

RAPPORT D'ÉTUDE

ÉTUDE DES BESOINS EN GLISSIÈRES
DE SÉCURITÉ LE LONG DU
RÉSEAU AUTOROUTIER QUÉBÉCOIS

CANQ
TR
GE
PR
111
V.1



Gouvernement du Québec
**Ministère
des Transports**

329489

Michel Masse

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

ÉTUDE DES BESOINS EN GLISSIÈRES
DE SÉCURITÉ LE LONG DU
RÉSEAU AUTOROUTIER QUÉBÉCOIS

RAPPORT D'ÉTAPE

PRÉSENTÉ PAR MICHEL MASSE, ing.

Service de la planification
du système routier

Division de la normalisation
Québec, novembre 1987

CANQ
TR
GE
PR
III
v.1

ÉQUIPE DE TRAVAIL

Michel Masse

ingénieur
Division de la normalisation

Sous la supervision de:
Roch Huet

ingénieur
Service de la planification du
système routier

Cueillette des données:
Daniel Roberge

étudiant

Secrétariat:
Hélène Falardeau

agente de secrétariat

SOMMAIRE

Cette présente étude examine les besoins en glissières de sécurité le long du réseau autoroutier québécois en prenant comme référence les Normes existantes au ministère des Transports. Il s'agit d'un rapport d'étape ayant pour but de donner une première évaluation des besoins en glissières de sécurité.

L'étude a été guidée par les statistiques des accidents enregistrés sur les autoroutes du Québec durant la période de 1978 à 1986. Ces statistiques démontrent que 32 % de tous les accidents survenus sur les autoroutes du Québec ont été des collisions avec un objet fixe et que 44 % de toutes les pertes de vie sont dues à de telles collisions.

L'étude a donc porté principalement sur la protection des objets fixes le long du réseau autoroutier. Les relevés ont été effectués sur les approches de ponts et les piles de structures. D'autres objets fixes comme les poteaux des panneaux latéraux de signalisation, les portiques de signalisation, les murs, etc. n'ont pas fait l'objet de relevés spécifiques. Le trop grand nombre de données à colliger a entraîné la limitation de l'étude à certains objets fixes.

Les objets fixes examinés sont tous situés sur le réseau autoroutier. Le réseau autoroutier a été privilégié en raison des standards de construction qui devraient être plus élevés sur ce type de réseau. Par ailleurs, le réseau autoroutier rural a été choisi pour des raisons de sécurité. En effet, contrairement au réseau autoroutier urbain, il y est plus facile de prendre des mesures à partir du bord de la chaussée sans créer d'entrave à la circulation.

Le rapport se divise en cinq chapitres. Un premier chapitre résume brièvement les normes sur l'installation des glissières de sécurité

pour protéger les approches de ponts et les piles de structures.

La méthodologie utilisée pour cette étude est décrite au deuxième chapitre. C'est là qu'on y trouve la liste des tronçons d'autoroutes et le nombre de sites qui ont été visités. Vingt-trois pour-cent (23 %) du réseau autoroutier a été couvert dans une seule direction. Soixante-quatorze pour-cent (74 %) des ponts et 57 % des structures situés sur ces tronçons d'autoroutes ont été analysés.

L'analyse détaillée des résultats se retrouve au chapitre suivant qui est subdivisé en trois sections; les approches de ponts, les structures et les autres objets fixes. Plusieurs tableaux décrivent les pourcentages des déficiences observées sur les glissières installées près de ces objets fixes. Pour les approches de ponts, les résultats sont les suivants:

- 85 % des ponts visités n'ont pas de transition graduelle de la rigidité de la glissière à l'approche du parapet.
- 57 % des ponts visités ont des glissières qui ne sont pas fixées au parapet.
- 36 % des ponts visités ont des glissières dont la hauteur n'est pas conforme.
- 29 % des ponts visités ont ces trois déficiences à la fois.

D'autres déficiences ont aussi été observées, les résultats sont décrits à la section sur les approches de ponts.

Dans le cas des structures, deux séries de résultats sont à considérer: l'absence de glissières quand le besoin est nécessaire selon la norme et les déficiences observées sur les glissières installées pour protéger les piles de structures.

Une glissière est jugée nécessaire lorsque la pile de la structure est située à moins de 9 mètres du bord de la chaussée. Quant à l'absence de glissières, les résultats suivants ont été observés:

- 97 % des structures visitées ont besoin d'une protection à la pile latérale et dans 72 % des cas, on note l'absence de cette protection.
- 85 % des structures visitées ont besoin d'une protection à la pile centrale et dans 39 % des cas, on note l'absence de cette protection.
- 9 % des structures visitées dont les piles ont besoin d'une protection n'en ont pas des deux côtés à la fois.

Même si des glissières sont installées aux piles des structures, des déficiences ont été notées quant à leur installation.

- 38 % des glissières protégeant la pile latérale en bordure de la chaussée ont un dégagement latéral non conforme entre la glissière et l'obstacle.
- 11 % des glissières protégeant la pile centrale dans le terre-plein ont un dégagement latéral non conforme entre la glissière et l'obstacle.
- 69 % des glissières installées ont des hauteurs non conformes.
- 10 % des glissières installées ont les deux déficiences à la fois.

Comme dans le cas des approches de ponts, d'autres déficiences ont été observées et sont décrites à la section sur les structures.

Concernant les autres objets fixes, seules quelques remarques sont énoncées; aucun relevé détaillé n'ayant été effectué.

Suite à ces résultats, le chapitre quatre pose la question de la validité et de l'application des Normes. La validité des Normes a déjà été démontrée dans un rapport précédent. Elles sont comparables aux normes ontariennes, canadiennes et américaines. Les déficiences observées sur les glissières ne peuvent donc être reliées aux Normes comme telles. Le problème tient alors de l'application des Normes. Une discussion suit sur la nécessité d'appliquer les Normes au moment de la conception des projets routiers et lors de l'entretien des routes. L'étape de l'entretien est peut-être la plus importante car c'est à ce moment qu'il faut corriger une installation de glissières qui a été mise en place avant la parution officielle des normes au début des années '80. Par ailleurs, ces corrections impliquent des coûts importants qui dépendent de la volonté du Ministère de vouloir corriger ces situations. Une évaluation rapide de la correction des principales déficiences observées sur les autoroutes entraînerait des coûts de plus de 2 M \$. Cette évaluation extrapolée ne tient pas compte de tous les facteurs reliés à l'emplacement des objets fixes et aux méthodes de travail.

Le rapport se termine par une série de recommandations dont les principales sont les suivantes:

- effectuer un relevé de tout le réseau autoroutier.
- faire certaines corrections aux Normes.
- élaborer un guide pratique sur l'installation des glissières.
- respecter les normes aux étapes de la conception et de l'entretien des routes.

- préparer un programme d'intervention touchant la protection des objets fixes sur les autoroutes.

Plusieurs de ces recommandations demandent une collaboration étroite entre la Direction générale du génie et la Direction générale des opérations.

TABLE DES MATIÈRES

INTRODUCTION	1
1. NORMES SUR LES GLISSIÈRES DE SÉCURITÉ	5
1.1 Rôle d'une glissière	5
1.2 Fonctions d'une glissière	5
1.3 Critère et facteurs de mise en place d'une glissière	5
1.3.1 Les objets fixes	6
1.3.2 Les approches de ponts	8
1.4 Moyens pour éviter l'installation d'une glissière devant un obstacle	8
2. MÉTHODOLOGIE	14
2.1 Type de réseau	14
2.2 Type d'objets fixes	14
2.3 Cueillette des données	17
2.3.1 Contraintes	17
2.3.2 Critères utilisés	17
3. ANALYSE DES RÉSULTATS	20
3.1 Les approches de ponts	20
3.1.1 Transition graduelle de la rigidité et fixation de la glissière au parapet	20
3.1.2 Autres déficiences	23
3.1.2.1 Hauteur de la glissière	23
3.1.2.2 Bordure surélevée	24
3.1.2.3 Section manquante à l'entrée ou à la sortie	25
3.1.2.4 Approche parabolique du début de la glissière	25
3.1.3 Somme de déficiences à un même endroit	26
3.1.4 Profil général de la protection des approches de ponts	26

3.2	Les structures	28
3.2.1	Absence de glissière	28
3.2.2	Déficiences des glissières installées	33
3.2.2.1	Hauteur de la glissière	34
3.2.2.2	Dégagement latéral entre la glissière et l'obstacle	34
3.2.2.3	Approche parabolique du début de la glissière	37
3.2.2.4	Somme des déficiences	37
3.2.3	Bordure surélevée au pied du talus sous la structure	38
3.2.4	Profil général de la protection des structures	38
3.3	Les autres objets fixes	40
3.3.1	Les panneaux latéraux de signalisation	40
3.3.2	Les portiques de signalisation	42
3.3.3	Les murs	42
4.	VALIDITÉ ET APPLICATION DES NORMES	44
4.1	Validité des normes	44
4.2	Application des normes	44
4.2.1	Étape de la conception des projets routiers	45
4.2.2	Étape de l'entretien des routes	46
5.	CONCLUSION ET RECOMMANDATIONS	52
5.1	Profil global de la situation	52
5.2	Étude de l'ensemble du réseau routier	55
5.3	Programme d'intervention	55
5.4	Tests supplémentaires	56
5.5	Rapports d'accidents	56
5.6	Corrections aux normes	57
5.7	Recommandations	59

LISTE DES TABLEAUX

TABLEAU	I	Compilation statistique des accidents sur les autoroutes du Québec (Accidents où il y eut collision avec un objet fixe)	2
TABLEAU	II	Tronçons d'autoroutes et nombre de sites visités (Approches de ponts et structures)	15
TABLEAU	III	Pourcentage des déficiences observées sur les glissières installées aux approches de ponts	21
TABLEAU	IV	Nombre de glissières pour chaque déficience observée sur les structures	29
TABLEAU	V	Pourcentage des déficiences observées sur les structures	30
TABLEAU	VI	Pourcentage des déficiences observées sur les glissières installées aux abords des piles des structures	35
TABLEAU	VII	Coût pour la protection minimale d'une approche de pont selon les Normes	48
TABLEAU	VIII	Coût pour la protection des piles d'une structure selon les Normes	49
TABLEAU	IX	Profil général des déficiences observées sur les glissières installées aux approches de ponts et aux structures	53

LISTE DES CARTES

Réseau autoroutier analysé	16
--------------------------------------	----

LISTE DES PLANCHES

D-3812	Glissière de sécurité devant un obstacle en bordure de la route	9
D-3813	Glissière de sécurité devant un obstacle dans un terre-plein central	10
D-3814	Glissière de sécurité à l'approche d'un pont	11
D-5421	Attache des glissières au parapet	12
D-5422	Attache des glissières au garde-fou	13
D-5411	Dégagements latéral et vertical sous une structure	32

ANNEXES *

- ANNEXE I Mandat de l'étude
- ANNEXE II - Rapport et verdict du coroner Pierre Trahan
- Commentaires de M. Denis Laplante, ing., chef du Service des relevés techniques à la Section sécurité des infrastructures, sur le rapport du coroner Pierre Trahan
- ANNEXE III - Demande de M. Jean-Luc Simard, ing., directeur de la Planification routière, à M. Pierre Toupin, chef du Service de la planification du système routier, pour une recherche sur les glissières de sécurité
- Rapport de M. Pierre-Yves Dionne, ing., sur la validation des normes du ministère des Transports sur les glissières de sécurité
 - Commentaires de M. Valérien Pomerleau, ing., sur le rapport de M. Pierre-Yves Dionne, ing.
- ANNEXE IV NORMES, Ouvrages routiers
- Chapitre 3.5 : bordures et caniveaux
 - Chapitre 3.8 : glissières de sécurité
- ANNEXE V NORMES, Ouvrages d'art
- Chapitre 5.4 : caractéristiques de conception des ponts-routes
- ANNEXE VI NORMES, Ouvrages connexes
- Chapitre 6.4 : recouvrement des abords de route
 - Chapitre 8.5 : emplacement des unités d'éclairage
- ANNEXE VII Instruction générale sur la signalisation routière du Québec
- Art. A.5.21 : installation des panneaux au-dessus de la chaussée
 - Art. A.5.22 : installation des panneaux latéraux de signalisation d'indication
- ANNEXE VIII Photographies des déficiences observées sur les objets fixes

* NOTE : L'annexe VIII se trouve dans le premier tome du rapport d'étape. Les autres annexes sont rassemblées dans le deuxième tome.

INTRODUCTION

Cette étude porte sur l'évaluation des besoins en glissière de sécurité le long du réseau autoroutier (voir Annexe I).

Les glissières de sécurité sont installées principalement sur les routes en remblai, devant un obstacle ou un objet fixe et aux approches de ponts. Le cas des routes en remblai ne fait pas l'objet de cette étude car il impliquait une cueillette exhaustive de données. La protection des objets fixes et les approches de ponts ont, par ailleurs, été soigneusement examinées.

Cet examen est important quand on regarde les statistiques des accidents sur les autoroutes du Québec. Le tableau I donnant le détail de ces statistiques montre que 32 % de tous les accidents survenus sur les autoroutes du Québec durant la période 1978 - 1986 ont été des collisions avec un objet fixe et que 44 % de toutes les pertes de vie sont dues à de telles collisions. Il est donc opportun de se demander si les usagers de la route sont bien protégés contre les différents objets fixes qui se présentent à eux le long du réseau autoroutier.

Des normes québécoises existent quant à l'installation de glissières de sécurité près des objets fixes et aux approches de ponts. La glissière diminue la force d'impact lorsqu'une collision survient avec un tel objet et dirige le véhicule suivant un angle aussi parallèle que possible au mouvement normal de la circulation.

Considérant le pourcentage élevé d'accidents et de victimes impliquant les objets fixes, cette étude porte donc sur le besoin en protection des objets fixes. Les recommandations qui en découlent suggèrent une série de correctifs afin de mieux protéger les usagers de la route.

TABLEAU I

COMPILATION STATISTIQUE DES ACCIDENTS
SUR LES AUTOROUTES DU QUÉBEC

1. Accidents où il y a eu collision avec un objet fixe

2. Tous les accidents sur les autoroutes

ANNÉES	T Y P E	ACCIDENTS					VICTIMES			
		MORTELS	AVEC BLESSÉS GRAVES	AVEC BLESSÉS LÉGERS	D.M.S.	TOTAL	MORTS	BLESSÉS GRAVES	BLESSÉS LÉGERS	TOTAL
1986	1	43	168	969	4112	5292	48	214	1358	1620
	2	99	388	2775	12578	15840	111	518	4056	4685
1985	1	53	183	1111	4355	5702	57	254	1533	1844
	2	121	418	3055	13661	17255	137	563	4467	5167
1984	1	48	132	909	3435	4524	66	187	1316	1569
	2	111	335	2477	11015	13938	136	462	3691	4289
1983	1	38	127	826	3232	4223	43	176	1115	1334
	2	94	292	2113	9508	12007	114	399	2995	3508
1982	1	37	103	717	3095	3952	42	135	984	1161
	2	89	251	1874	9045	11259	104	349	2732	3185
1981	1	39	159	936	3381	4515	43	207	1295	1545
	2	91	341	2388	10075	12895	103	466	3602	4171
1980	1	56	150	976	3669	4851	73	208	1382	1663
	2	121	343	2374	10647	13485	144	467	3551	4162
1979	1	68	148	901	3377	4494	93	208	1389	1690
	2	153	368	2352	11867	14740	195	528	3712	4435
1978	1	52	102	616	2636	3406	68	150	907	1125
	2	141	327	2251	12998	15717	178	468	3436	4082
%		42.5	41.5	36.8	30.9	32.2	43.6	41.2	35	36

D.M.S. : dommage matériel seulement

La présente étude poursuit la réflexion entreprise au Ministère depuis quelques années pour améliorer la protection des objets fixes par un programme d'intervention ministériel.

Cette réflexion débuta à la lecture du rapport du coroner sur un accident entraînant le décès d'un automobiliste survenu le 12 juin 1985 sur le boulevard Laurentien à Québec.

Le Coroner Pierre Trahan a alors recommandé dans son rapport d'enquête "qu'une étude soit faite afin de savoir si de tels accidents ne pourraient pas être évités en posant des bandes protectrices autour des piliers de viaducs" (voir Annexe II).

Suite à cela, M. Denis Laplante, ing., chef de la section sécurité des infrastructures du Service des relevés techniques, recommandait à M. Yvan Demers, sous-ministre adjoint à la Direction générale du génie:

... qu'une étude soit effectuée afin de valider les critères d'installation des glissières de sécurité en général et en particulier avec la présence d'objets fixes.

... Considérant l'aspect particulièrement spectaculaire et grave des accidents avec piliers de structures, nous recommandons que soit mis en oeuvre un programme axé spécifiquement sur la protection des piliers de viaducs sur les autoroutes du Québec (voir Annexe II).

A la demande de M. Jean-Luc Simard, ing., directeur de la Planification routière, M. Pierre Toupin, chef du Service de la planification du système routier donnait le mandat à M. Pierre-Yves Dionne, ing. de vérifier les normes sur les glissières de sécurité (voir Annexe III).

Après vérification des normes québécoises avec celles de l'Ontario et de l'ARTC (Roads and Transportation Association of Canada), Monsieur Dionne, dans son rapport daté de septembre 1986, arrivait à la conclusion que "le MTQ a bien aligné sa norme sur les pratiques courantes

dans les provinces et états voisins. A ce titre, la norme du MTQ est valide et conforme aux pratiques nord-américaines." (voir Annexe III).

La validation des normes étant faite, le deuxième aspect de la réflexion consiste ^{dit} à vérifier l'application de ces normes. Cette étude s'est donc attardée à cet aspect.

