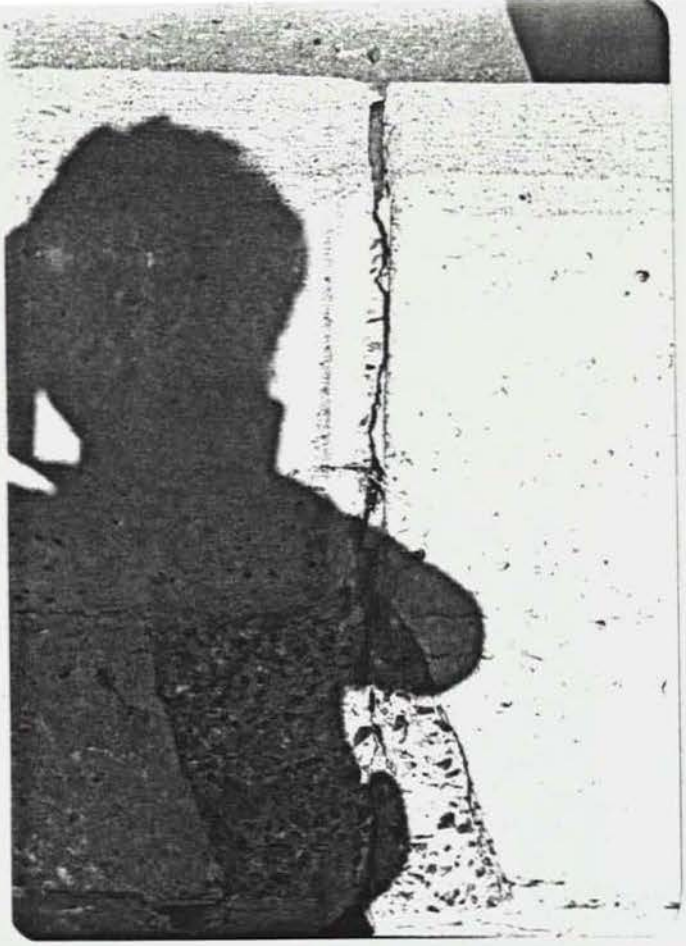


ROUTE 138

1. Joint éclaté - fissure

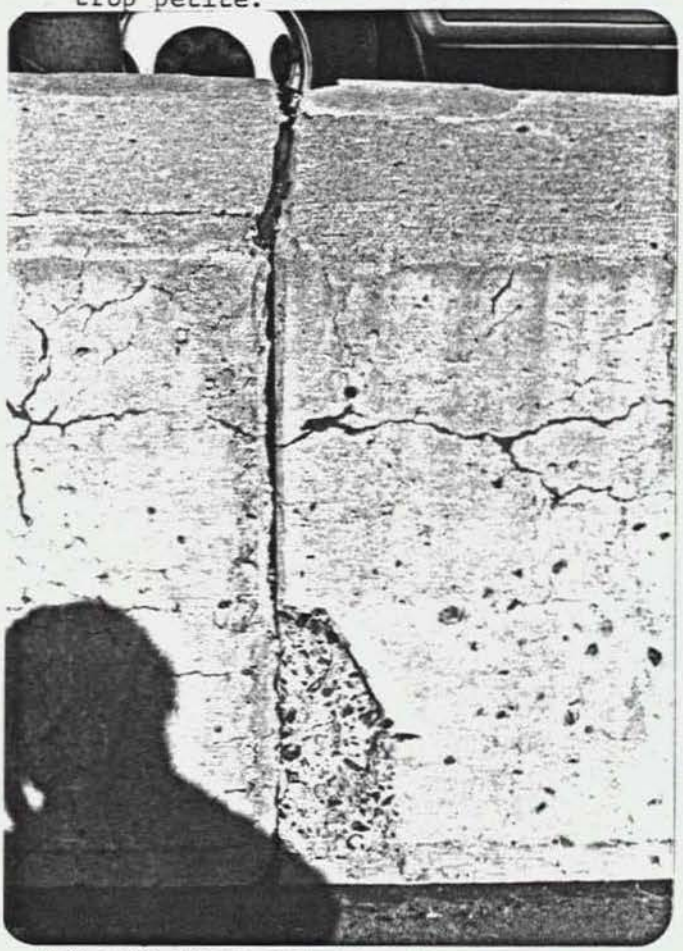
ROUTE 138

2. Faiençage



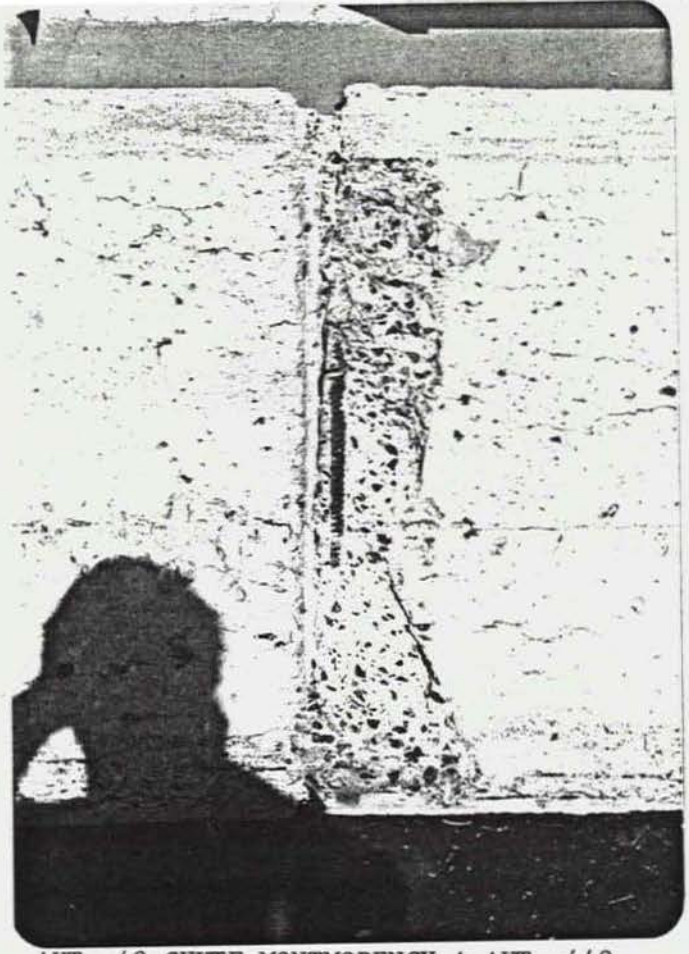
AUT. 40 CHUTE MONTMORENCY A AUT. 440

3. Joint éclaté, planche asphaltique trop petite.



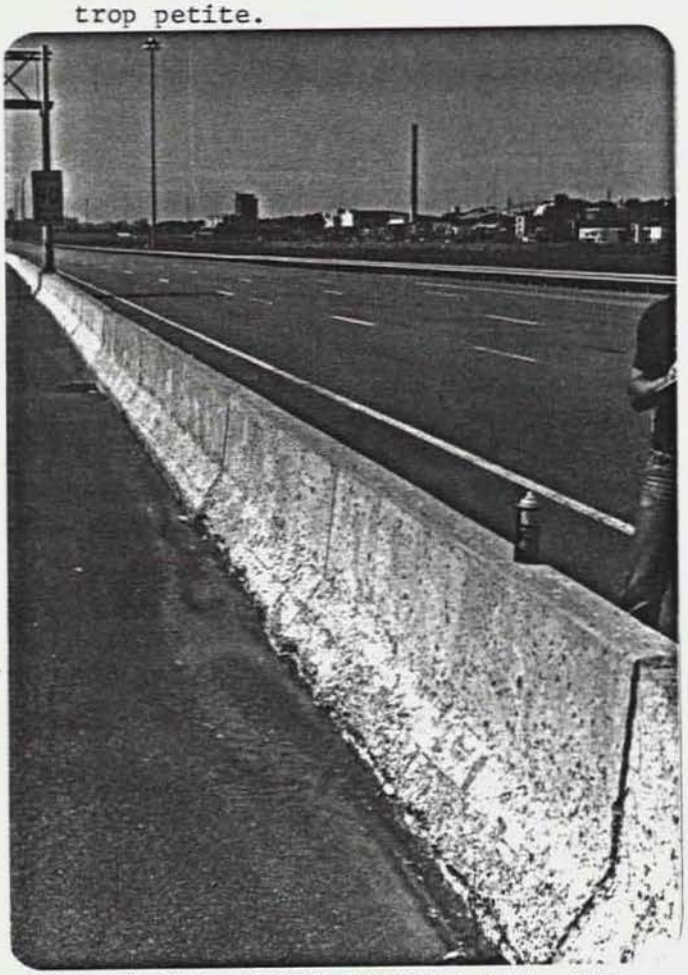
AUT. 40 CHUTE MONTMORENCY A AUT. 440

4. Joint éclaté, planche asphaltique trop petite.