1. NORMES SUR LES GLISSIÈRES DE SÉCURITÉ

Pour bien cerner l'objet sous étude, il faut connaître ce qu'est une glissière de sécurité, c'est-à-dire son rôle et ses fonctions. Il est plus facile, par la suite, d'en évaluer la nécessité pour protéger un objet fixe.

1.1 Rôle d'une glissière

Le chapitre 3.8 des Normes du ministère des Transports définit le rôle que doit remplir une glissière de sécurité (voir Annexe IV). Il s'agit "d'un dispositif de protection habituellement infranchissable, dont le but est de minimiser les dommages matériels et corporels causés par les véhicules quittant accidentellement la chaussée".

1.2 Fonctions d'une glissière

En ce qui concerne cette étude, les fonctions principales de ce ^{dispositif de protection} système sont les suivantes:

- favoriser une décélération graduelle acceptable pour les passagers d'un véhicule,
- diriger le véhicule suivant un angle aussi parallèle que possible au mouvement normal de la circulation,
- empêcher un véhicule d'atteindre un objet fixe ou de traverser un terre-plein central,
- restreindre les dommages aux véhicules.

1.3 Critère et facteurs de mise en place d'une glissière

L'installation d'une glissière doit répondre au critère suivant; elle n'est placée "qu'aux endroits où les dommages causés à un véhicule qui dévale un talus ou qui heurte un obstacle sont supérieurs à ceux causés par la collision du véhicule avec la glissière".

Les facteurs considérés pour la pose d'une glissière devant un objet fixe sont l'éloignement de cet objet par rapport au bord de la chaussée et la vitesse de base.

La description et l'utilisation de chaque type de glissière ainsi que la méthode de calcul pour la justification d'une glissière se retrouvent à l'annexe IV.

1.3.1 Les objets fixes

Concernant la protection des objets fixes, les critères sont les mêmes, que l'objet soit situé sur le bord de la chaussée ou à l'intérieur d'un terre-plein central.

Deux cas sont cependant considérés:

- un talus avec une pente $< 1:5$
- un talus avec une pente $> 1:5$

Talus avec une pente $< 1:5$

Dans ce cas, en considérant la vitesse de base de la route, une glissière doit être installée si la distance entre l'objet fixe et le bord de la chaussée est inférieure à la distance apparaissant au tableau 3.8.4.3.a de la norme:

Vitesse de base, km/h	110	100	90	80	70	60
Dégagement latéral, m	9,0	7,5	6,0	5,0	4,0	3,0

Tableau 3.8.4.3.a Dégagement latéral des obstacles depuis le bord de la chaussée en fonction de la vitesse de base (Annexe II, chapitre 3.8, p. 22).

Par la suite, le choix du type de glissière dépend de l'espace libre entre celle-ci et l'objet fixe. Cet espace doit être égal ou supérieur à la déformation transversale du type de glissière choisi. Il faut tenir compte aussi du dégagement entre le bord de l'accotement et l'objet fixe.

Si ce dégagement est supérieur à la déformation transversale du type de glissière choisi, la glissière se place à une distance égale à sa déformation transversale depuis l'objet fixe.

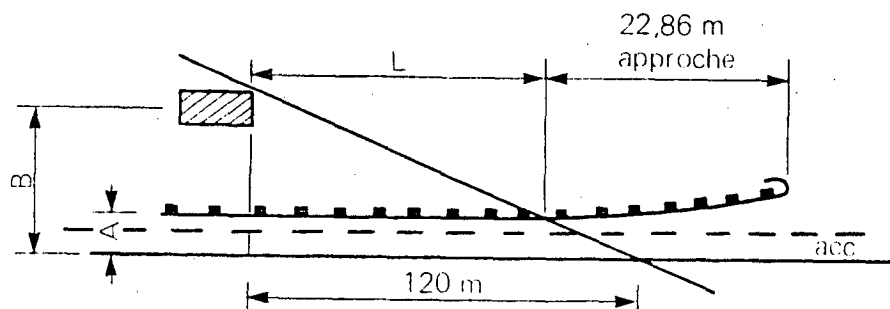
Si, au contraire, ce dégagement est inférieur à la déformation transversale de la glissière, celle-ci est appuyée directement contre l'obstacle. Dans ce cas, le modèle de glissière utilisé est du type semi-rigide et la rigidité de la glissière est renforcée sur une distance de 7.62 m avant et vis-à-vis l'obstacle par un doublage des poteaux rigides.

De plus, il faut prendre en considération que la glissière ne doit en aucun cas empiéter sur l'accotement.

Talus avec une pente > 1:5

Dans le cas où la pente du talus est plus abrupte que 1:5, la glissière de sécurité est posée en bordure de l'accotement. La longueur requise est déterminée par la formule suivante:

$$L = (1 - A/B) \cdot 120 \text{ m}$$



- L = longueur de la glissière efficace
- A = distance entre la glissière et le bord de la chaussée
- B = distance entre le bord de la chaussée et l'objet fixe

A cette longueur, il faut ajouter 22.86 m qui équivaut à la parabole du début de la glissière.

Les plans D-3812 et D-3813 illustrant l'installation d'une glissière devant un obstacle en bordure de la route et dans un terre-plein central sont montrés aux pages 9 et 10.

1.3.2 Les approches de ponts

Aux approches de ponts, la protection minimale à installer est montrée sur le plan D-3814 apparaissant à la page 11. De plus, cette glissière devra être fixée solidement au début du parapet comme il est montré aux plans D-5421 et D-5422 apparaissant aux pages 12 et 13.

1.4 Moyens pour éviter l'installation d'une glissière devant un obstacle

La norme énumère à l'article 3.8.1.6 une série de moyens pour éviter de placer une glissière devant un obstacle. Ces moyens sont les suivants:

- éliminer l'obstacle;
- enlever les obstacles derrière un musoir franchissable;
- construire un tablier continu entre deux ponts jumelés rapprochés;
- adoucir la pente du talus à l'approche d'un ponceau et allonger celui-ci;
- limiter à 150 mm la partie exposée hors du sol d'une base de béton.

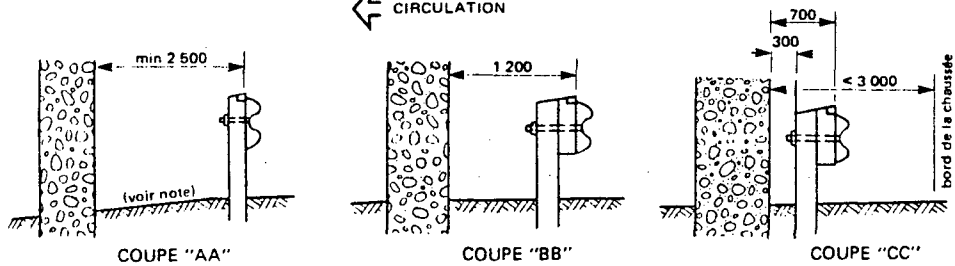
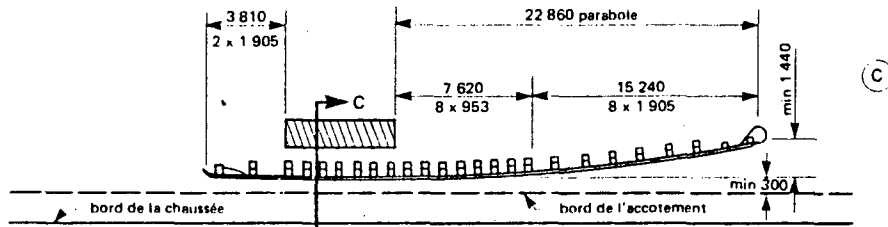
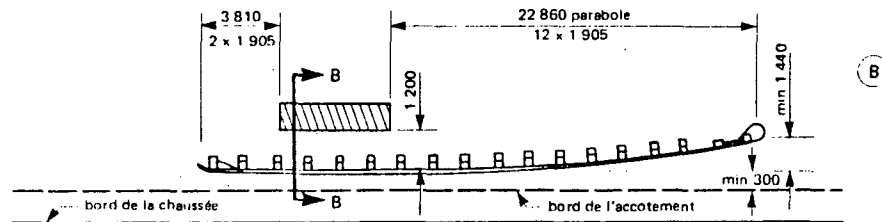
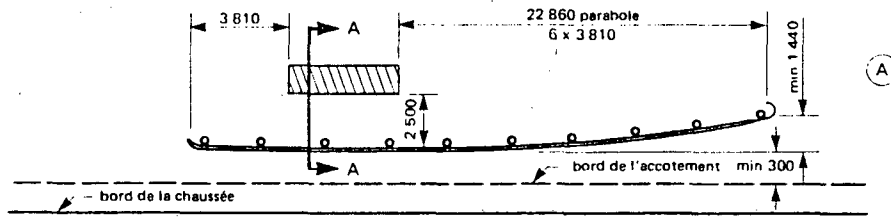
GLISSIÈRE DE SÉCURITÉ
DEVANT UN OBSTACLE
EN BORDURE DE LA ROUTE

D-3812

3.8.4.3

80-06-01

NORMES

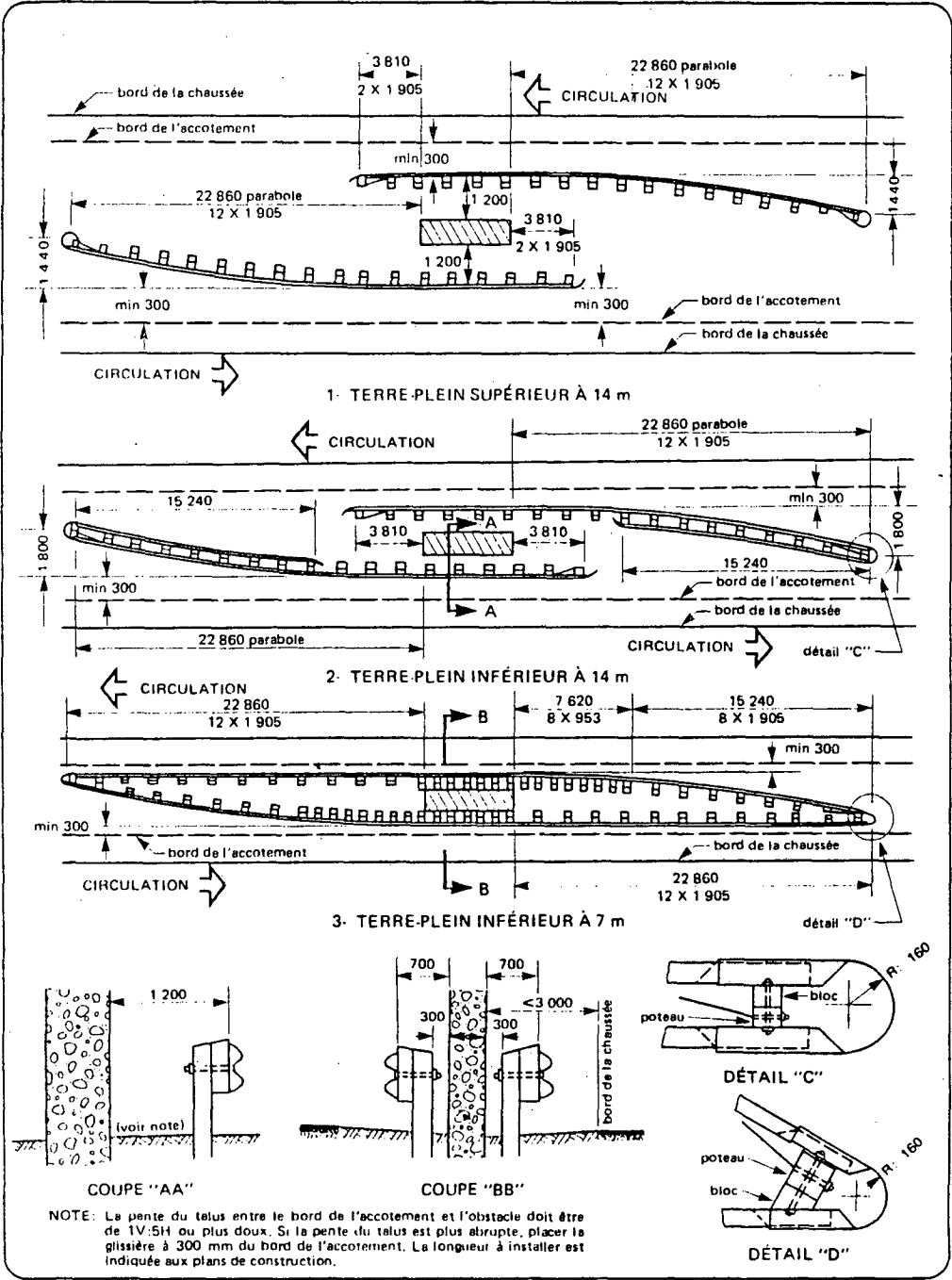


NOTE: La pente du talus entre le bord de l'accotement et l'obstacle doit être de 1V:5H ou plus doux. Si la pente du talus est plus abrupte, placer la glissière à 300 mm du bord de l'accotement. La longueur à installer est indiquée aux plans de construction.

**GLISSIÈRE DE SÉCURITÉ
DEVANT UN OBSTACLE
DANS TERRE-PLEIN CENTRAL**

D-3813
3.8.4.4
80.06.01

NORMES



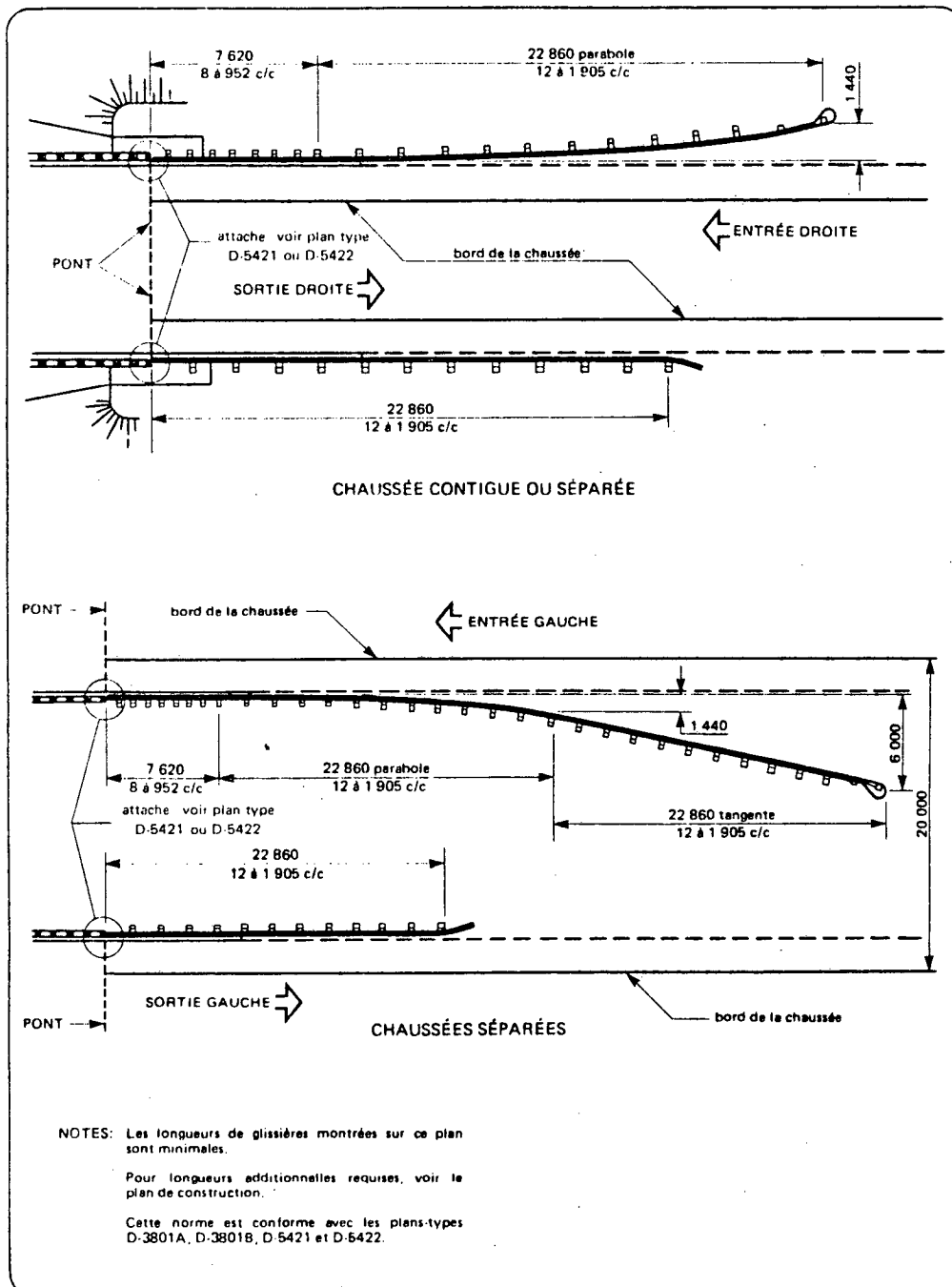
GLISSIÈRE DE SÉCURITÉ
À L'APPROCHE D'UN PONT