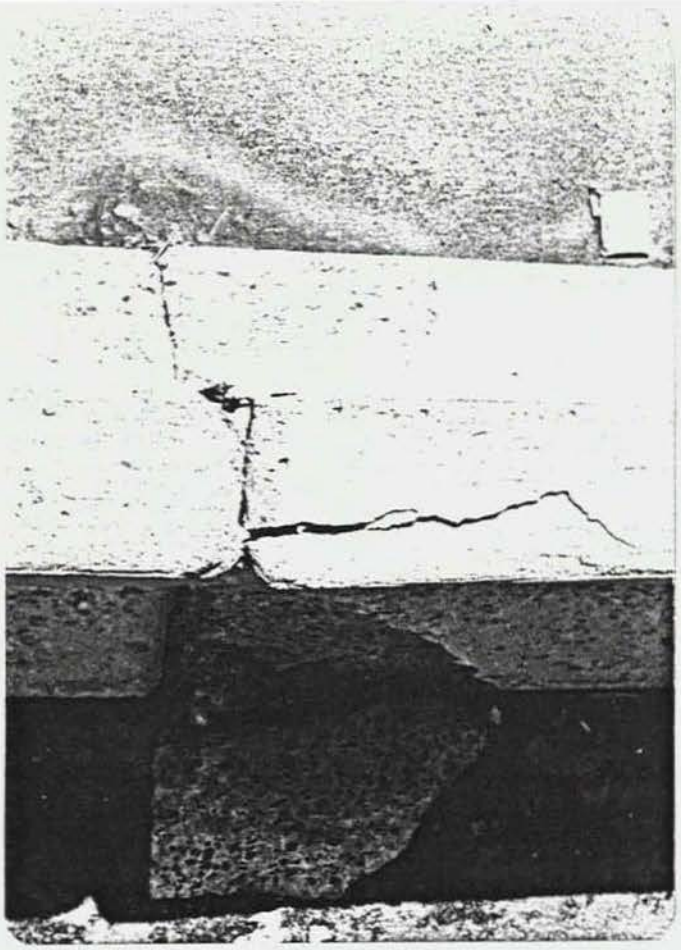
AUT. 40 CHUTE MONTMORENCY A AUT. 440

5. Joint éclaté, planche asphaltique trop petite.



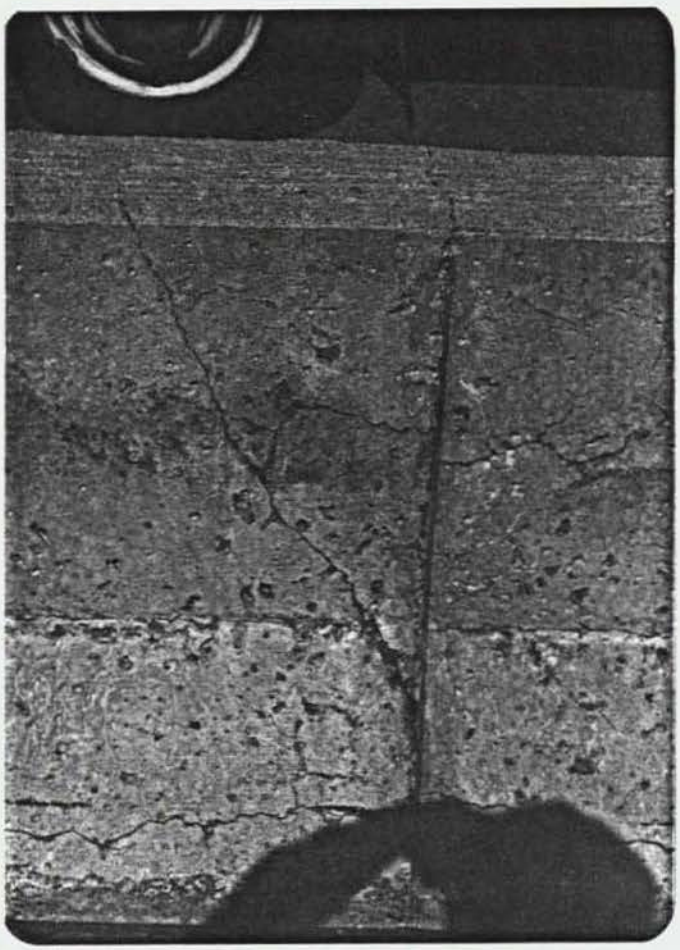
AUT. 40 CHUTE MONTMORENCY A AUT. 440

6. Béton désagrégé.



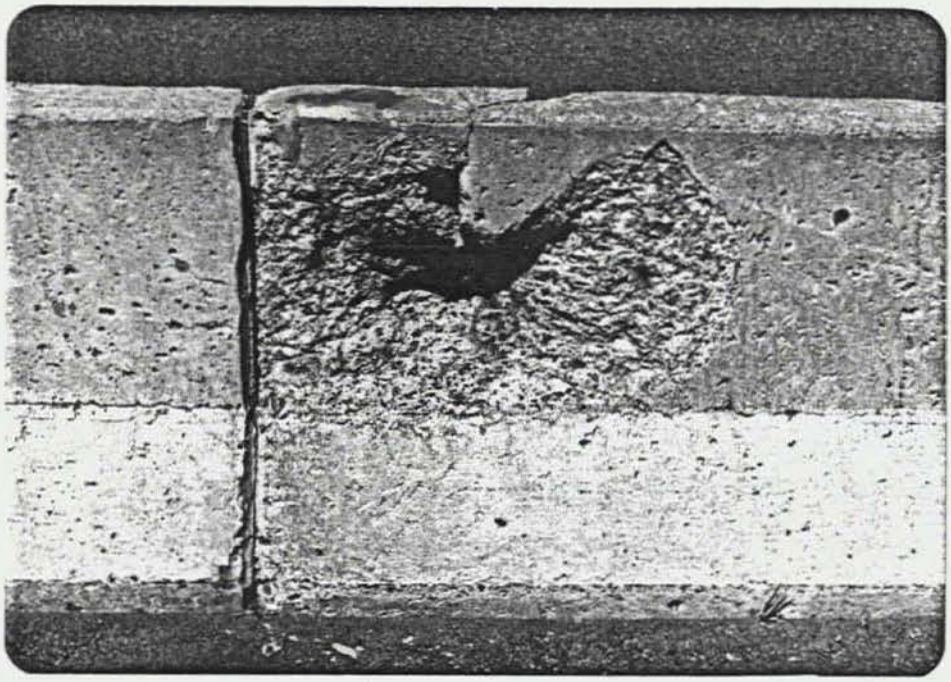
AUT. 40 CHUTE MONTMORENCY A AUT. 440

7. Joint éclaté, joint déplacé.



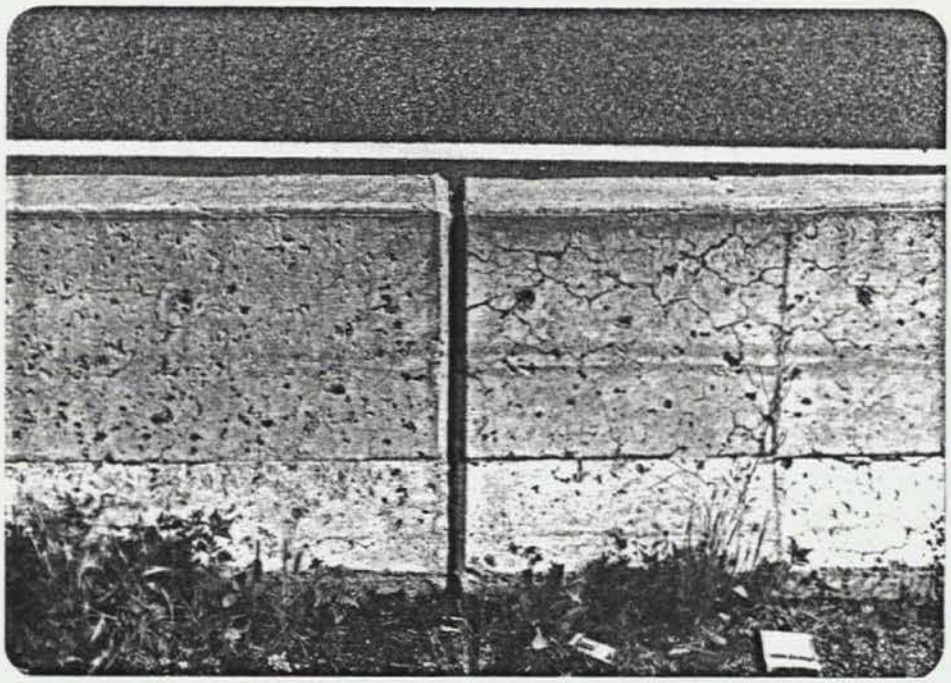
AUT. 40 CHUTE MONTMORENCY A AUT. 440

8. Fissure à un joint de 6 m.



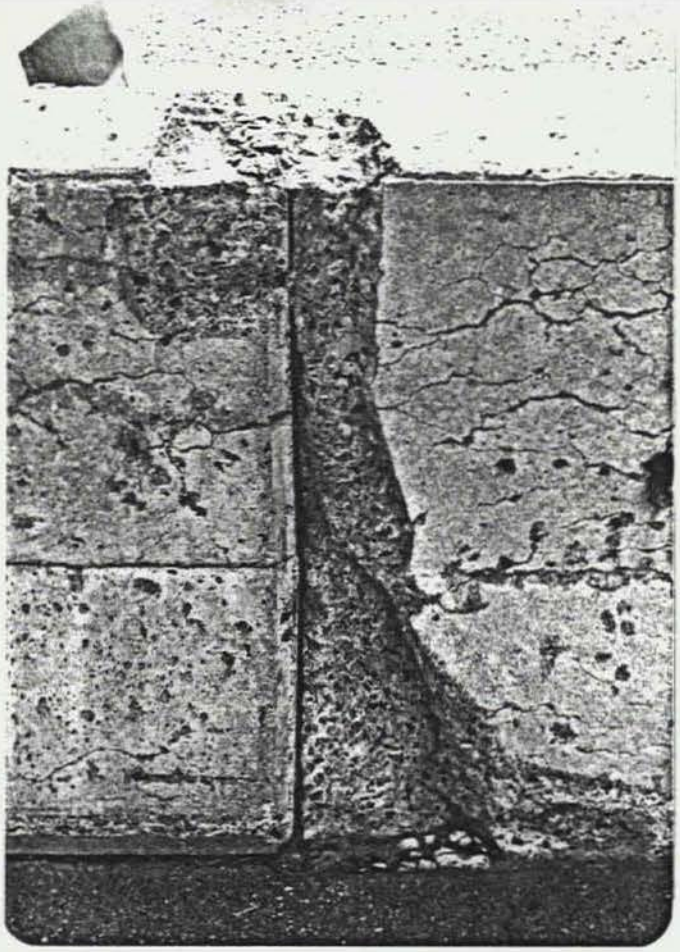
AUT. 40 CHUTE MONTMORENCY A AUT. 440

9. Joint éclaté.



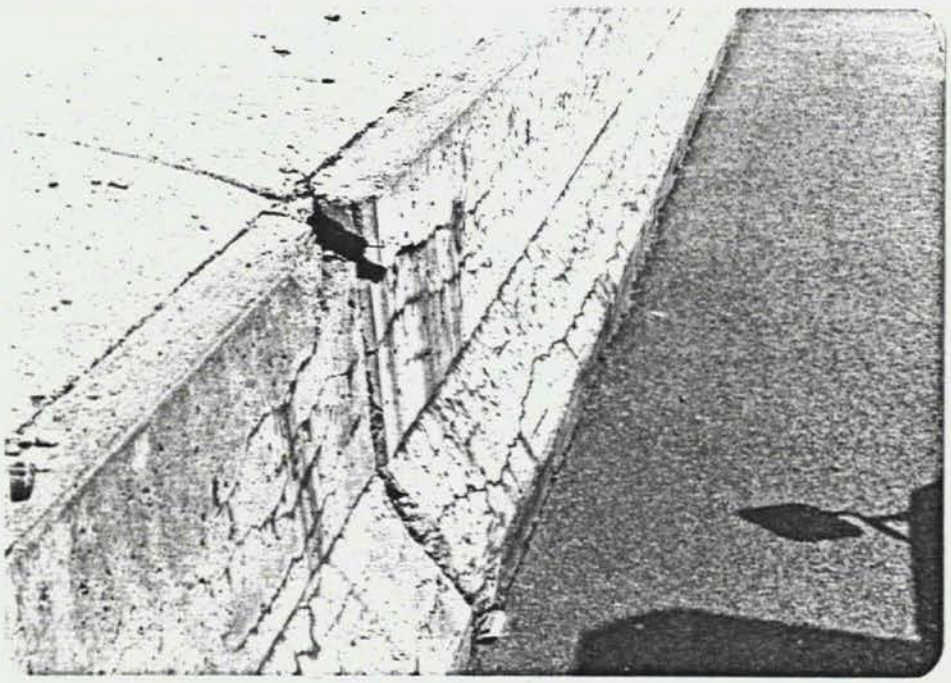
AUTOROUTE 40 - LABELLE RTE 138

10. Joint bien fait.



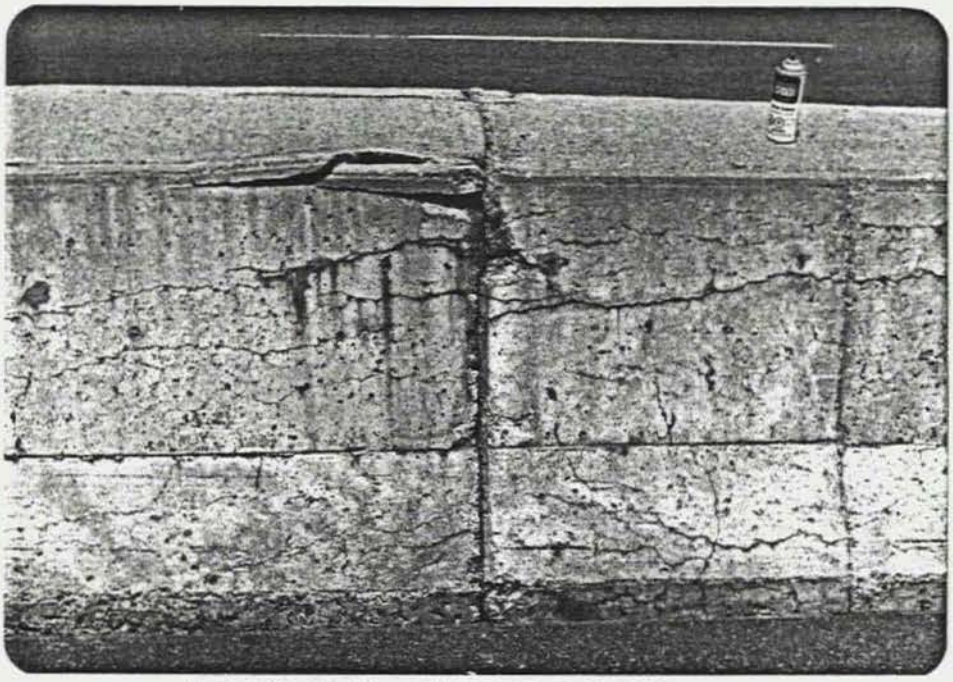
AUTOROUTE 40 - LABELLE RTE 138

11. Eclatement à un joint de 20 m.



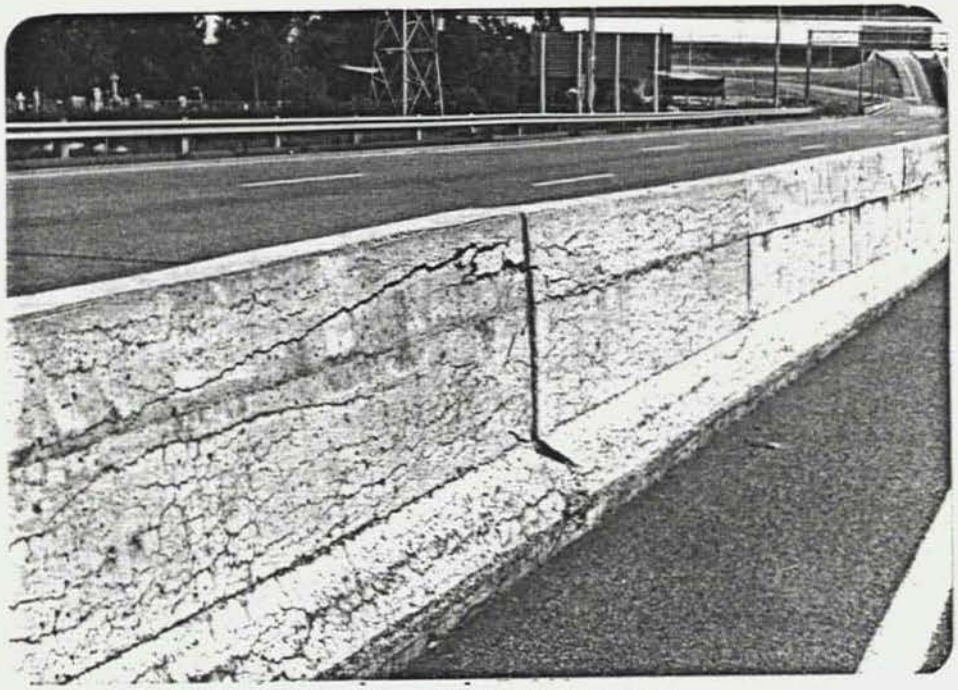