D-3814

3.8.4.5

85-07-23

NORMES



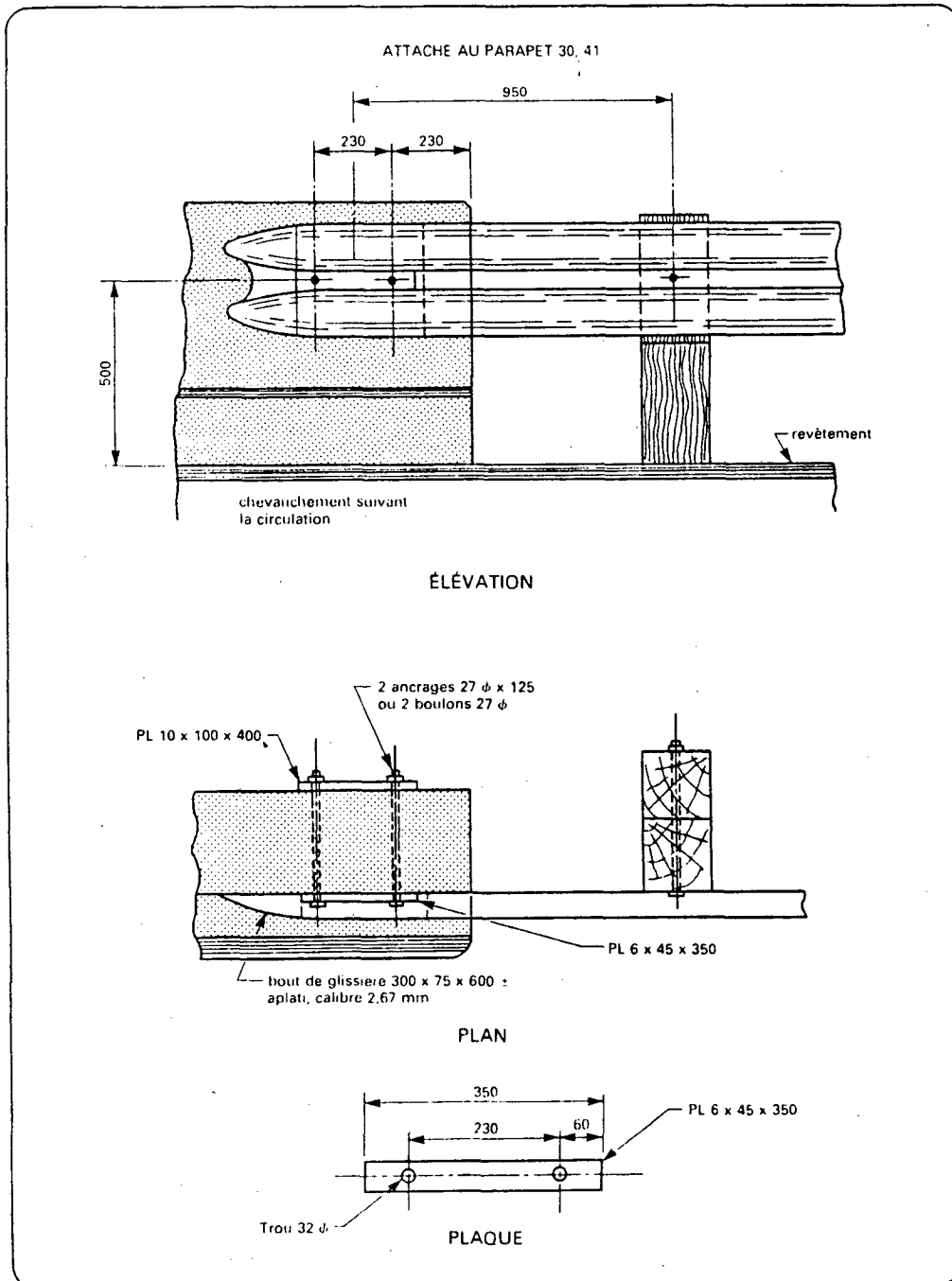
ATTACHE DES GLISSIÈRES
AU PARAPET

D-5421

5.4.4.5

80-10-01

NORMES



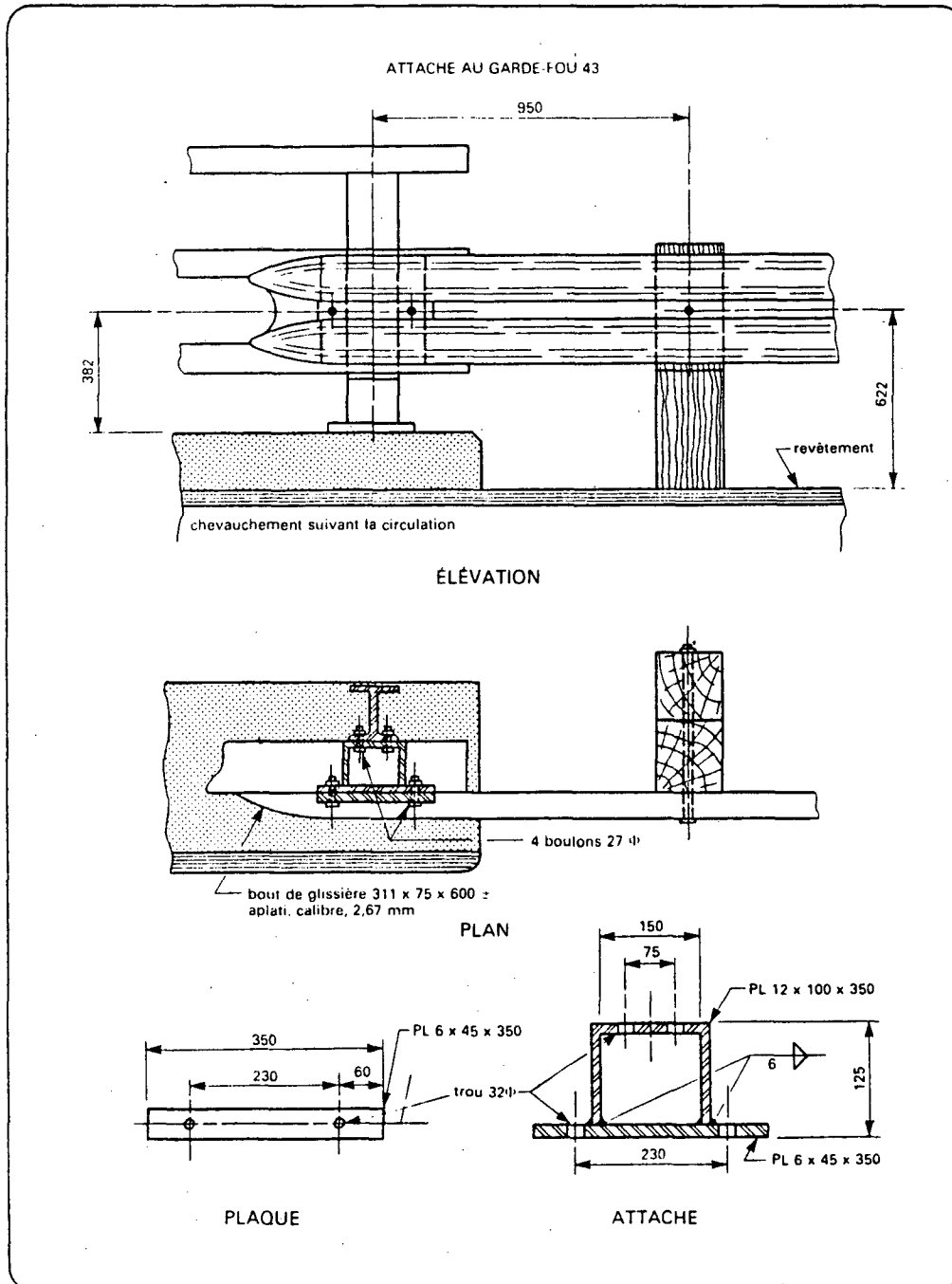
**ATTACHE DES GLISSIÈRES
AU GARDE-FOU**

D-5422

5.4.4.5

80-10-01

NORMES



2. MÉTHODOLOGIE

2.1 Type de réseau

L'étendue du réseau routier à l'entretien du Ministère étant assez vaste, il a donc fallu, dans cette première phase, limiter le champ d'étude. Le réseau autoroutier a été choisi en raison des standards de construction qui devraient être plus élevés sur ce type de route. Le réseau autoroutier rural a été privilégié pour des raisons de sécurité; contrairement au réseau autoroutier urbain, il est plus facile d'y stationner un véhicule en bordure de la chaussée pour prendre des mesures .

Les routes qui ont été visitées ainsi que les distances parcourues sont énumérées au tableau II. Quatre cent trente sept (437) kilomètres de routes ont été parcourus, ce qui équivaut à 23 % de l'ensemble du réseau autoroutier. La carte apparaissant à la page 16 illustre le réseau qui a été couvert lors de cette étude.

Ces routes ont l'avantage de représenter plusieurs époques de construction. Ainsi, la construction de l'autoroute 20 entre la frontière de l'Ontario et Dorion remonte au début des années '60 tandis que l'autoroute 73 entre Charny et Ste-Marie-de-Beauce a été construite à la fin des années '70. Cela permet de constater si les mêmes déficiences observées sur les glissières installées devant un objet fixe se rencontrent à toutes les époques de construction.

2.2 Types d'objets fixes

Au départ, l'étude devait couvrir l'ensemble des objets fixes qui se retrouvent sur une autoroute, c'est-à-dire les portiques de signalisation, les poteaux des panneaux latéraux de signalisation, les parapets de ponts, les murs, les pylones électriques, les tours d'éclairage, les lampadaires et les piliers des structures des échangeurs.

TABLEAU II

TRONÇONS D'AUTOROUTE ET NOMBRE DE SITES VISITÉS

NO AUTOROUTE	TRONÇON	LONGUEUR (KM)	NBRE DE PONTS	NBRE DE PONTS VISITES	NBRE DE STRUC- TURES	NBRE DE STRUCT. VISITÉES
15 Sud	Ste-Agathe-Sud - St-Sauveur-des-Monts	23	8	8	8	5
20 Ouest	St-Rédempteur - Val-Alain	50	11	7	9	4
	Drummondville - Ste-Rosalie (sortie 141)	40	4	3	17	7
20 Est	Frontière Ontario - Dorion	33	2	2	13	6
20 Est	Lévis - Cap-St-Ignace	64	7	4	12	9
20 Ouest	La Pocatière - Cap-St-Ignace	50	6	6	7	6
40 Est	Joliette - Pointe-du-Lac (sortie 192)	66	13	8	11	6
40 Est	La Pêrade - St-Augustin	72	5	4	8	6
73 Sud	Charny - Ste-Marie de Beauce	39	6	4	9	5
TOTAL		437	62	46	94	54

23 %

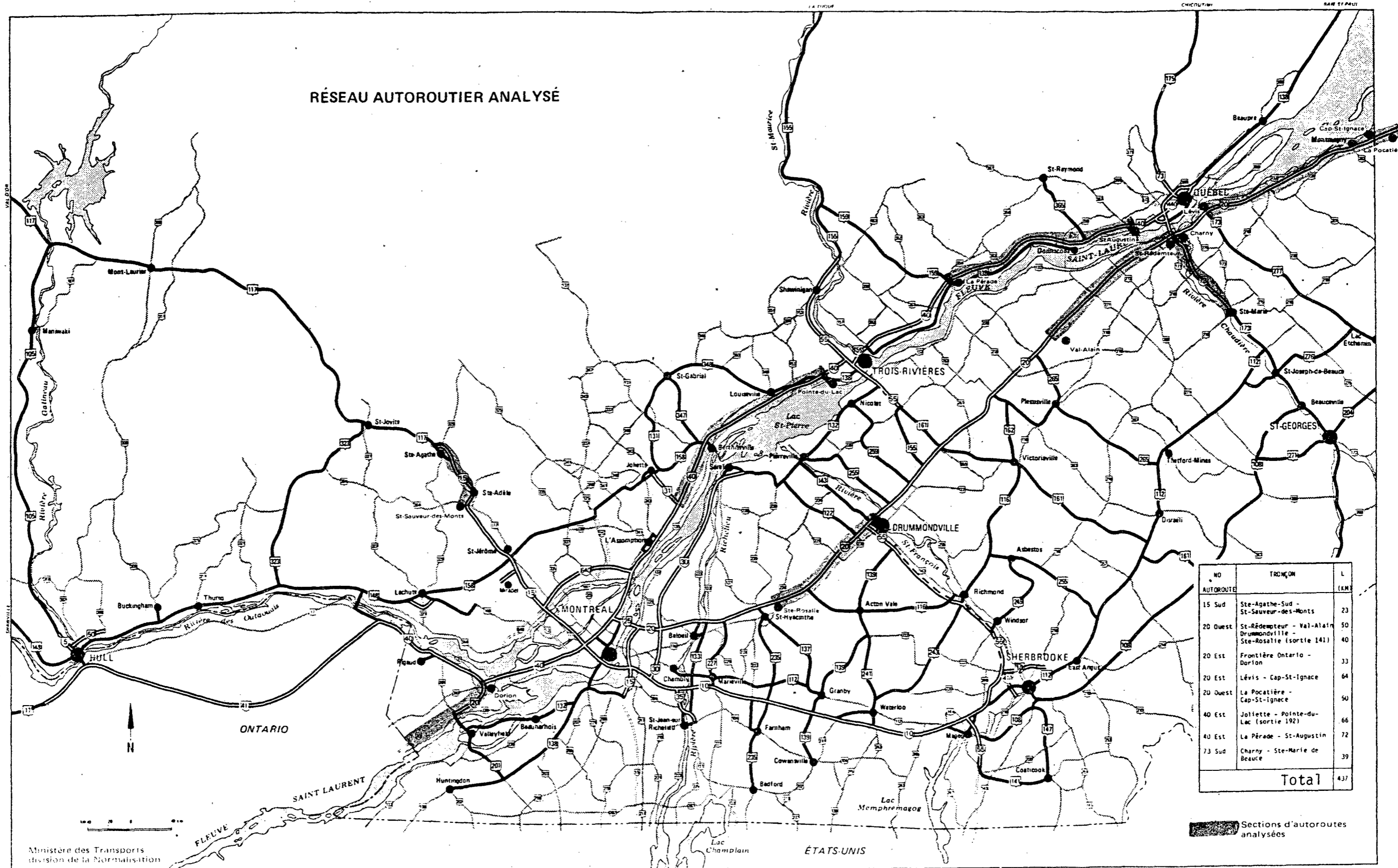
74 %

57 %

Réseau global d'autoroute : 1872 km
(dans une seule direction)

64 %

RÉSEAU AUTOROUTIER ANALYSÉ



NO AUTOROUTE	TROUÇON	L (KM)
15 Sud	Ste-Agathe-Sud - St-Seueur-des-Monts	23
20 Ouest	St-Rédempteur - Val-Alain Drummondville - Ste-Rosalie (sortie 141)	50
20 Est	Frontière Ontario - Dorion	33
20 Est	Lévis - Cap-St-Ignace	64
20 Ouest	La Pocatière - Cap-St-Ignace	50
40 Est	Joliette - Pointe-du- Lac (sortie 192)	66
40 Est	La Pérade - St-Augustin	72
73 Sud	Charny - Ste-Marie de Beuce	39
Total		437

Sections d'autoroutes analysées

Ministère des Transports
division de la Normalisation

Au cours de la cueillette des données, il est apparu que certains éléments devaient être écartés pour ne pas alourdir inutilement la prise de données par des arrêts trop fréquents. De plus, le nombre de mesures à prendre pour chacun des éléments analysés ainsi que le temps pour les prendre étaient assez considérables. Il faut ajouter aussi le temps pour la mise en place du dispositif de sécurité. C'est pourquoi la longueur du réseau analysé est assez courte sur l'autoroute 20 Ouest entre St-Rédempteur et Ste-Rosalie. Ce fut la première autoroute analysée sur laquelle la cueillette de données a été expérimentée.

On a constaté également que l'installation de plusieurs objets fixes tels que les panneaux latéraux de signalisation, les portiques de signalisation et les tours d'éclairage respectaient en général les normes. Il était donc préférable de s'attarder aux objets fixes dont la protection semblait plus déficiente constituant par le fait même un danger plus grand pour les usagers de la route.

Deux catégories d'objets fixes ont alors été plus particulièrement étudiées. Il s'agit des approches de ponts et des structures des échangeurs. Ces deux catégories constituent les endroits où les collisions sont les plus fréquentes. En effet, le Service des relevés techniques a déjà noté dans une lettre adressée au sous-ministre adjoint du génie que, sur une période de six ans, 49 % de tous les accidents mortels survenus sur l'autoroute 20 se sont produits dans l'environnement immédiat des ponts (voir Annexe II, p. 3).

2.3 Cueillette des données

La cueillette des données sur les routes mentionnées au tableau II a été effectuée en juin 1987 par une équipe de deux personnes.

2.3.1 Contraintes

L'échantillonnage des deux catégories d'objets fixes a été fait selon les possibilités d'arrêts près de ces objets sur le bord de la chaussée. A quelques reprises, les relevés techniques n'ont pu être effectués sur certaines approches de ponts ou sur les piles des structures en raison du flux de circulation et de la vitesse de roulement de cette circulation. D'autres endroits n'ont pu faire l'objet de relevés en raison de l'emplacement de l'objet fixe en certains endroits: objet fixe situé à l'intérieur de courbes accentuées, présence d'une courbe verticale à l'entrée d'un pont, proximité l'une de l'autre des bretelles de sortie et d'entrée ou dégagement latéral trop restreint pour effectuer un arrêt du véhicule.

Cependant, malgré ces contraintes de lieux, les deux éléments étudiés représentent, tel que précisé au tableau II, 64 % de tous ces mêmes éléments sur le réseau couvert. Ceci est suffisant pour juger du besoin en protection de ces deux catégories d'objets fixes.

2.3.2 Critères utilisés

Les critères retenus pour évaluer le besoin en glissières de sécurité ou le respect des normes lorsque des glissières sont installées pour protéger les objets fixes sont ceux apparaissant sur les plans du chapitre 3.8 des normes du Ministère.

Dans le cas des approches de ponts, les critères suivants ont fait l'état d'un relevé:

- la dimension du parapet et du chasse-roue ou du trottoir.
- le type de garde-fou et sa hauteur.
- le type de glissière.

-
- l'attache de la glissière au parapet et sa longueur ou le dégagement latéral et horizontal de la glissière par rapport au parapet.
 - la hauteur de la glissière.
 - l'espacement des poteaux.
 - la présence de la transition graduelle de la rigidité et sa longueur.
 - la présence de glissière à la sortie du pont.
 - la présence de bordure à l'entrée du pont et sa hauteur.

Dans le cas des structures, les critères suivants ont été considérés:

- l'éloignement du pilier latéral en bordure de la chaussée et du pilier dans le terre-plein central par rapport au bord de la chaussée.
- la présence de bordure au bas du talus sous la structure et sa hauteur.
- si une glissière est installée:
 - . le type de glissière;
 - . sa hauteur;
 - . l'espacement des poteaux;
 - . le dégagement latéral entre la glissière et l'obstacle;
 - . la présence de la transition graduelle de la rigidité près de l'obstacle.

3. ANALYSE DES RÉSULTATS

3.1 Les approches de ponts

Comme il est possible de le voir sur le tableau II de la page 15, 74 % de tous les ponts situés sur les routes visitées ont fait l'objet d'un relevé technique. Les résultats détaillés pour chaque route apparaissent au tableau III ci-contre. Les pourcentages indiquent l'ampleur des déficiences observées sur la protection des approches de ponts.

3.1.1 Transition graduelle de la rigidité et fixation de la glissière au parapet

L'absence de transition graduelle de la rigidité et la non fixation de la glissière au parapet sont les deux principales déficiences rencontrées (voir Annexe VIII, photo no: 1).

- 85 % des ponts visités n'ont pas de transition graduelle de la rigidité par le doublage des poteaux sur une longueur de 7.62 m.
- 57 % des ponts visités ont des glissières qui ne sont pas fixées au parapet.

En ce qui concerne ces deux déficiences, la procédure est clairement spécifiée dans les normes.

L'article 3.8.1.4 mentionne: "... cette glissière sera solidement fixée au début du parapet, comme il est montré au chapitre de conception des ponts-routes" (voir Annexe IV). Par ailleurs, la référence aux plans correspondants du chapitre 5.4 sur la conception des ponts-routes devrait être ajoutée pour rendre le renvoi plus facile.

TABLEAU III

POURCENTAGE DES DÉFICIENCES OBSERVÉES SUR LES GLISSIÈRES INSTALLÉES AUX APPROCHES DE PONTS

NO AUT.	TRONÇON	L (KM)	DÉFICIENCES OBSERVÉES									
			BORDURE		GLISSIÈRE							
			Nombre de ponts avec bordure	Bordure surélevée (>100 mm) (%)	A Absence de transition graduelle de la rigidité (%)	B Glissière non fixée au parapet (%)	C Hauteur non conforme de la glissière p/r à la chaussée (%)	Section manquante à l'entrée (%)	Section manquante à la sortie (%)	A, B, C au même endroit (%)	Profil général (%)	
15 S	Ste-Agathe-Sud - St-Sauveur-des-Monts	23	1	100	100	75	25	13	63	63	25	66
20 O	St-Rédempteur - Val-Alain Drummondville - Ste-Rosalie (sortie 141)	50	6	100	100	90	20	----	----	----	20	53
20 E	Frontière Ontario - Dorion	40	1	100								
20 E	Lévis - Cap-St-Ignace	33	-	-----	100	50	50	----	----	----	50	50
20 E	Lévis - Cap-St-Ignace	64	2	100	100	100	75	----	----	----	50	69
20 O	La Pocatière - Cap-St-Ignace	64	2	100	100	100	75	----	----	----	50	69
20 O	La Pocatière - Cap-St-Ignace	50	5	100	100	33	33	----	67	67	17	58
40 E	Joliette - Pointe-du- Lac (sortie 192)	50	5	100	100	33	33	----	67	67	17	58
40 E	Joliette - Pointe-du- Lac (sortie 192)	66	1	100	75	25	25	----	----	----	13	31
40 E	La Pêrade - St-Augustin	72	3	100	50	50	50	----	----	----	50	38
73 S	Charny - Ste-Marie de Beauce	72	3	100	50	50	50	----	----	----	50	38
73 S	Charny - Ste-Marie de Beauce	39	3	100	75	---	---	----	50	50	----	31
TOTAL		437	22									
Moyenne pour l'ensemble des routes (%)				100	86	57	36	0.7	15	15	29	49

$$\frac{\text{Nombre de ponts avec bordure}}{\text{Nombre de ponts}} = \frac{22}{46} = 48\%$$

L'article 5.4.4.5 décrit la méthode à suivre pour fixer la glissière au parapet du pont (voir Annexe V).

Pour empêcher un véhicule de frapper le bout du pont, il faut prévoir une transition graduelle de la rigidité entre la glissière de la route et le parapet du pont à l'aide d'un mode d'attache qui assure la continuité de ces éléments.

Les plans D-5421 et D-5422 montrent, pour différents modèles de garde-fous, une méthode de fixer le bout de la glissière en tôle ondulée de l'approche. Celle-ci est attachée au bout du pont par l'intermédiaire d'une section à bout aplati et arrondi de 600 mm de longueur et d'une ferrure ou de boulons d'ancrage.

Lors des relevés, il a été noté que la longueur d'attache de la glissière au parapet n'est pas toujours respectée. Il arrive souvent que l'extrémité du bout aplati et arrondi soit simplement appuyée sur le parapet sans dispositif d'ancrage (voir Annexe VIII, photos nos: 2 et 3).

La plupart du temps, il y a un décalage latéral et horizontal entre la glissière et le parapet (voir Annexe VIII, photos nos: 4 et 5). Aucune continuité du dispositif de protection n'est assurée. La glissière n'empêche alors aucun impact direct avec le parapet du pont.

Par ailleurs, il peut arriver dans certains cas qu'il soit impossible de fixer la glissière au parapet lorsque le chasse-roue, contrairement à ce qui est prescrit à l'article 5.4.1.3, a les proportions d'un trottoir (voir Annexe VIII, photo no: 6). L'attache de la glissière au parapet entraînerait la création d'un danger tout aussi important en laissant le trottoir sans protection. Le trottoir devient alors un obstacle en soi qu'il faut protéger tout autant que le parapet. Dans ces cas, on a pu observer que la glissière n'est pas fixée au parapet et que la transition graduelle de la rigidité n'est pas toujours

présente (voir Annexe VIII, photo no: 7). Ainsi, lorsque cet aménagement se rencontre, la continuité du dispositif de protection doit se faire avec le trottoir et la transition graduelle de la rigidité doit être telle que l'impact d'un véhicule avec le bout du pont est empêché. Par ailleurs, on pourrait envisager la modification de l'extrémité d'un tel chasse-roue pour permettre à un automobiliste qui le frappe d'être dévié ou de monter dessus pour mieux contrôler son véhicule.

3.1.2 Autres déficiences

3.1.2.1 Hauteur de la glissière

D'autres déficiences sont également importantes. La hauteur de la glissière par rapport à la chaussée ne respecte pas toujours la norme qui est de 525 mm pour une glissière semi-rigide en tôle ondulée sur poteaux de bois (voir Annexe VIII, photos nos: 6 et 8).

- 36 % des glissières aux approches de ponts visitées ne respectent pas la norme quant à la hauteur de la glissière par rapport à la chaussée.

Même si la hauteur de la glissière respecte la norme, il se peut qu'elle paraisse trop basse lorsqu'elle n'arrive pas vis-à-vis le garde-fou du pont. Cela s'explique par les différentes hauteurs des glissières et des garde-fous stipulées aux plans D-3801, D-5420, D-5421 et D-5422. A titre d'exemple, le plan D-5422 montre que la hauteur de la glissière est de 622 mm ce qui est très différent de 525 mm tel que montré au plan D-3801A.

Des corrections devraient être faites pour que le chevauchement de la glissière avec le garde-fou ou le parapet s'effectue correctement afin d'éviter une cassure dans la ligne de la glissière ou une différence de hauteur entre la glissière et le garde-fou qui soit dangereuse pour

l'usager parce que la continuité de protection glissière - garde-fou ou glissière - parapet est absente. Le fait que le chevauchement de la glissière soit déficient peut aussi être occasionné par les modèles de garde-fous ou de parapets qui sont différents de ceux illustrés aux plans D-5420 et D-5421.

Quant au garde-fou, plusieurs sont trop bas et constituent un danger pour les véhicules au moment d'un impact parce qu'il est facile pour le véhicule de passer par-dessus (voir Annexe VIII, photo no: 9). L'article 5.4.4.2 mentionne cependant que la hauteur minimale d'un garde-fou pour les véhicules est de 700 mm.

3.1.2.2 Bordure surélevée

Malgré que l'article 3.5.2.1 stipule "qu'une bordure surélevée ne doit jamais s'installer devant une glissière de sécurité", la présence d'une telle bordure a souvent été remarquée (voir Annexe VIII, photos nos: 10 et 11).

- la totalité des bordures placées aux approches de ponts sont des bordures surélevées.

Cette bordure a pour fonction de canaliser l'eau afin d'empêcher l'érosion du talus aux approches du pont. Par ailleurs, une bordure peut être utilisée pour remplir cette fonction mais doit être du type abaissé comme il est spécifié à l'article 3.8.1.5 (voir Annexe IV):

Aucune bordure surélevée ou chasse-roue ne doit être placée devant une glissière semi-rigide ou flexible, afin d'assurer le bon fonctionnement de la glissière ou d'empêcher qu'un véhicule ne saute par-dessus la glissière. Seul un caniveau ou une bordure abaissée ou arasée sera tolérée pour fin de drainage. Si une bordure en granit est utilisée, elle doit être arasée.

En plus de ce texte, une remarque indiquant le type de bordure à utiliser devrait être ajoutée au plan D-3814 sur lequel la présence d'une bordure est montrée afin d'appliquer adéquatement les prescriptions de la norme.

3.1.2.3 Section manquante à l'entrée ou à la sortie

Une autre déficience qui semble paradoxale est le manque de glissière à l'entrée ou à la sortie du pont.

Le plan D-3814 montre pourtant la protection minimale qui doit être installée à l'approche d'un pont. C'est surtout à la sortie que le manque de glissière est le plus souvent observé (voir Annexe VIII, photo no: 13). Le besoin de glissière est tout aussi important à la sortie du pont car les talus sont également présents à cet endroit.

Le manque de glissière à l'entrée du pont constituant un "chasse-trappe" a été rencontré à un seul endroit sur l'autoroute 15 Sud où a été notée une situation hautement dangereuse pour la sécurité des usagers (voir Annexe VIII, photo no: 12).

3.1.2.4 Approche parabolique du début de la glissière

Un aspect important du dispositif d'installation d'une glissière à l'approche d'un pont n'a pas fait l'objet de relevés détaillés étant donné la quantité de mesures qu'il aurait fallu prendre pour vérifier sa conformité avec la norme. Il s'agit de l'approche parabolique du début de la glissière à l'entrée d'un pont. Cette approche a pour rôle d'empêcher un véhicule de percuter directement l'extrémité de la glissière. La parabole permet de défléchir parallèlement les véhicules qui la heurtent sans causer de blessures graves. L'empalement du véhicule sur la glissière est alors évité.

Il est permis cependant de mentionner que cet aspect ne respecte généralement pas la norme. A partir d'observations visuelles, la parabole n'est pas présente ou son implantation n'est pas conforme avec la norme. Une étude subséquente pourrait s'attarder davantage à vérifier ce point important du dispositif de protection des approches de ponts.

3.1.3 Somme de déficiences à un même endroit

Lors de la cueillette des données, il est arrivé que plusieurs déficiences aient été rencontrées au même endroit. Trois déficiences importantes ont été jumelées pour montrer que plusieurs approches de ponts constituent un danger pour la sécurité des usagers de la route. Les déficiences jumelées sont:

- la hauteur de la glissière par rapport à la chaussée;
- la transition graduelle de la rigidité;
- l'attache de la glissière au parapet ou au garde-fou.

Les pourcentages de non respect des normes pour ces spécifications varient de 13 % à 50 % avec une moyenne de 29 % pour l'ensemble des ponts visités. Il s'agit d'un nombre important de ponts visités ayant plus d'une déficience.

3.1.4 Profil général de la protection des approches de ponts

Le profil général des déficiences sur chaque route apparaît à la dernière colonne du tableau III de la page 21. Le pourcentage indique l'importance des déficiences à la protection des approches de ponts visitées sur une route donnée.

Ainsi, sur l'autoroute 40 Est, entre Joliette et Pointe du Lac, 31 % des approches de ponts visitées ne rencontrent pas les normes du Ministère. Le pourcentage s'élève à 69 % sur l'autoroute 20 Est, entre Lévis et Cap St-Ignace.

Ces pourcentages montrent l'importance des corrections qui devraient être apportées particulièrement sur ces routes pour que les approches de ponts soient protégées selon les normes du Ministère.

3.2 Les structures

Les structures considérées dans cette étude sont les super-structures qui passent au-dessus de la route. Tel que décrit au tableau II de la page 15, 57 % de toutes les structures situées sur les routes étudiées ont fait l'objet d'un relevé technique. Les résultats détaillés des relevés effectués sur les structures apparaissent aux tableaux IV, V et VI.

Deux séries de résultats sont à analyser plus attentivement lors de l'examen des tableaux:

- l'absence de glissière quand le besoin est nécessaire selon la norme;
- les déficiences sur les glissières installées pour protéger les piles des structures.

3.2.1 Absence de glissière

De la première série de résultats montrés au tableau V ci-contre, il se dégage que l'absence de glissière devant la pile latérale en bordure de la chaussée est la principale déficience rencontrée:

- 72 % des structures qui ont besoin d'une protection à la pile latérale en vertu des normes n'en ont pas (voir Annexe VIII, photo no: 14).
- 39 % des structures qui ont besoin d'une protection à la pile située dans le terre-plein central n'en ont pas (voir Annexe VIII, photo 15).
- 9 % des structures dont les piles ont besoin d'une protection n'en ont pas des deux côtés à la fois.

TABLEAU IV

NOMBRE DE GLISSIÈRES POUR CHAQUE DÉFICIENCE OBSERVÉE SUR LES STRUCTURES

NO AUT.	TRONÇON	L (KM)	Nbr de struc- tures	Glissière nécessaire (éloigne- ment < 9 m)		Glissière nécessaire mais absente		Glissière nécessaire mais absente des deux côtés	Glissière nécessaire et présente		A Gliss. avec le dégagé- ment latéral non conforme		Nbr de glis- sières	B Glissière dont la hauteur est non conforme	A et B au même endroit
				cent.	lat.	cent.	lat.		cent.	lat.	cent.	lat.			
15 S	Ste-Agathe-Sud - St-Sauveur-des-Monts	23	5	4	5	0	2	0	4	3	0	0	7	4	0
20 O	St-Rédempteur - Val-Alain Drummondville - Ste-Rosalie (sortie 141)	50	4	4	4	1	4	1	3	0	0	0	3	3	0
		40	7	7	6	4	4	3	3	2			5	2	
20 E	Frontière Ontario - Dorion	33	6	6	6	0	6	0	6	0	0	0	6	5	0
20 E	Lévis - Cap-St-Ignace	64	9	9	8	7	7	0	2	1	0	1	3	2	0
20 O	La Pocatière - Cap-St-Ignace	50	6	6	6	0	5	0	6	1	4	1	7	5	3
40 E	Joliette - Pointe-du- Lac (sortie 192)	66	6	6	6	2	1	1	4	5	1	4	9	9	3
40 E	La Pérade - St-Augustin	72	6	3	6	1	4	0	2	2	0	0	4	4	0
73 S	Charney - Ste-Marie de Beauce	39	5	2	5	2	5	0	0	0	0	0	0	0	0
TOTAL		437	54												

TABLEAU V

POURCENTAGE DES DÉFICIENCES OBSERVÉES SUR LES STRUCTURES

NO AUTOROUTE	TRONÇON	L (KM)	DÉFICIENCES OBSERVÉES							
			BORDURE		Glissière néces- saire (éloigne- ment < 9 m) (%)		ABSENCE DE GLISSIÈRE			
			Nombre de structures avec bordure	Bordure surélevée non conforme (> 100 mm) (%)			Glissière nécessaire mais absente (%)		Glissière nécessaire mais ab- sente des deux côtés (%)	Profil général de l'absence de glis- sière (%)
central	lateral	central	lateral	(%)	(%)					
15 Sud	Ste-Agathe-Sud - St-Sauveur-des-Monts	23	---	---	80	100	---	40	---	20
20 Ouest	St-Rédempteur - Val-Alain	50	---	---	100	100	25	100	25	63
	Drummondville - Ste-Rosalie (sortie 141)	40	---	---	100	86	57	67	43	62
20 Est	Frontière Ontario - Dorion	33	2	100	100	100	---	100	---	50
20 Est	Lévis - Cap-St-Ignace	64	1	---	100	89	78	86	---	82
20 Ouest	La Pocatière - Cap-St-Ignace	50	3	100	100	100	---	83	---	42
40 Est	Joliette - Pointe-du- Lac (sortie 192)	66	---	---	100	100	33	17	17	25
40 Est	La Pérade - St-Augustin	72	3	67	50	100	33	67	---	50
73 Sud	Charny - Ste-Marie de Beauce	39	3	100	40	100	100	100	---	100
TOTAL		437	12							
Moyenne pour l'ensemble des routes (%)				73	85	97	39	72	9	55

91 %

$$\frac{\text{Nombre de structures avec bordure}}{\text{Nombre de structures}} = \frac{12}{54} = 22 \%$$

Ce dernier phénomène est surtout rencontré sur l'autoroute 20 Ouest entre Drummondville et Ste-Rosalie où 43 % des structures ayant besoin d'une protection des deux côtés n'en ont pas.

L'article 5.4.2.2 des Normes stipule des distances de dégagement horizontal pour les différents types de route et la mesure à suivre lorsque le dégagement n'est pas suffisant.