AUTOROUTE 40 - LABELLE RTE 138

12. Eclatement à un joint de 20 m.



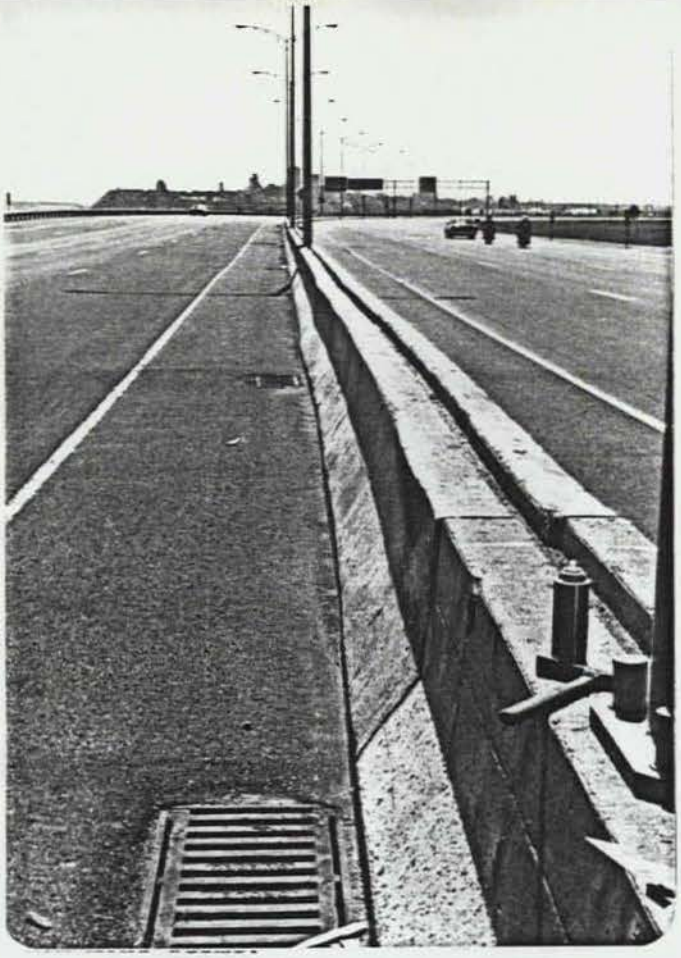
AUTOROUTE 40 - LABELLE RTE 138

13. Eclatement en cours, planche asphaltique comprimée.



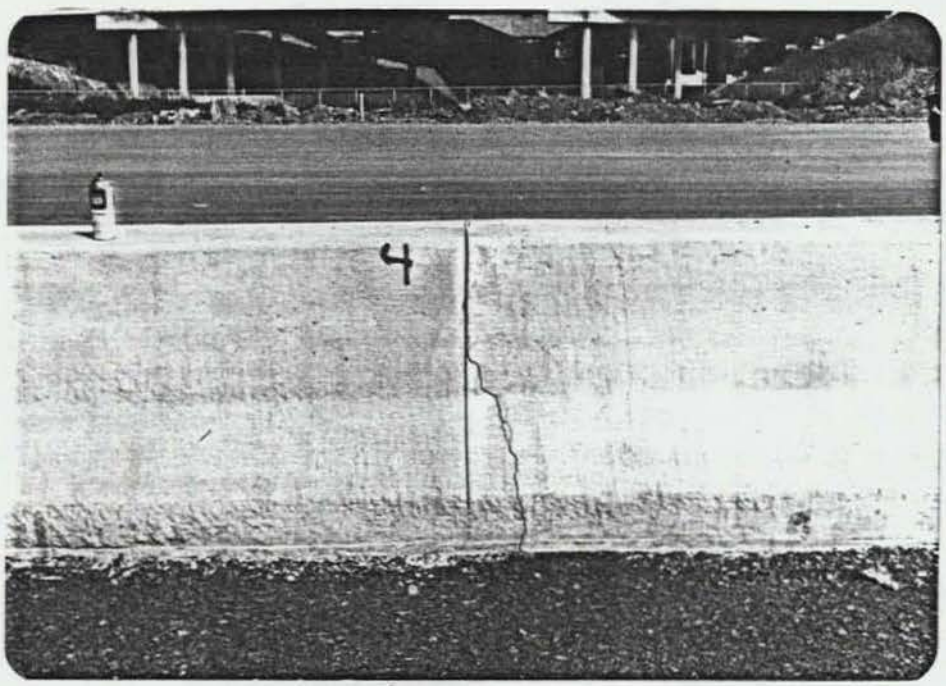
AUTOROUTE 40 - LABELLE RTE 138

14. Eclatement en cours, joint complètement fermé.



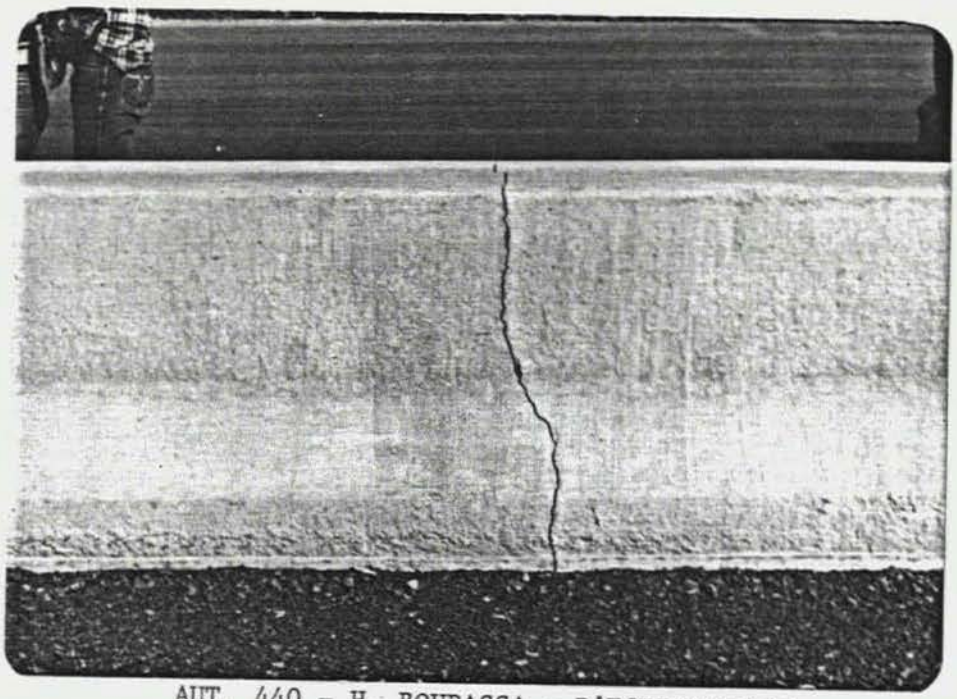
AUT. 440 - AUT. 40 A RUE DU MANEGE