Le dégagement horizontal représente un espace libre de tout obstacle de chaque côté de la chaussée d'une route. L'obstacle peut être infranchissable comme une coupe de roc, une rivière, une rangée d'arbres, ou bien être un objet fixe comme une pile, une tête de ponceau, poteau, etc. Le dégagement a pour but d'empêcher un véhicule qui quitte la chaussée d'entrer en collision avec un obstacle, ou du moins d'en réduire l'impact, et aussi d'assurer une visibilité latérale suffisante aux conducteurs.

Les distances suivantes sont mesurées à partir du bord de la chaussée ou du bord d'une voie additionnelle prévue à cette chaussée.

9 m	recommandé	-	autoroute
8 m	minimum	-	voie de gauche d'une autoroute à 4 voies
6 m	minimum	-	voie de droite d'une autoroute ...

Si le dégagement horizontal est inférieur à celui indiqué ci-haut, il faut assurer une protection et une visibilité adéquate aux conducteurs.

Le plan D-5411 résume les caractéristiques de dégagement latéral d'une structure sur une chaussée d'autoroute. En comparant ces dégagements latéraux avec ceux apparaissant au tableau 3.8.4.3.a des Normes et qui sont fonction de la vitesse de base, on se rend compte que les dégagements latéraux du plan D-5411 correspondent à des vitesses variant de 90 km/h à 110 km/h.

Les dégagements du plan D-5411 devraient être corrigés pour tenir compte de la vitesse de design des autoroutes qui est de 110 km/h et

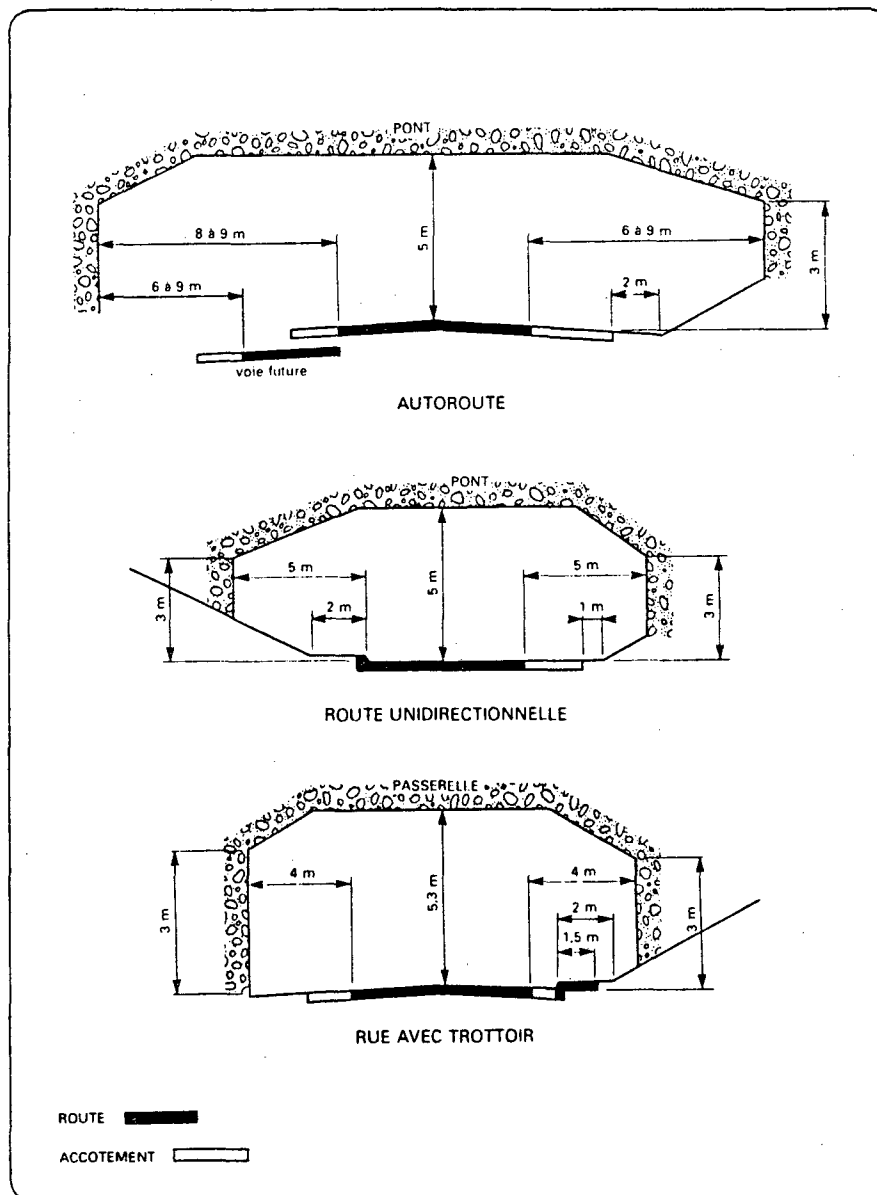
DÉGAGEMENT
LATÉRAL ET VERTICAL
SOUS UNE STRUCTURE

D-5411

5.4.2.2

80-10-01

NORMES



Vitesse de base, km/h	110	100	90	80	70	60
Dégagement latéral, m	9,0	7,5	6,0	5,0	4,0	3,0

Tableau 3.8.4.3.a Dégagement latéral des obstacles depuis le bord de la chaussée en fonction de la vitesse de base

qui est celle des usagers de la route. Le dégagement latéral minimum pour chaque voie devrait être de 9 mètres plutôt que de 6 mètres pour la voie de droite et 8 mètres pour la voie de gauche.

L'article 5.4.2.2 stipule qu'il faut assurer une protection lorsque le dégagement horizontal est inférieur à celui indiqué mais ne précise pas la méthode à utiliser. Une note devrait être ajoutée pour indiquer à l'utilisateur de la norme qu'il doit se référer au chapitre 3.8 pour appliquer la méthode de protection qui y est décrite pour les obstacles et les objets fixes latéraux.

Il se peut qu'une protection qui soit jugée nécessaire à la pile latérale en raison d'un dégagement trop faible soit impossible à mettre en place du fait ^{de} que la géométrie des bretelles d'entrée et de sortie ^{est} telle que la structure est coincée entre les deux bretelles. La pose d'une glissière deviendrait un obstacle pour les usagers qui empruntent la bretelle d'entrée. Cela ne veut pas dire d'écarter toute forme de protection. Au contraire, vue l'impossibilité d'appliquer intégralement les normes établies, ces cas particuliers devraient être spécialement étudiés en tenant compte des contraintes géométriques imposées.

Même si la protection de l'une ou l'autre des piles de la structure n'est pas nécessaire parce que le dégagement latéral est respecté, d'autres facteurs comme la présence d'une courbe accentuée ou un taux d'occurrence d'accident élevé devraient être pris en compte par le concepteur de la route ou le responsable de son entretien.

3.2.2 Déficiences des glissières installées

Lorsque les piles des structures sont protégées par une glissière, celle-ci n'est pas toujours installée selon les normes (voir Annexe VIII, photos nos: 16 et 17). Deux déficiences peuvent constituer un danger certain pour les usagers de la route lorsque les glissières sont

mal installées; il s'agit de la hauteur de la glissière et du dégagement latéral entre la glissière et l'obstacle. Ces deux caractéristiques sont importantes pour que la glissière remplisse bien son rôle de protection. Les résultats obtenus pour ces caractéristiques sont montrés au tableau VI ci-après.

3.2.2.1 Hauteur de la glissière

La hauteur des glissières est spécifiée aux plans D-3801A, D-3802A, D-3806 et D-3807.

- 69 % des glissières placées devant une pile ne respectent pas les hauteurs indiquées aux plans.

3.2.2.2 Dégagement latéral entre la glissière et l'obstacle

Concernant le dégagement latéral entre la glissière et l'obstacle, les résultats tiennent compte du type de glissière et de l'espacement entre les poteaux comme il est montré au plan D-3812. Ainsi, à un type de glissière correspondent un espacement des poteaux et un dégagement latéral entre la glissière et l'obstacle. Le dégagement latéral doit être suffisant pour permettre la déformation transversale de la glissière au moment de l'impact.

L'article 3.8.4.3 des Normes stipule que "l'espace libre minimum derrière une glissière doit être égal ou supérieur à la déformation transversale de cette glissière".

- 38 % des glissières protégeant la pile latérale en bordure de la chaussée ne respectent pas la norme (voir Annexe VIII, photo no: 18);

TABLEAU VI

POURCENTAGE DES DÉFICIENCES SUR LES GLISSIÈRES INSTALLÉES AUX ABORDS DES PILES DES STRUCTURES

NO	TRONÇON	L (KM)	DÉFICIENCES OBSERVÉES									
			Glissière nécessaire (éloignement < 9 m) (%)		Glissière nécessaire et présente (%)		A Dégagement latéral non conforme (%)		Nombre de glissières	B Hauteur non conforme des glissières (%)	A et B au même endroit (%)	Profil général des déficiences des glissières (%)
			central	latéral	central	latéral	central	latéral				
15 Sud	Ste-Agathe-Sud - St-Sauveur-des-Monts	23	80	100	100	60	---	---	7	57	---	19
20 Ouest	St-Rédempteur - Val-Alain Drummondville - Ste-Rosalie (sortie 141)	50	100	100	75	---	---	---	3	100	---	33
		40	100	86	43	33	---	---	5	40	---	13
20 Est	Frontière Ontario - Dorion	33	100	100	100	---	---	---	6	83	---	28
20 Est	Lévis - Cap-St-Ignace	64	100	89	22	14	---	100	3	67	---	56
20 Ouest	La Pocatière - Cap-St-Ignace	50	100	100	100	17	67	100	7	71	43	79
40 Est	Joliette - Pointe-du-Lac (sortie 192)	66	100	100	67	83	25	80	9	100	33	68
40 Est	La Pérade - St-Augustin	72	50	100	67	33	---	---	4	100	---	33
73 Sud	Charny - Ste-Marie de Beauce	39	40	100	---	---	---	---	---	---	---	---
TOTAL		437										
Moyenne pour l'ensemble des routes (%)			85	97	61	28	11	38		69	10	37
			91 %				24 %					

- 11 % des glissières protégeant la pile centrale dans le terre-plein ne respectent pas la norme.

On note des écarts de 100 % et de 67 % sur l'autoroute 20 Ouest entre La Pocatière et Cap-St-Ignace.

Au moment d'un impact, chaque type de glissière a une déformation particulière pour pouvoir retenir le véhicule. Si le dégagement latéral entre la glissière et l'obstacle n'est pas au moins égal à la déformation transversale du type de glissière choisi, la glissière ne retiendra pas le véhicule au moment de l'impact. Il se produira le même effet que si le véhicule percutait directement l'obstacle. Le même article des Normes mentionne que, si le dégagement latéral n'est pas respecté, il doit y avoir un renforcement de la glissière par un doublage des poteaux vis-à-vis l'obstacle et sur une distance de 7.62 mètres avant l'obstacle.

Les pourcentages obtenus indiquent qu'une proportion de glissières protégeant une pile ne respecte pas le dégagement latéral qui leur est propre; ce qui veut dire qu'un renforcement de la glissière par un doublage des poteaux est nécessaire.

Cependant, il faut ajouter que la vitesse du véhicule est importante au moment de l'impact. Il ne faut pas croire qu'une glissière de sécurité retiendra tout véhicule roulant à n'importe quelle vitesse. L'article 3.8.2 note que "la déformation transversale ... fut mesurée lors de l'impact d'une automobile standard de 2 000 kg roulant à 100 km/h heurtant la glissière avec un angle de 25 degrés". D'autres tests avec des variations de ces paramètres devraient être effectués afin de vérifier le comportement des glissières aux différentes situations qui risquent de se rencontrer lors d'accidents sur les piles de structures.

3.2.2.3 Approche parabolique du début de la glissière

L'approche parabolique du début de la glissière qui constitue un élément important du dispositif d'installation d'une glissière devant un objet fixe n'a pas fait l'objet de relevés détaillés pour les mêmes raisons énoncées plus haut pour les approches de ponts (voir section 3.1.2.4, p. 25).

Selon des observations visuelles, cet élément est généralement présent lorsque des glissières sont installées pour protéger une pile, mais il est impossible dans cette première phase de l'étude de juger de la conformité de son installation avec la norme. Une vérification plus détaillée pourrait être effectuée lors d'une étude ultérieure portant sur l'ensemble du réseau autoroutier rural.

3.2.2.4 Somme des déficiences

Lors de la cueillette des données, il arrive que plusieurs déficiences se rencontrent au même endroit. Dans le cas des structures, les deux déficiences mesurées sur les glissières ont été jumelées pour montrer que même lorsque les piles sont protégées par une glissière, celle-ci ne constitue pas toujours une bonne protection. Dix pour-cent (10 %) des piles de structures protégées par une glissière ne rencontrent pas les exigences des Normes pour une protection adéquate; c'est-à-dire que la hauteur de la glissière n'est pas conforme et qu'un renforcement par un doublage des poteaux serait nécessaire pour que la glissière puisse empêcher un véhicule de percuter la pile de la structure.

Lorsqu'une glissière devant une pile est justifiée par les normes, il faut qu'elle possède les caractéristiques essentielles qui lui permettent de remplir son rôle de protection de l'utilisateur de la route.

3.2.3 Bordure surélevée au pied du talus sous la structure

L'article 3.5.2.1 des Normes mentionne que, lorsque la vitesse de base est supérieure à 50 km/h, une bordure abaissée ou un caniveau est utilisé le long des voies de circulation.

Au pied du talus sous une structure, une bordure a souvent été remarquée. Vingt-deux pour-cent (22 %) des structures visitées ont une bordure.

- 73 % des bordures placées au pied du talus sous la structure sont des bordures surélevées (voir Annexe VIII, photo no: 19).

Une bordure abaissée est plutôt préférée pour permettre au véhicule de monter sur le talus pour reprendre sa position lorsqu'il quitte accidentellement la voie de circulation. Une bordure surélevée constitue un obstacle qui peut occasionner plus de dommages au véhicule qui la frappe.

Il est compréhensible de rencontrer cette déficience parce que les plans D-6402 et D-6404 viennent contredire la norme en montrant une bordure surélevée au pied du talus sous la structure (voir Annexe VI). Les plans devraient être corrigés pour se conformer à la norme concernant les bordures sur les autoroutes.

3.2.4 Profil général de la protection des structures

Le profil général des déficiences de la protection des structures pour chaque route visitée apparaît aux tableaux V et VI pour chaque catégorie de résultats (voir p. 30 et p. 35).

Quant à l'absence de glissière, 55 % des piles ayant besoin d'une protection n'en ont pas. Les résultats obtenus sur l'autoroute 73 Sud

entre Charny et Ste-Marie de Beauce montrent que toutes les structures ayant besoin de protection n'en ont pas.

Le profil général de la conformité à la norme des glissières installées près des piles indique que 37 % des glissières installées pour protéger une pile ne respectent pas les caractéristiques essentielles des normes. Sur l'autoroute 20 Ouest entre La Pocatière et Cap-St-Ignace, 79 % des glissières qui protègent les piles ne répondent pas aux normes du Ministère quant à la hauteur de la glissière et au dégagement latéral entre la glissière et l'obstacle.

Les résultats démontrent aussi une différence entre les taux de déficience des glissières des approches de ponts et des structures; 49 % pour les approches de ponts (voir Tableau III, p. 21) et 37 % pour les structures (voir Tableau VI, p. 35). Ceci peut s'expliquer par le fait que les composantes des structures soient plus facilement identifiables comme des obstacles que celles des approches de ponts. La protection des approches de ponts est pourtant tout aussi importante.

3.3 Autres objets fixes

Quelques remarques peuvent être faites au sujet de trois autres types d'objets fixes même si aucun relevé détaillé n'a été effectué. Il s'agit des panneaux latéraux de signalisation, des portiques de signalisation et des murs.

3.3.1 Les panneaux latéraux de signalisation

Pour les panneaux latéraux de signalisation, un seul relevé a été fait sur une section de l'autoroute 20 Ouest entre St-Rédempteur et Val-Alain. Les raisons qui expliquent qu'un relevé plus détaillé n'a pas été effectué ont été énoncées à la section 2.2 (voir p. 14).

Les paramètres qui ont été analysés sont la distance entre le bord du panneau et le bord de la chaussée, et la hauteur excédant du sol des massifs d'ancrage.

L'édition 1982 de l'Instruction générale sur la signalisation routière du Québec stipule à l'article A.5.22 que l'éloignement du panneau par rapport au bord de la chaussée peut varier de 5 à 9 mètres (voir Annexe VII). Ces distances correspondent, selon le tableau 3.8.4.3.a des Normes, à des routes dont la vitesse varie de 80 km/h à 110 km/h. Sur les autoroutes, cette distance devrait toujours être de 9 mètres comme cela a été mentionné plus haut pour l'éloignement des piles de structures (voir p. 33).

L'article 3.8.1.6 des Normes spécifie une hauteur de 150 mm pour la partie du massif d'ancrage qui peut excéder du sol (voir Annexe IV). Cette spécification est différente de celle qui s'applique aux unités d'éclairage. Le chapitre 8.5 des Normes spécifie une hauteur de 75 mm pour la partie du massif d'ancrage qui peut excéder du sol (voir Annexe VI). Une correction devrait être faite pour qu'il n'y ait qu'une seule

hauteur spécifiée. Si la hauteur spécifiée pour les unités d'éclairage est justifiée pour la protection des usagers, elle devrait l'être également pour les panneaux latéraux.

Pour la section d'autoroute étudiée, neuf cas ont été mesurés. L'éloignement du panneau respecte l'Instruction générale. La hauteur du massif excédant le sol respecte également l'article 3.8.1.6 des Normes. Par ailleurs, on remarque que c'est surtout le troisième massif le plus éloigné du bord de la chaussée qui présente souvent une hauteur plus élevée (voir Annexe VIII, photo no: 20). A trois reprises, la hauteur a atteint 200 mm. Une attention particulière devrait être apportée à ce point afin d'appliquer ce qui est prescrit pour les massifs d'ancrage des unités d'éclairage à l'article 8.5.1.1: "... comme le massif ne doit jamais excéder de plus de 75 mm la surface du sol environnant, un tumulus est construit si nécessaire ...".

Sur la section de l'autoroute 20 Est entre la frontière de l'Ontario et Dorion, les poteaux des panneaux latéraux de signalisation qui sont trop près de la chaussée ont été protégés par une glissière de sécurité (voir Annexe VIII, photo no: 21). La glissière a été installée selon le jugement du concepteur sans norme précise.

Deux remarques peuvent être faites sur cette installation. Il faudrait se demander d'abord s'il n'aurait pas été préférable de déplacer les panneaux de signalisation en les éloignant suffisamment du bord de la chaussée pour respecter la norme car une glissière mal installée peut devenir un obstacle tout aussi dangereux pour l'utilisateur de la route. L'article 3.8.1.6 énumère différents moyens pour éviter de placer une glissière devant un obstacle. Parmi ceux-ci, l'élimination de l'obstacle est un des moyens envisagés. La seconde remarque concerne l'ancrage de ces poteaux qui est conçu de telle façon qu'il doit céder lors d'un impact pour diminuer les dommages au véhicule.

Une glissière de sécurité devant ces poteaux n'est peut-être pas justifiée car elle constitue, au contraire, un obstacle de plus à frapper au moment d'un accident. L'enlèvement d'un obstacle est préférable à l'installation d'une glissière de sécurité puisque cette dernière peut elle-même être dangereuse.

3.3.2 Les portiques de signalisation

Quant aux portiques de signalisation, l'Instruction générale sur la signalisation routière du Québec prévoit une protection si le portique n'est pas éloigné de la chaussée d'une distance de 9 mètres (voir Annexe VII).

Il n'y a aucune précision sur le type de glissière à installer lorsque la protection est nécessaire. Une note faisant référence au chapitre 3.8 des Normes devrait être ajoutée pour que l'utilisateur sache quel type de glissière installer et son mode d'installation.

En règle générale, selon des observations visuelles, une glissière de sécurité est installée devant les poteaux des portiques de signalisation (voir Annexe VIII, photo no: 22). Une seule mesure a été effectuée pour vérifier la conformité de la protection selon les normes. La protection correspondait au plan D-3812 cas C.

3.3.3 Les murs

Deux exemples de mur non protégé ont été rencontrés sur les autoroutes visitées (voir Annexe VIII, photos nos: 23 et 24).

Les normes sont muettes quant au type de protection qui doit être installé aux abords des murs. Sur le terrain, une glissière de sécurité est souvent installée à l'approche du mur et sur une certaine distance

le long du mur. Ce type de protection est différent de celui montré au plan D-3812 illustrant l'installation de la glissière devant un obstacle en bordure de la route. La glissière se continue alors sur une distance de 3.8 mètres au-delà de l'obstacle.

Il faudrait vérifier si la protection qui est généralement installée aux murs est suffisante ou si la protection illustrée au plan D-3812 serait préférable. Il faudrait aller plus loin en se demandant si la protection illustrée au plan D-3812 est excessive; c'est-à-dire est-ce vraiment nécessaire de poursuivre la glissière au-delà de l'obstacle car ce qui doit surtout être protégé, c'est l'arête de l'obstacle comme cela est fait dans le cas des murs. Cette interrogation pourrait s'appuyer sur le traitement qui est fait pour la protection des murs des tunnels. Ils sont considérés comme une longue glissière rigide et aucune autre glissière n'est alors installée devant le mur. Seules l'arête et l'approche du mur ont vraiment besoin d'être protégées par une glissière.

4. VALIDITÉ ET APPLICATION DES NORMES

Les taux de déficiences obtenus sur les glissières de sécurité amènent à se questionner sur la validité des normes et sur leur application.

4.1 Validité des normes

Quant à la validité des normes, le rapport de M. Pierre-Yves Dionne, ing. de la Division de la normalisation a démontré que les Normes sont "valides et conformes aux pratiques nord-américaines" (voir Annexe III).

La comparaison a été faite avec les normes de l'Ontario et de l'ARTC (Roads and Transportation Association of Canada). Les recommandations de l'AASHTO (American Association of State Highway and Transportation Officials) n'ont pas été utilisées pour la comparaison car les trois documents consultés ont été rédigés en s'appuyant sur ces recommandations.

Il y a des différences entre chaque norme quant à la méthode de calcul pour la justification de l'installation d'une glissière, mais les résultats obtenus sont les mêmes d'une norme à l'autre.

Les normes du Ministère concernant les glissières sont donc valides et reflètent l'état de la connaissance sur ce sujet actuellement. Cependant, pour que la norme continue à refléter cet état de la connaissance, elle doit être mise à jour régulièrement en tenant compte des études qui se publient régulièrement au Canada et aux États-Unis.

4.2 Application des normes

Considérant que les normes sur les glissières de sécurité sont valides, la question qui reste à résoudre est de savoir si elles sont

appliquées. L'application des normes peut se faire à deux étapes, lors de la construction d'une route et, par la suite, au cours des opérations d'entretien.

4.2.1 Étape de la conception des projets routiers

Les Normes ont été rassemblées et mises sous forme de cahier en 1980. Les routes qui ont été visitées ont toutes été construites à une période antérieure à la parution des Normes. Aucune autoroute construite depuis la parution des Normes n'a fait l'objet de l'étude. Il est donc impossible de vérifier si elles sont maintenant appliquées. Il est alors compréhensible, comme les résultats de cette analyse le démontrent, que les Normes ne pouvaient pas être appliquées au moment de la construction de ces routes. La seule recommandation qui peut être faite serait de souhaiter que les Normes soient au moins appliquées dans tout nouveau projet de construction routière.

Il faut noter, par ailleurs, qu'il existe une différence dans l'application des normes de protection des objets fixes entre la Direction des Structures et le Service des projets. Ces deux unités administratives n'ont pas le même souci quant à la protection des objets fixes.

Les portiques de signalisation, par exemple, sont généralement protégés par une glissière de sécurité. Cette pratique est automatique pour le Service des projets. Quant à la Direction des structures, le souci de protéger les structures n'est pas le même. M. Valérien Pomerleau, ing. de la Division de la normalisation a déjà noté cette différence dans une lettre adressée à M. Pierre Toupin, chef du Service de la planification du système routier:

... la protection des piliers de ponts sur les abords des routes ne fait pas l'objet de protection par l'unité administrative chargée de la conception des routes à moins d'avoir une demande spécifique à cet effet.

La Direction des structures ne prévoit pas de protection spéciale pour les piliers de pont ou de tout autre élément à moins que cette protection soit attachée à la structure ou en fasse partie intégralement.

La Direction des structures devrait être sensibilisée à la protection des structures. Des normes existent et leur application devrait être automatique.

4.2.2 Étape de l'entretien des routes

Comme il est mentionné plus haut, cette étude n'a pu évaluer l'application des normes sur des constructions récentes d'autoroute. Qu'en est-il alors de l'étape de l'entretien des routes ? Depuis que les Normes existent quant à la protection des objets fixes et malgré que les autoroutes étudiées ont été construites à une période précédant leur parution, des opérations d'entretien ont sûrement été effectuées sur ces autoroutes depuis 1980.

Les résultats de l'étude démontrent clairement le besoin de protection des objets fixes. La protection des approches de ponts montre un état de déficience alarmant qui constitue un danger pour l'usager de la route. La protection des piles des structures présente aussi plusieurs déficiences qu'il ne faut pas négliger. Cependant, il est impossible de vérifier si les Normes sont effectivement appliquées lors de l'entretien des routes. Il faudrait des données précises sur les endroits qui ont subi des opérations d'entretien (réparation ou reconstruction) depuis 1980 pour comparer si ces opérations ont été faites en respectant les Normes.

Il n'y a rien dans les Normes qui spécifie qu'elles ne sont pas applicables pour les opérations d'entretien. Les plans montrant l'installation des glissières aux approches de ponts et aux abords des obstacles peuvent servir autant lors de la préparation d'un projet routier que

lors de la réparation d'une glissière. Si la personne responsable des travaux d'entretien s'aperçoit qu'une glissière devant être réparée aux abords d'un objet fixe ne correspond pas aux Normes, il devrait s'appuyer sur celles-ci pour la réparer. C'est surtout à cette étape que les normes deviennent importantes pour corriger une installation de glissière qui n'a pas été faite selon des normes inexistantes à l'époque de son installation. Cependant, un problème peut survenir lorsque la réparation de la glissière ne touche qu'une petite section seulement. A ce moment-là, doit-on réparer la section défectueuse comme elle était auparavant sachant que ce n'est pas conforme aux Normes tout en conservant une situation dangereuse ou investir davantage d'argent pour réparer la glissière sur toute sa longueur conformément aux Normes assurant ainsi une meilleure protection pour les usagers de la route? La deuxième solution quoique plus coûteuse semble préférable quant à l'aspect sécuritaire.

Le respect des Normes dépend de la volonté du Ministère dans ce dossier. Cette volonté implique des coûts importants. Par exemple, il en coûterait, selon la Liste des prix des ouvrages d'infrastructures de transport, édition 1987, et tel que montré au tableau VII ci-après, 8 700 \$ pour qu'une approche de pont soit protégée avec le système minimal de glissière tel que montré au plan D-3814.

De plus, le tableau VIII ci-après donne le coût pour la protection des piles centrale et latérale d'une structure. Le coût s'élèverait à 4 700 \$. Dans ce dernier cas, pour le calcul des coûts, étant donné les différentes possibilités illustrées aux plans-types, l'hypothèse suivante a été adoptée. Le cas C du plan D-3812 montrant une glissière située à 300 mm de la pile a été choisi. Pour la pile centrale, le cas A du plan D-3813 a plutôt été privilégié. Il s'agit d'une pile située dans un terre-plein central ayant plus de 14 mètres. De plus, la largeur de la pile a été fixée à deux fois la largeur d'une voie de circulation. Il faut noter que le coût de la protection des piles d'une

TABLEAU VII

COÛT POUR LA PROTECTION MINIMALE D'UNE APPROCHE DE PONT SELON LES NORMES (plan D-3814)

(Liste et prix des ouvrages d'infrastructures de transport, Québec, mai 1987)

CODE	DESCRIPTION	LONGUEUR (m)	QUANTITÉ (Unité)	COÛT UNITAIRE (\$)	COÛT TOTAL (\$)
681200	G.T.O.G. semi-rigide, profilé sur poteaux de bois à 1.9 m c/c	5 X 22.860 = 114.30		49.75	5 686.43
681225	G.T.O.G. semi-rigide, profilé sur poteaux de bois à 0.95 m c/c	2 X 7.620 = 15.24		73.85	1 125.47
681230	Bout effilé de G.T.O.G. et plaque d'ancrage		2	188.48	376.96
681235	Bout rond de G.T.O.G. et système d'ancrage		2	284.00	568.00
681350	Bout effilé de G.T.O.G. et système d'ancrage au pont		4	225.70	902.80
					8 659.66

TABLEAU VIII

COÛT POUR LA PROTECTION DES PILES D'UNE STRUCTURE SELON LES NORMES (plans D-3812, cas C et D-3813, cas A)

(Liste et prix des ouvrages d'infrastructures de transport, Québec, mai 1987)

CODE	DESCRIPTION	LONGUEUR (m)	QUANTITÉ (Unité)	COÛT UNITAIRE (\$)	COÛT TOTAL (\$)
681200	G.T.O.G. semi-rigide, profilé sur poteaux de bois à 1.9 m c/c	1 X 22.860 = 22.860 1 X 15.240 = 15.240 1 X 7.300 = 7.300		49.75	2 637.75
681225	G.T.O.G. semi-rigide, profilé sur poteaux de bois à 0.95 m c/c	2 X 3.810 = 7.620 1 X 7.620 = 7.620 1 X 7.300 = 7.300		73.85	1 101.84
681230	Bout effilé de G.T.O.G. et plaque d'ancrage		2	188.48	376.96
681235	Bout rond de G.T.O.G. et système d'ancrage		2	284.00	568.00
					4 684.55

structure peut varier selon les différentes possibilités d'emplacement de la structure. Le coût qui est donné ici n'est donc qu'un exemple.

A partir des déficiences relevées sur les routes, il est possible, en extrapolant les résultats, d'évaluer les coûts pour réparer ces déficiences. Ces coûts s'élèveraient à plus de 2 M \$. Quelques réserves doivent cependant être faites sur l'évaluation de ces coûts.

Premièrement, dans le cas des ponts, trois calculs ont été faits. Un premier calcul tient compte de la somme des déficiences qui ont été observées. Les deux autres calculs tiennent compte de l'absence de transition graduelle de la rigidité et de la non fixation de la glissière au parapet du pont. Pour ces deux calculs, le pourcentage de la somme des déficiences a été retranché pour ne considérer que la déficience concernée. Dans les trois cas, le coût de la parabolite a été ajouté étant donné qu'il a été observé que cet élément était absent la plupart du temps. D'autres coûts qui n'ont pas été évalués doivent être ajoutés. Il s'agit des coûts pour l'enlèvement des glissières déficientes, les coûts pour l'installation des longueurs minimales de glissières et les coûts supplémentaires pour la réalisation des travaux effectués en milieu urbain.

Deuxièmement, dans le cas des piles de structures, deux calculs ont été faits. Selon l'hypothèse choisie, le premier évalue les coûts pour l'installation des glissières aux endroits où il n'y en a pas. Le deuxième calcul évalue seulement les coûts pour le renforcement de la glissière par un doublage des poteaux. D'autres coûts reliés aux longueurs efficaces des glissières et à ceux énumérés dans le cas des approches de ponts n'ont pas été évalués et doivent être ajoutés.

Ainsi, le montant de 2 M \$ n'est qu'une approximation des sommes à investir pour que la protection des approches de ponts et des piles de structures situées sur le réseau autoroutier correspondent aux normes

du Ministère. Seule une évaluation précise des déficiences à chacun des endroits pourra donner un montant exact car, dans certains cas, il faut tenir compte des glissières qui sont déjà en place.

Pour faciliter les opérations d'entretien, un guide pratique sur l'installation des glissières serait grandement approprié. Lors de cette étude, en plus du chapitre 3.8 des Normes qui traite spécifiquement des glissières, plusieurs parties d'autres chapitres ont dû être consultées pour regrouper l'ensemble des informations concernant les glissières: le chapitre 3.5; bordures et le chapitre 5.4; caractéristiques de conception des ponts-routes.

Toutes les informations concernant les glissières de sécurité devraient être réunies dans un seul et même document qui serait plus pratique et facilement utilisable. Une méthode précise de mise en place ainsi que les exigences du Cahier des charges et devis généraux pourraient aussi faire partie de ce guide. Une feuille de contrôle pourrait s'y ajouter pour que le responsable de l'entretien puisse vérifier sur les lieux si les exigences des Normes sont respectées lors de la mise en place d'une glissière. Cette feuille devrait être signée par le vérificateur pour s'assurer du respect des exigences de mise en place d'une glissière.

5. CONCLUSION ET RECOMMANDATIONS

5.1 Profil global de la situation

Deux types d'objets fixes ont plus particulièrement été étudiés. Il s'agit des approches de ponts et des piles de structures surplombant les autoroutes.

Le besoin en matière de glissière de sécurité a été vérifié en se référant aux Normes du ministère des Transports du Québec sur le réseau autoroutier rural seulement; 23 % du réseau autoroutier a été visité.

Les sections de route qui ont été étudiées sont décrites au tableau II (voir p. 15). Soixante-quatorze pour-cent (74 %) des ponts et 57 % des structures situées sur les autoroutes visitées ont fait l'objet de mesures précises.

A la lumière des résultats, il appert que les approches de ponts sont moins bien protégées que les piles de structures. Au niveau de la protection, pour l'ensemble des autoroutes visitées, le tableau IX ci-après montre que 49 % des approches de ponts ne rencontrent pas les Normes comparativement à 37 % pour les piles de structures protégées avec des glissières.

Pour avoir une meilleure image de l'importance des déficiences des glissières de protection sur ces obstacles, il suffit de prendre les résultats obtenus aux tableaux III, V et VI pour chaque caractéristique analysée.

TABLEAU IX

PROFIL GÉNÉRAL DES DÉFICIENCES OBSERVÉES SUR LES GLISSIÈRES INSTALLÉES
AUX APPROCHES DE PONTS ET AUX STRUCTURES

NO AUTOROUTE	TRONÇON	LONGUEUR (KM)	DÉFICIENCES OBSERVÉES SUR LES GLISSIÈRES		
			A APPROCHES DE PONTS (%)	B STRUCTURES (%)	A et B MOYENNE DES DÉFICIENCES (%)
15 Sud	Ste-Agathe-Sud - St-Sauveur-des-Monts	23	66	19	43
20 Ouest	St-Rédempteur - Val-Alain	50	53	33	50
20 Ouest	Drummondville - Ste-Rosalie (sortie 141)	40	50	13	39
20 Est	Frontière Ontario - Dorion	33	50	28	39
20 Est	Lévis - Cap-St-Ignace	64	69	56	63
20 Ouest	La Pocatière - Cap-St-Ignace	50	58	79	69
40 Est	Joliette - Pointe-du-Lac (sortie 192)	66	31	68	50
40 Est	La Pérade - St-Augustin	72	38	33	35
73 Sud	Charney - Ste-Marie de Beauce	39	31	--	16
TOTAL		437			
Moyenne sur l'ensemble des routes (%)			49	37	46

Dans le cas des ponts, l'importance des déficiences observées est la suivante:

Absence de transition graduelle de la rigidité (a)	86 %
Glissière non fixée au parapet ou au garde-fou (b)	57 %
Hauteur non conforme de la glissière par rapport à la chaussée (c)	36 %
Section manquante à la sortie du pont	15 %
a, b et c au même endroit	29 %

Dans le cas des structures, l'importance des déficiences se lit comme suit:

Absence de protection à la pile en bordure de la chaussée	72 %
Absence de protection à la pile dans le terre-plein central	39 %
Absence de glissières des deux côtés à la fois	9 %
Hauteur non conforme de la glissière (b)	69 %
Dégagement latéral non conforme entre la glissière et la pile en bordure de la chaussée (a)	38 %
Dégagement latéral non conforme entre la glissière et la pile dans le terre-plein central (a)	11 %
a et b au même endroit	10 %

On peut remarquer que certaines déficiences sont plus importantes que d'autres. De plus, les pourcentages sont assez élevés quant à la somme de certaines déficiences au même endroit.