15. Transition entre bordure moulée et coulée.



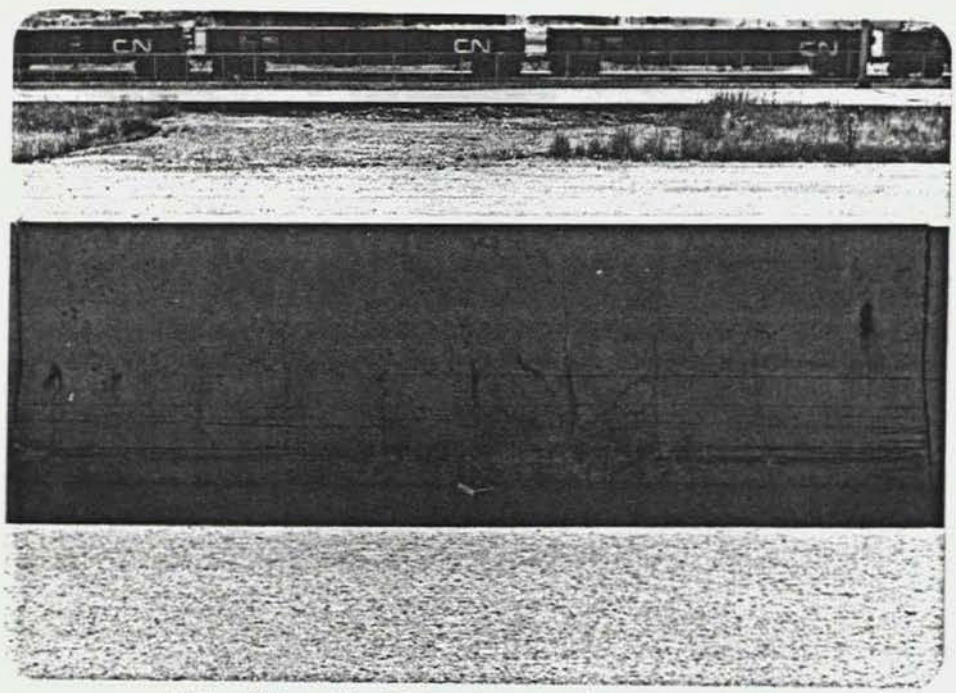
AUT. 440 - H. BOURASSA - D'ESTIMAUVILLE

16. Fissure en diagonale.



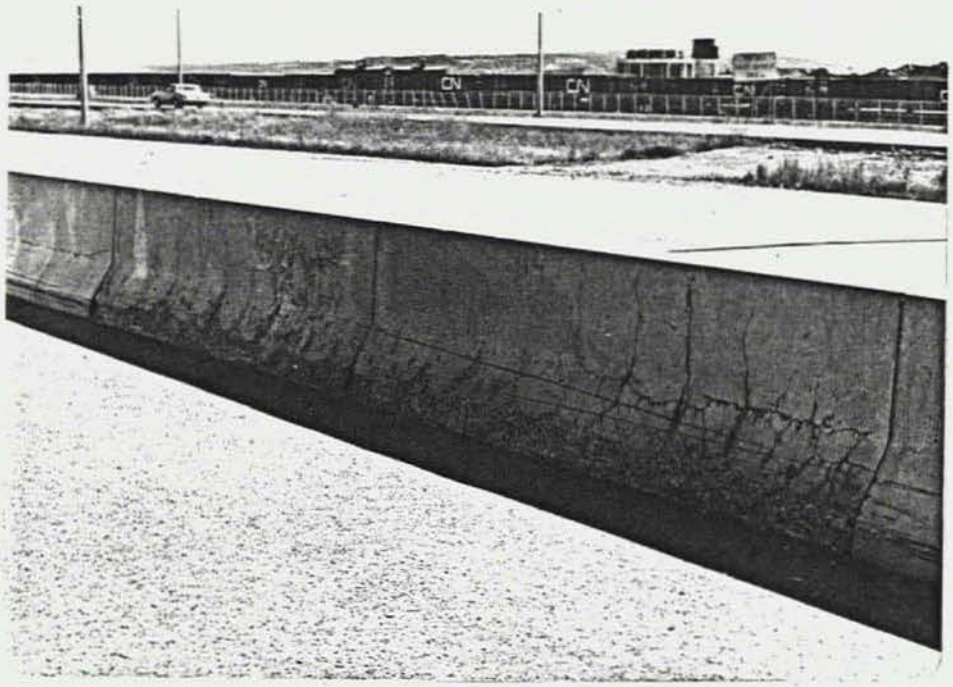
AUT. 440 - H. BOURASSA - D'ESTIMAUVILLE

17. Fissure entre les joints.



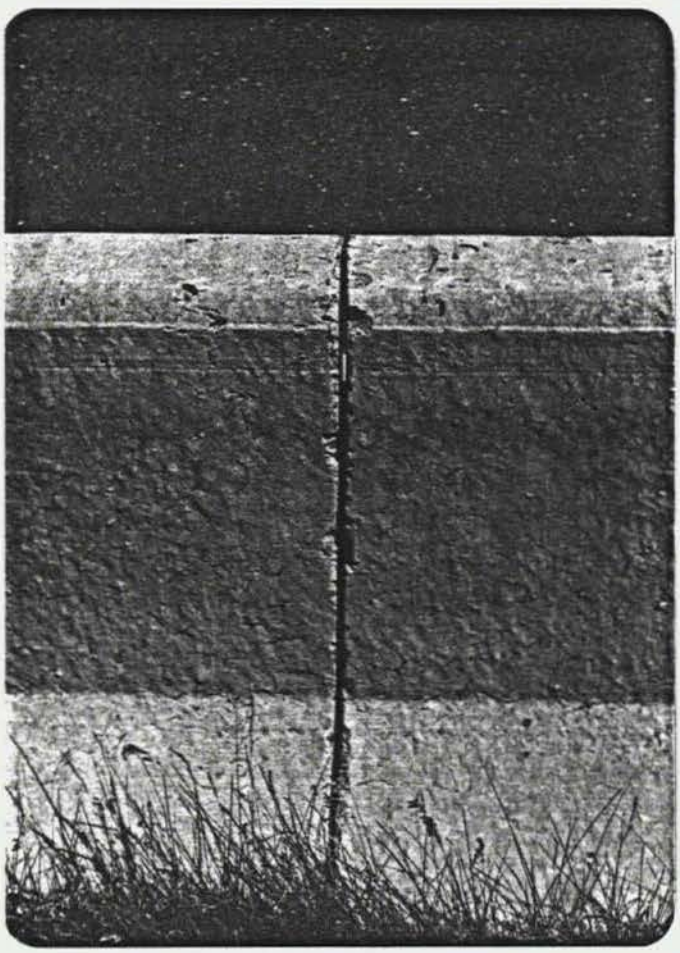
AUT. 440 - H. BOURASSA - D'ESTIMAUVILLE

18. Fissure au droit des armatures.



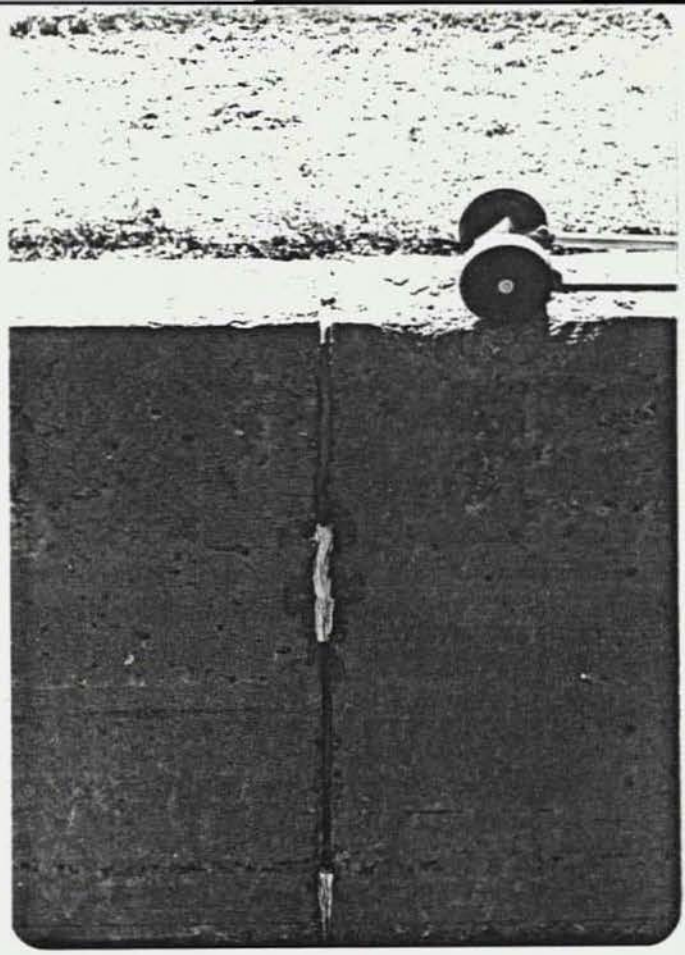
AUT. 440 - H. BOURASSA - D'ESTIMAUVILLE

19. Désagrégation du béton.



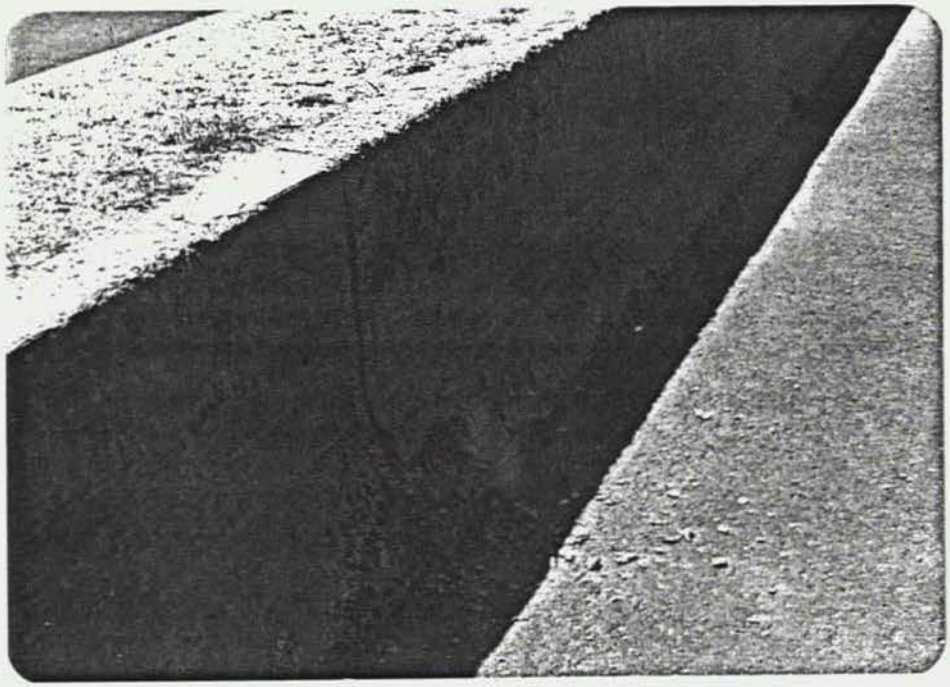
AUTOROUTE 73

20. Joints sciés au 20 m.



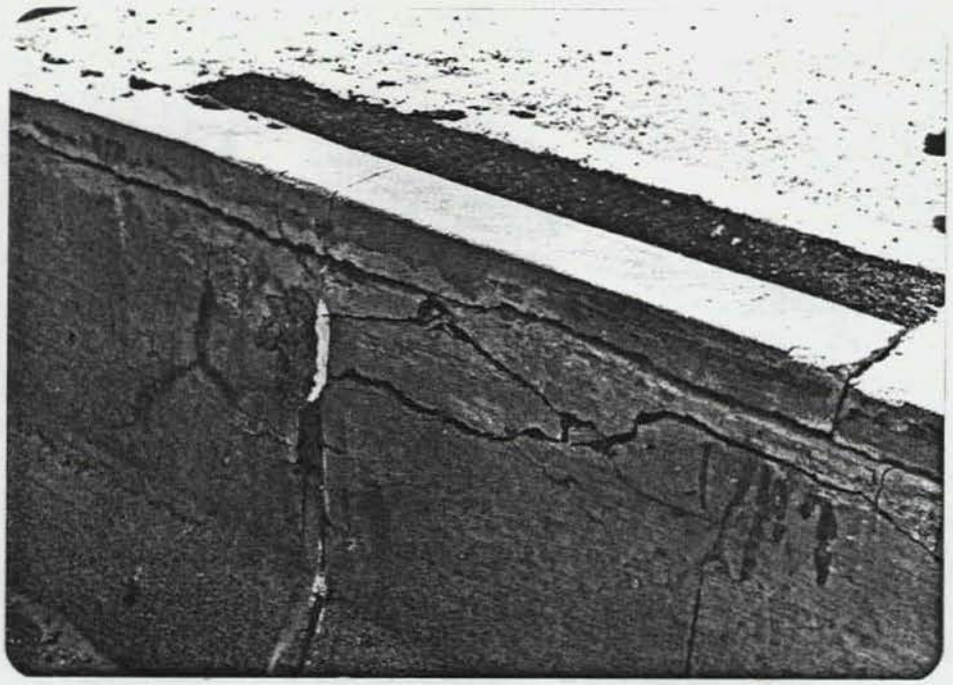
AUTOROUTE 73

21. Scellant et cordon extrudés du joint.



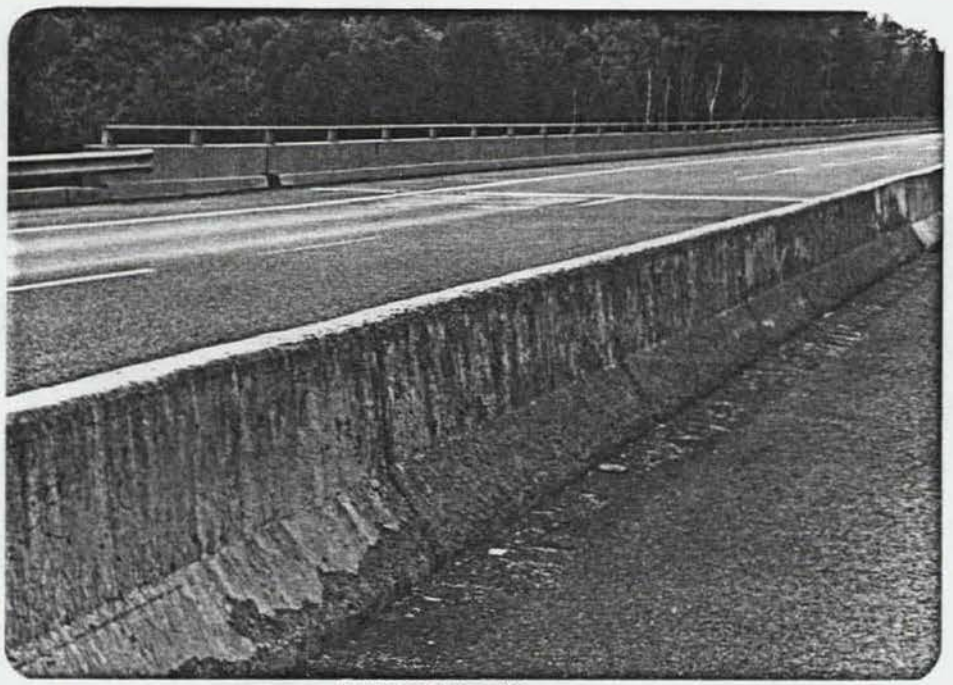
AUTOROUTE 73

22. Ecaillage sévère.



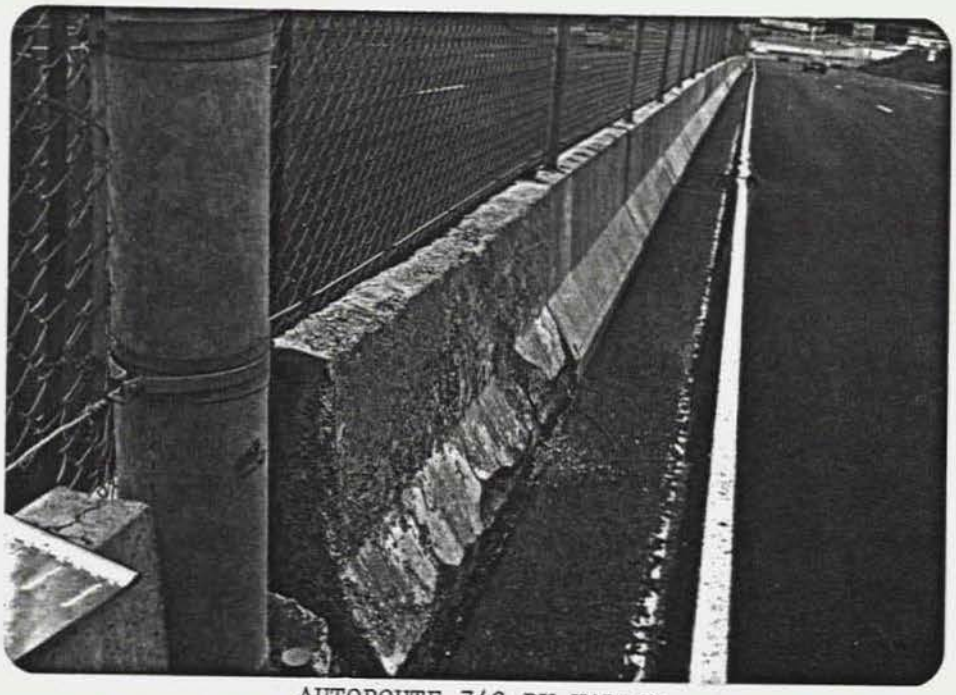