Le profil de la situation pour chacune des autoroutes visitées sur les glissières installées pour protéger les deux types d'objets fixes étudiés est dressé au tableau VIII. Les taux de déficiences observés sur les glissières pour les deux types d'objets fixes pour chaque route varie de 16 % à 69 %. C'est ainsi que sur l'autoroute 73 Sud entre Charny et Ste-Marie de Beauce, 16 % des approches de ponts et des piles

de structures ne sont pas protégées selon les Normes; tandis que sur l'autoroute 20 Ouest entre La Pocatière et Cap-St-Ignace, le pourcentage d'approches de ponts et de structures qui ne sont pas protégées selon les Normes est de 69 %.

5.2 Étude de l'ensemble du réseau routier

Les conclusions qui ressortent des résultats obtenus peuvent s'appliquer également à l'ensemble du réseau routier à l'entretien du Ministère. Ce qui permet d'élargir la portée des conclusions est le fait que les autoroutes devraient être construites selon des standards beaucoup plus élevés que les autres routes. Ainsi si une déficience est notée sur une autoroute, il y a de fortes probabilités pour que cette même déficience se rencontre sur une route provinciale ou régionale. Seule une étude approfondie de l'ensemble du réseau pourrait donner une meilleure image de la situation sur toutes les routes du Québec.

Vue l'ampleur des réseaux provincial et régional, cette étude pourrait être effectuée en collaboration avec la Direction générale des opérations. Une telle étude permettrait d'évaluer exactement les coûts nécessaires à la correction des déficiences des glissières installées aux abords des objets fixes et protégeant les usagers de la route. Une attention particulière devrait être apportée à l'étude du réseau urbain. Cette partie du réseau a été écartée de cette étude pour les raisons énumérées plus haut (voir section 2.1, p. 14) mais les mêmes déficiences observées sur les glissières s'y rencontrent également. La situation y est peut-être plus grave étant donné le flux élevé de circulation.

5.3 Programme d'intervention

Le système de protection constitue un tout dont aucun élément ne peut être dissocié. Pour qu'une glissière remplisse son rôle, tous les

éléments constituant le système protecteur doivent être réunis. C'est la raison pour laquelle un programme d'intervention ne peut se limiter à résoudre les déficiences les unes après les autres. Une intervention majeure doit être entreprise pour résoudre toutes les déficiences qui se présentent sur un type d'objet fixe. Ce programme d'intervention pourrait tenir compte de l'importance des déficiences sur un type d'objet fixe sur chacune des routes en prenant en considération le flux de circulation et le tracé de la route. Le programme pourrait s'attaquer, au départ, aux endroits où aucune protection n'est installée et où le danger est élevé. Par la suite, le programme pourrait s'orienter à corriger les déficiences des installations déjà en place.

5.4 Tests supplémentaires

Même si les Normes sur les glissières de sécurité sont valides et comparables avec celles de l'Ontario, du Canada et des États-Unis, les glissières ont été conçues pour des véhicules de 2000 kg roulant à 100 km/h heurtant la glissière avec un angle de 25 degrés.

D'autres tests comportant d'autres caractéristiques de poids, de vitesse et d'angle d'impact pourraient être effectués pour vérifier le comportement des glissières lorsque d'autres conditions se présentent. Il serait possible de vérifier si les normes sont valides pour un seul ensemble de conditions ou pour plusieurs.

Cependant, comme ces tests sont très coûteux, les résultats de ceux effectués régulièrement au Canada et aux États-Unis pourraient être utilisés pour que les normes reflètent l'évolution de la connaissance dans ce domaine.

5.5 Rapports d'accidents

Différentes conditions se retrouvent lors des accidents avec des objets fixes. Les rapports d'accidents devraient fournir des renseignements

sur la vitesse, l'angle d'impact et le poids du véhicule. Ces renseignements utiles sur les circonstances de l'accident n'apparaissent pas présentement dans les rapports d'accidents. Ces données serviraient à vérifier le comportement de la glissière avec les normes ce qui servirait, par la suite, à corriger les normes pour que le dispositif de protection des objets fixes puisse protéger correctement les usagers de la route lors d'un impact avec un objet fixe.

Des statistiques sur les accidents où il y a eu collision avec un objet fixe ont été fournies par le Service des relevés techniques. Ces statistiques n'ont pu être utilisées à cause de l'imprécision de la définition des termes utilisés pour définir un objet fixe. Il est très difficile de savoir si un mur et un pilier de structure sont des objets différents ou si un garde-fou est différent d'une clôture.

Une plus grande précision lors de la compilation des renseignements sur les lieux d'accidents faciliterait l'utilisation des statistiques sur les accidents. A partir de ces statistiques, il serait possible de déterminer les types d'objets fixes qui requièrent le plus de protection ou bien si la protection installée près d'un objet fixe s'est comportée selon les normes.

S'il le faut, des équipes de spécialistes pourraient être formées pour se rendre sur les lieux d'accidents et cueillir les informations nécessaires à l'étude du comportement des glissières.

5.6 Corrections aux normes

Quelques corrections notées dans cette étude devraient être faites pour faciliter la compréhension des normes sur l'installation des glissières de sécurité et éviter les contradictions entre les différents chapitres traitant de ce sujet:

- a) Article 3.8.1.4: ajouter les numéros des plans D-5421 et D-5422 du chapitre de conception des ponts montrant l'attache de la glissière au parapet.
- b) Article 3.8.1.6: corriger la hauteur de la partie exposée hors du sol d'une base de béton pour qu'elle soit conforme avec celle prescrite pour les unités d'éclairage à l'article 8.5.1.1.
- c) Article 5.4.2.2: recommander une distance minimale de 9 mètres pour le dégagement latéral de l'obstacle par rapport au bord de la chaussée sur les autoroutes.

Ajouter une note pour référer au chapitre 3.8 sur la méthode de protection des objets fixes.

Identifier la façon de protéger les piles de structures lorsque les bretelles d'entrée et de sortie ^{celles-ci sont connectées} ~~coïncident la structure entre elles.~~

- d) Article 5.4.4.5: Ajouter une note sur la procédure à suivre pour attacher la glissière au parapet quand le pont a un chasse-roue trop large.
- e) Article 8.5.1.1: ajouter une note pour les massifs d'ancrage des panneaux de signalisation.
- f) Article A.5.22 de l'Instruction générale sur la signalisation routière du Québec: préciser la référence au chapitre 3.8 pour le type de glissière à utiliser pour la protection des portiques de signalisation.

- g) Plan D-3812: préciser la protection d'une pile de structure et d'un mur.
- h) Plan D-3814: préciser le type de bordure à utiliser à l'approche d'un pont.
- i) Plans D-6402 et D-6404: remplacer la bordure surélevée par une bordure abaissée.
- j) Établir la concordance entre la hauteur de la glissière et la hauteur de l'attache au parapet (plans D-3801A, D-3802A, D-5420, D-5421 et D-5422).

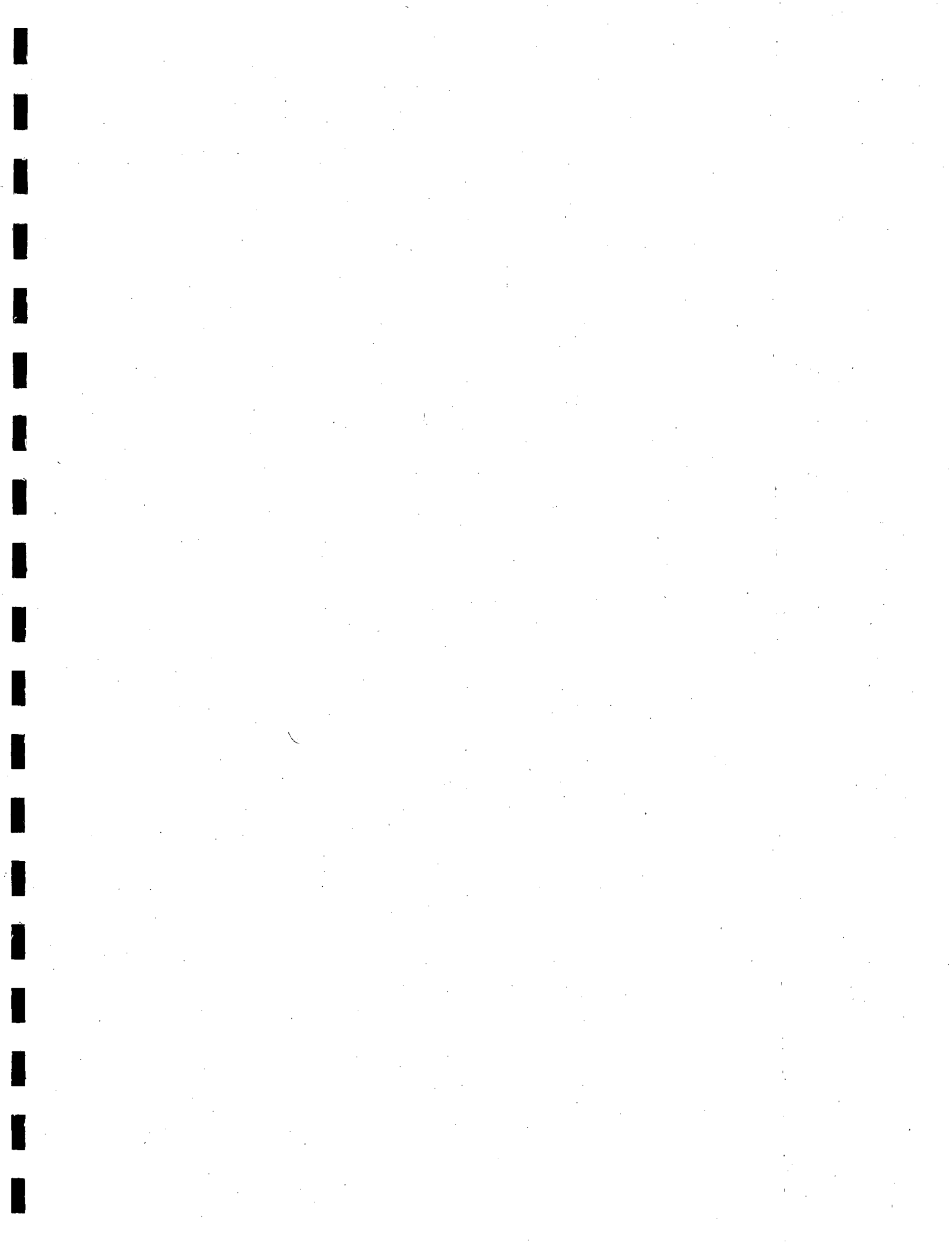
5.7 Recommandations

A la suite de cette étude, les principales recommandations sont les suivantes:

1. Faire un relevé complet de tout le réseau autoroutier pour connaître la situation globale de l'état de la protection des objets fixes pour pouvoir pallier aux déficiences et rendre la protection des objets fixes conforme aux normes du Ministère. Ce relevé pourra être effectué en collaboration avec la Direction générale des opérations.
2. Faire les corrections qui ont été énumérées à la section 5.6.
3. Mettre à jour régulièrement les Normes selon les résultats d'études faites en ce domaine.
4. Élaborer un guide pratique sur l'installation des glissières dans lequel seraient rassemblées toutes les informations concernant les

normes de justification et d'application d'une protection pour les objets fixes et les approches de ponts. Une méthode précise de mise en place ainsi qu'une feuille de contrôle pour la vérification des normes pourraient y être ajoutées.

5. Respecter les Normes sur la protection des objets fixes lors de la préparation des projets routiers et des projets de structures.
6. Respecter les Normes sur la protection des objets fixes lors des opérations d'entretien.
7. Colliger dans les rapports d'accidents impliquant des objets fixes toutes les informations qui peuvent servir à la vérification du comportement de la glissière lors de la collision afin d'ajuster les Normes aux situations se présentant en réalité.
8. Préparer un programme d'intervention concernant la protection des approches de ponts et des piles de structures en considérant le niveau de déficience sur chacune des autoroutes et en tenant compte des affectations budgétaires reflétant les préoccupations du Ministère face à ce problème.
9. Mettre sur pied un Comité réunissant les Directions générales du génie et des opérations qui aurait pour tâches:
 - élaborer le guide pratique sur l'installation des glissières.
 - préparer le programme d'intervention sur les autoroutes.
 - effectuer sur les réseaux provincial et régional un relevé des déficiences de la protection des objets fixes et des approches de ponts.



A N N E X E VIII

Photographies des déficiences observées sur les objets fixes

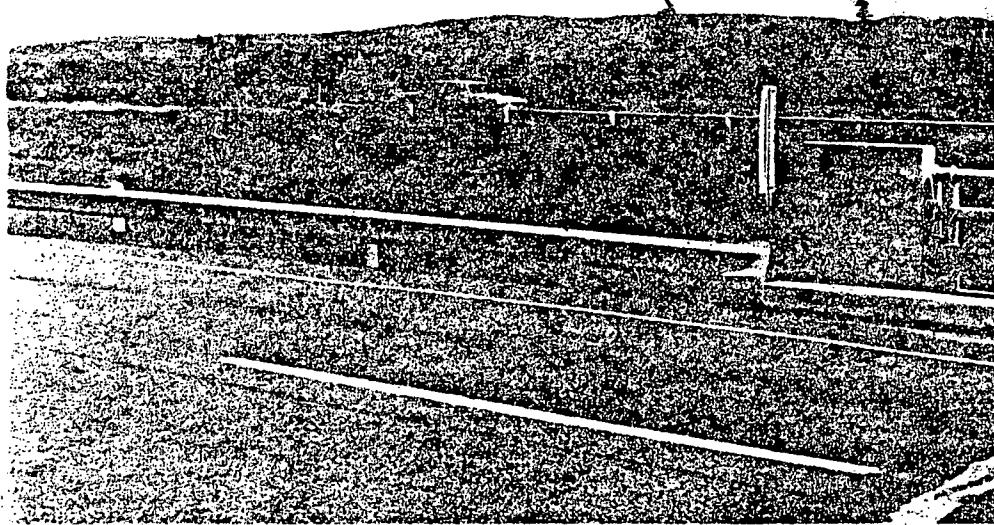


Photo: 1
Lieu : Autoroute 73

Type de problème: Absence de renforcement. L'espacement des poteaux est trop grand.