AUTOROUTE 73

23. Eclatement au joint - décollement du mortier de correction.



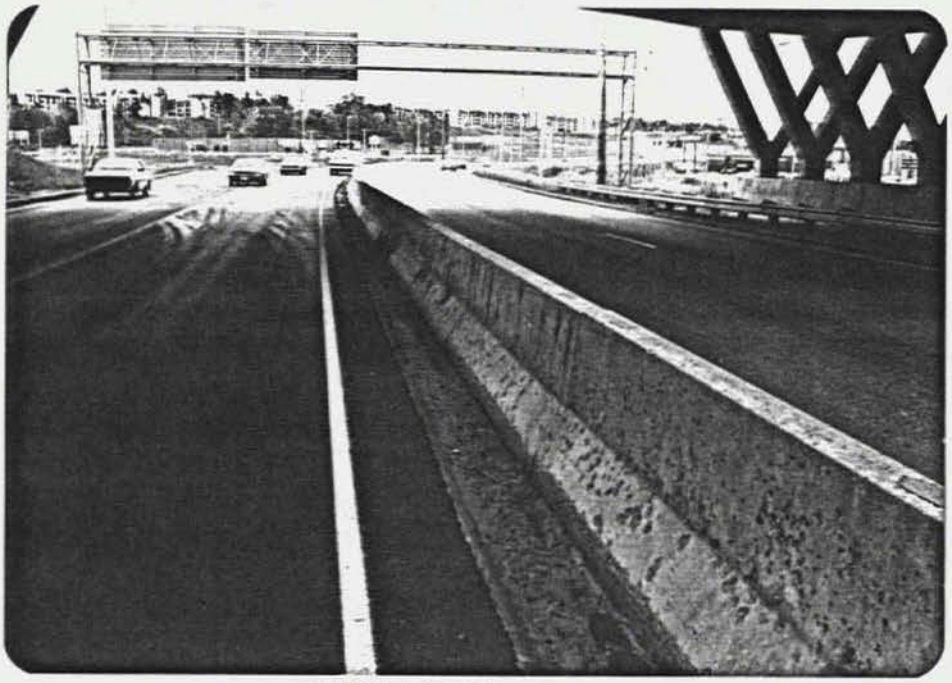
AUTOROUTE 73

24. Ecaillage généralisé



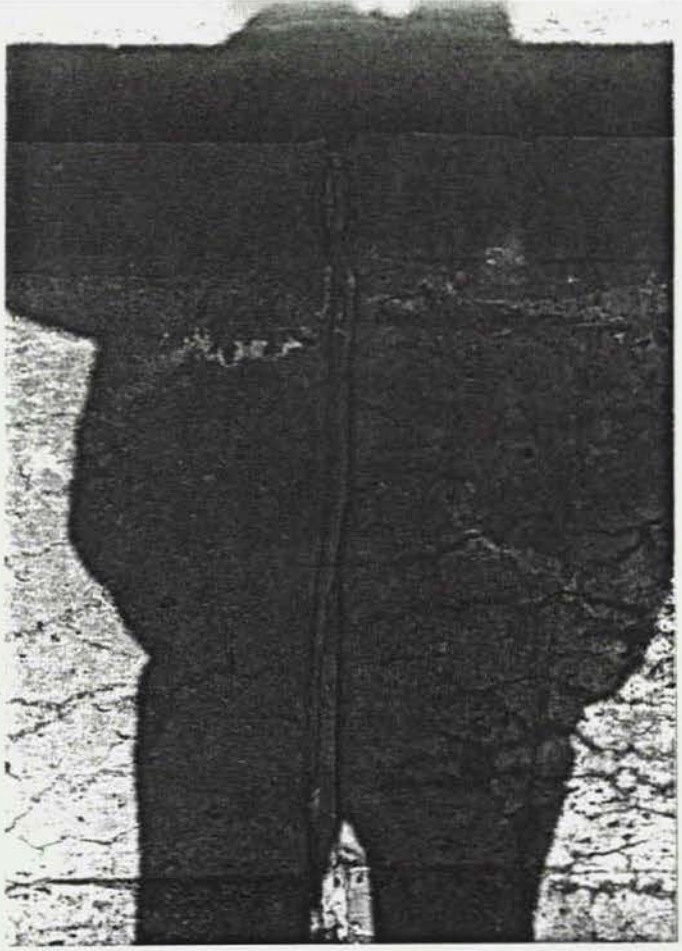
AUTOROUTE 740 DU VALLON

25. Bordure préfabriquée détériorée.



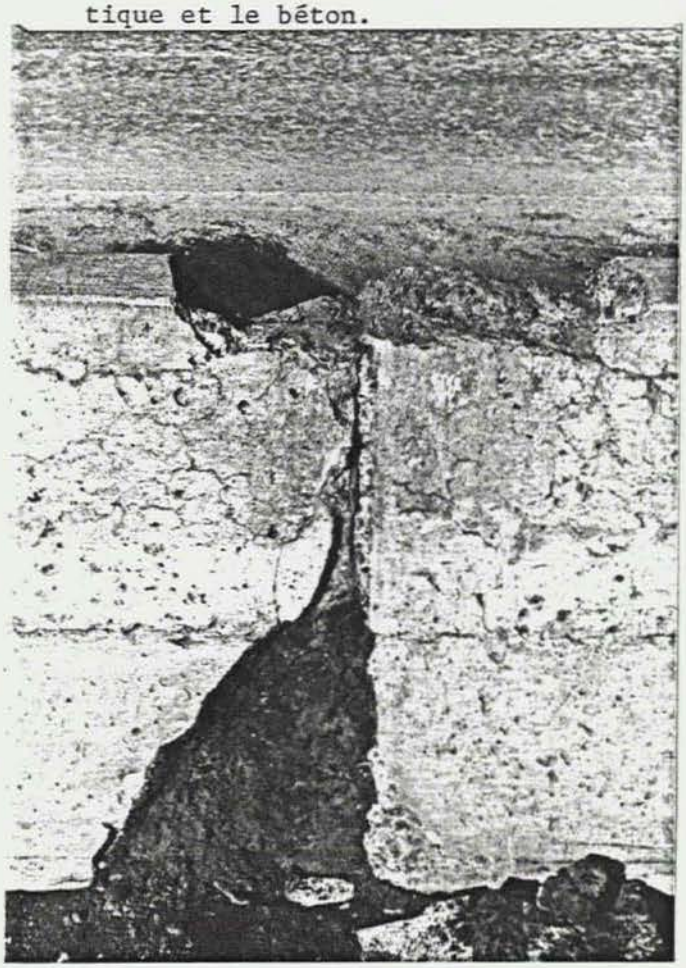
AUTOROUTE 740 DU VALLON

26. Bordure préfabriquée détériorée.



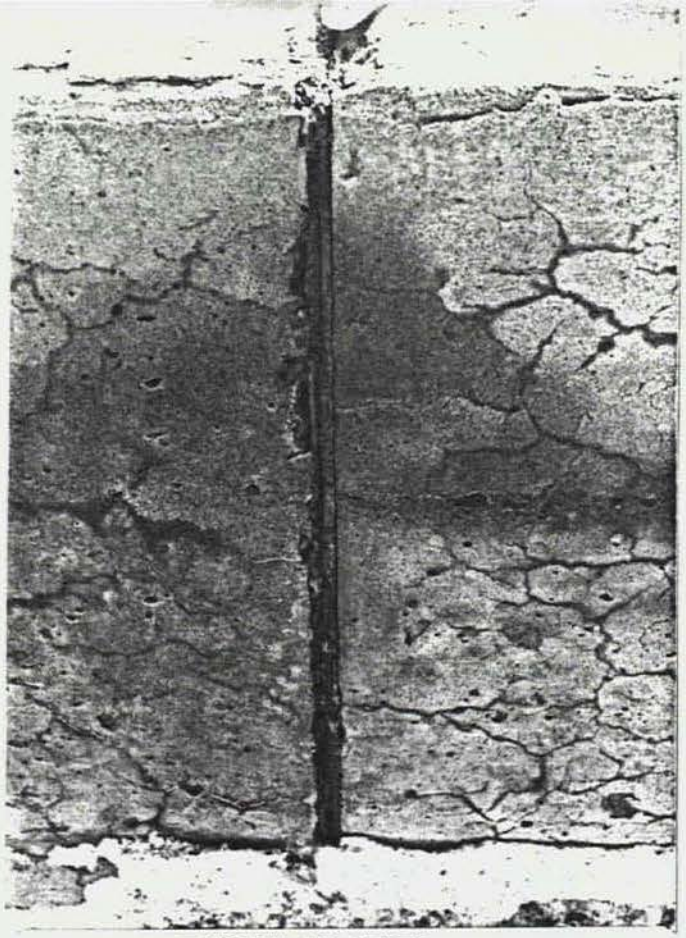
JOINT EN HIVER

27. Ouverture entre la planche asphaltique et le béton.



JOINT EN HIVER

28. Joint éclaté - débris dans le joint.



JOINT EN HIVER

29. Légère ouverture entre le béton et la planche asphaltique

ASPECT DU BETON

30. Mauvaise granulométrie du gros granulat (après essai gel dégel)

ASPECT DU BETON

31. Vide dans la masse du béton.

MINISTERE DES TRANSPORTS
QTR A 104 439