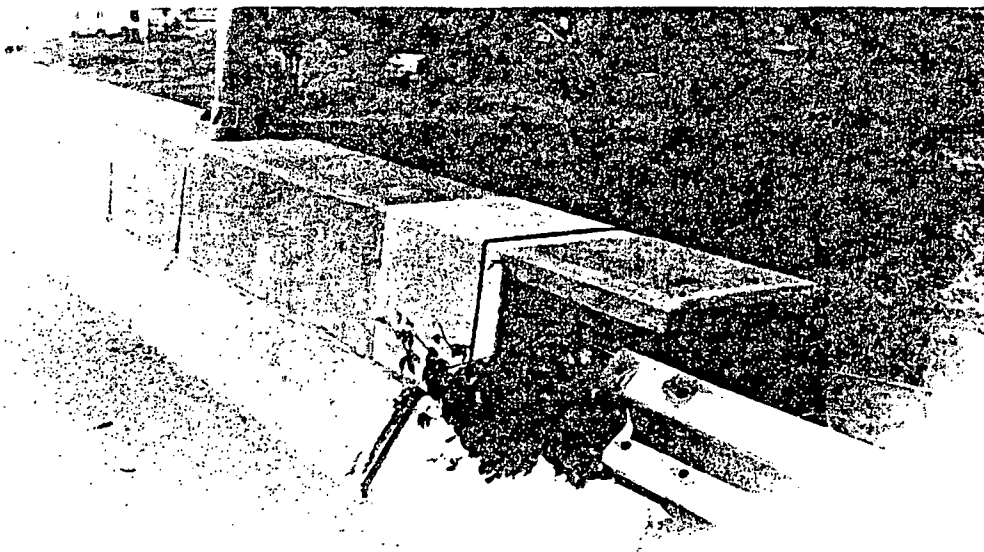


Photo: 2
Lieu : Autoroute 15 Sud

Type de problème: Glissière appuyée et non fixée sur le parapet du pont

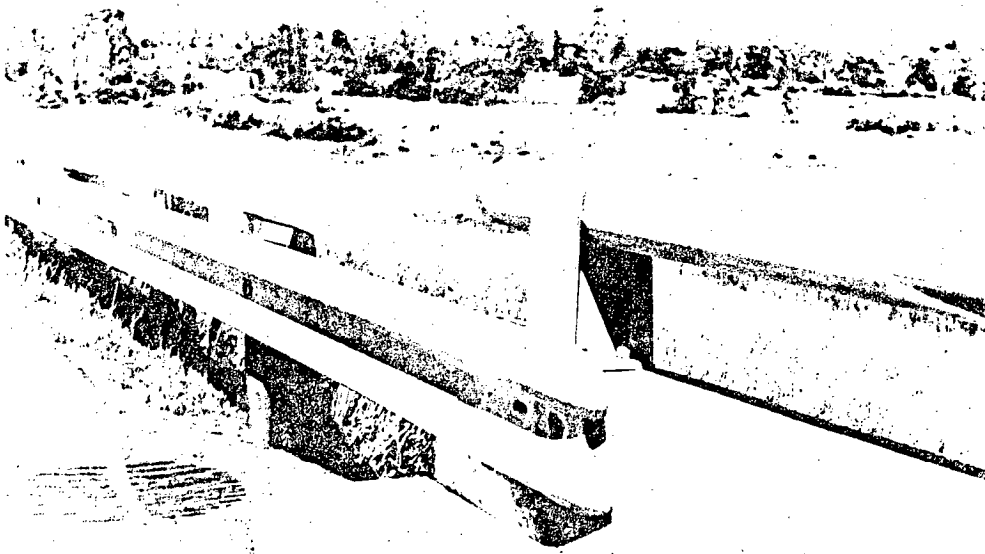


Photo: 3
Lieu : Autoroute 20 Est

Type de problème: Glissière appuyée et non fixée sur le parapet du pont

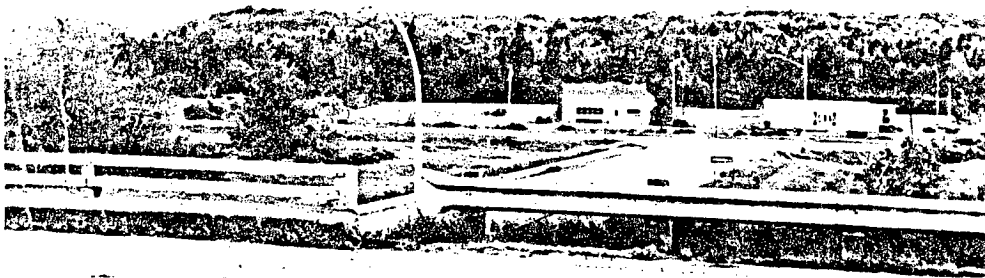


Photo: 4
Lieu : Autoroute 20 Ouest
entre Québec et
Montréal

Type de problème: Glissière non fixée au parapet du pont

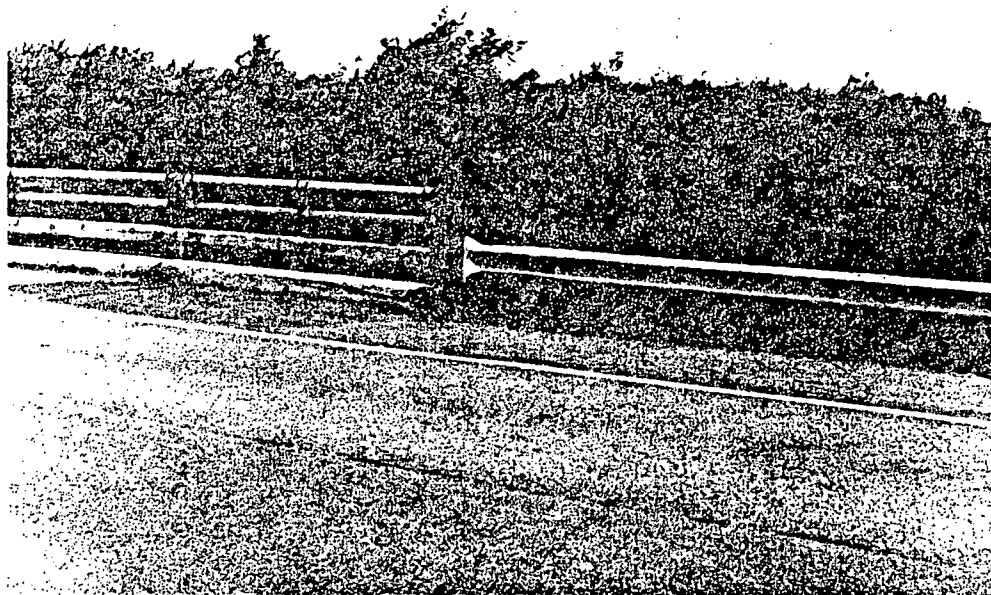


Photo: 5
Lieu : Autoroute 20 Ouest
entre Rivière-du-
Loup et Québec

Type de problème: Glissière non fixée au parapet du pont

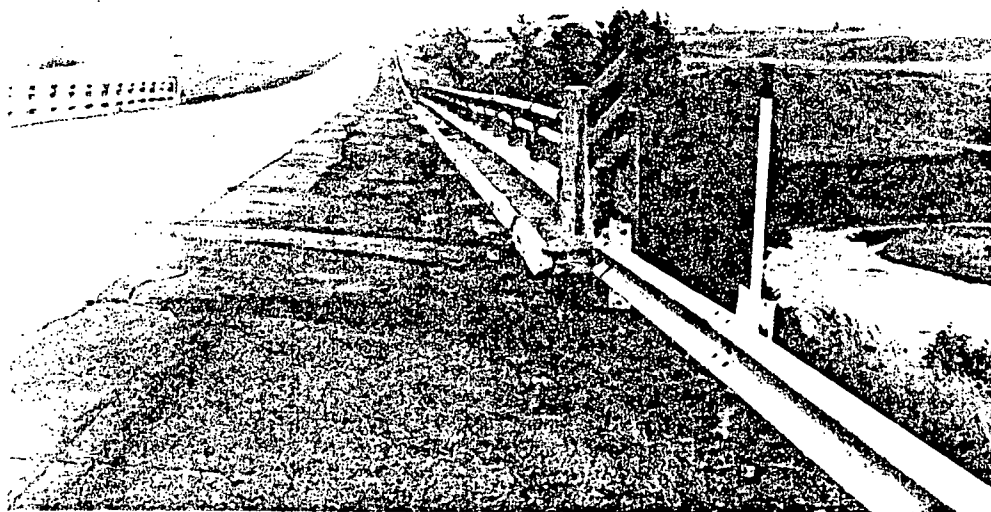


Photo: 6
Lieu : Autoroute 20 Ouest
entre Rivière-du-
Loup et Québec

Type de problème: Glissière trop basse et située trop vers l'arrière.
Le début du chasse-roue devient un obstacle.

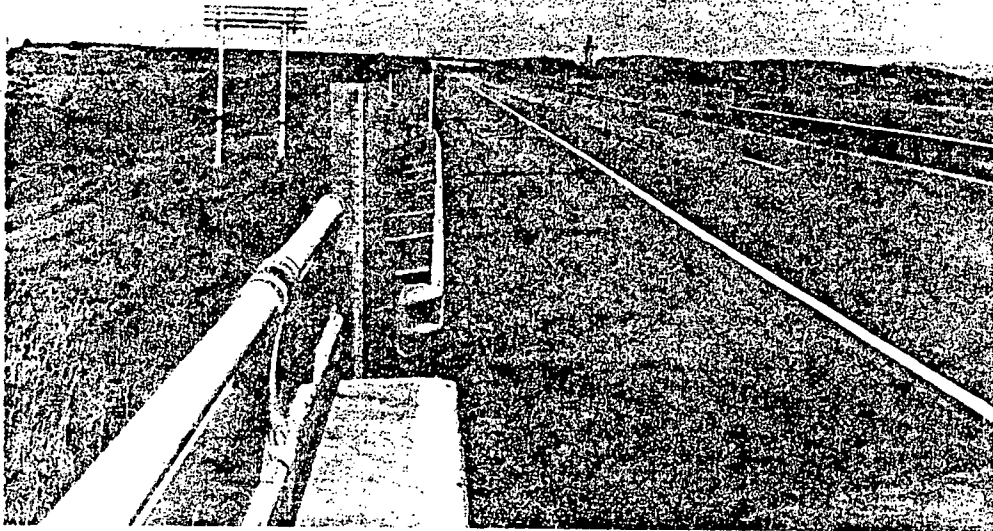


Photo: 7
Lieu : Autoroute 20 Ouest
entre Rivière-du-
Loup et Québec

Type de problème: Glissière non fixée au garde-fou du pont due
à la présence d'un chasse-roue trop large.

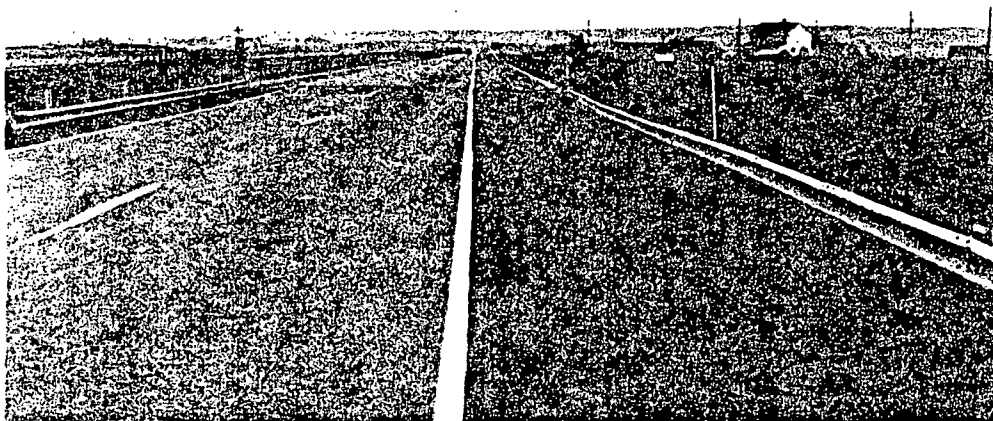


Photo: 8
Lieu : Autoroute 20 Est
entre Québec et
Rivière-du-Loup

Type de problème: Glissière trop basse

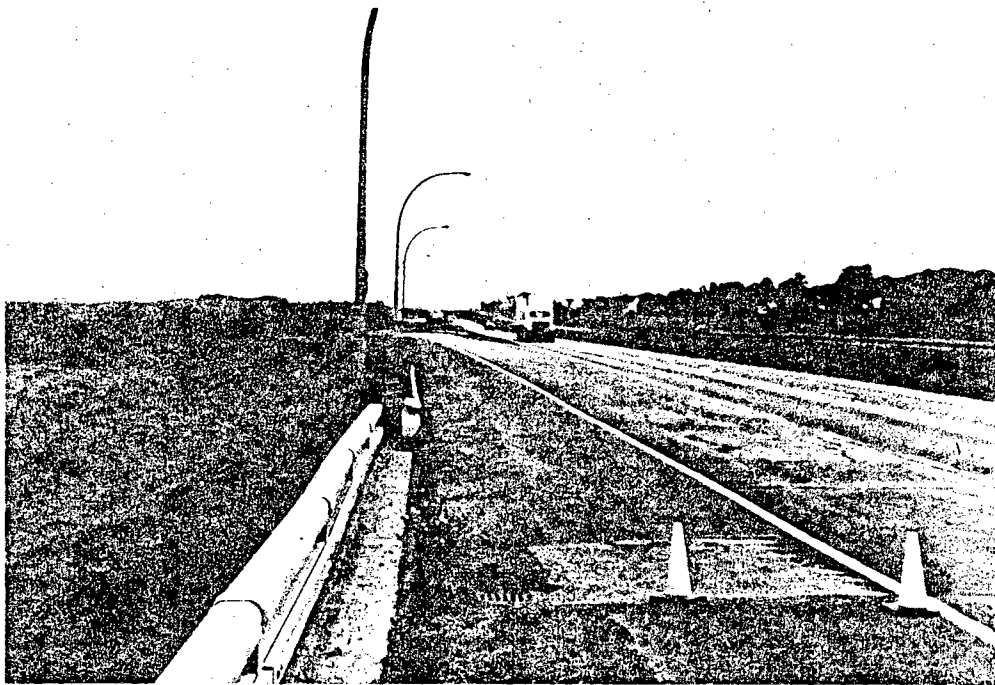


Photo: 9
Lieu : Autoroute 20 Ouest

Type de problème: Garde-fou du pont trop bas

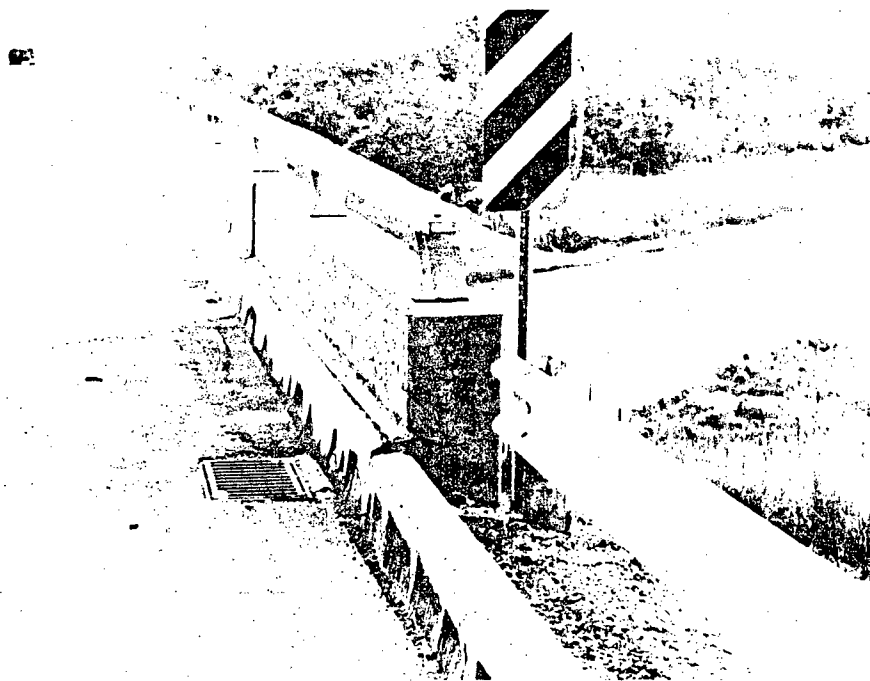


Photo: 10
Lieu : Autoroute 40 Est

Type de problème: Bordure surélevée (ciment)

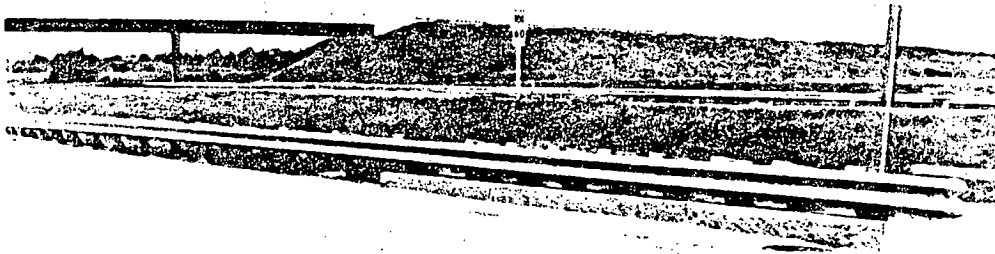


Photo: 11
Lieu : Autoroute 40 Est

Type de problème: Bordure surélevée (granit)

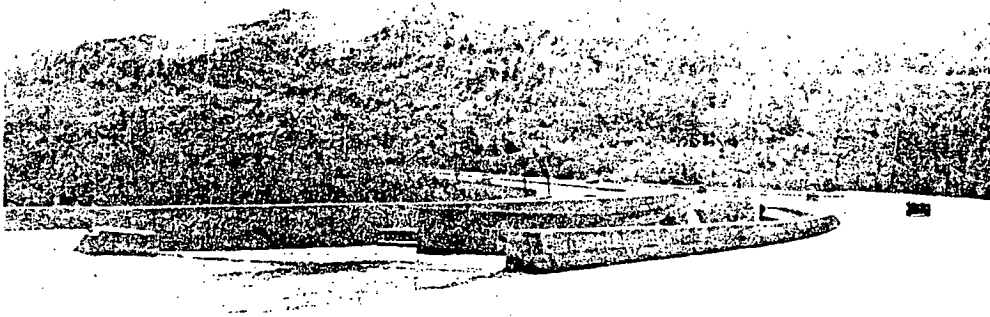


Photo: 12
Lieu : Autoroute 15 Sud

Type de problème: Glissière manquante à l'entrée du pont

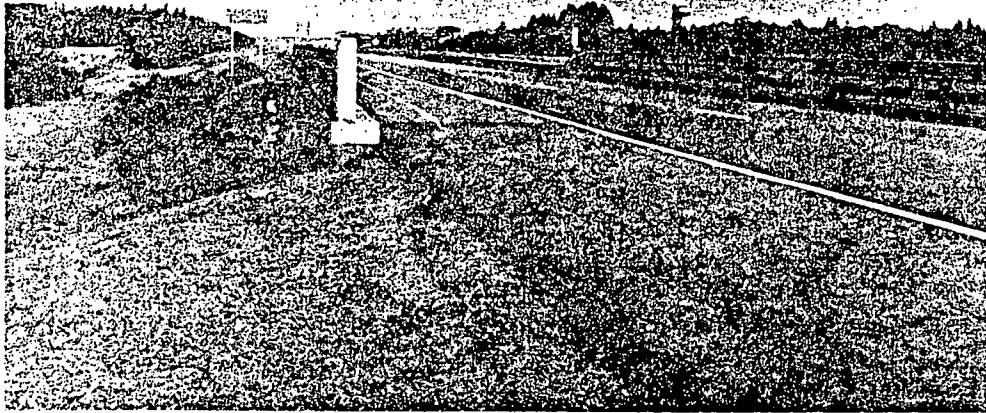


Photo: 13
Lieu : Autoroute 73 Sud

Type de problème: Glissière manquante à la sortie du pont

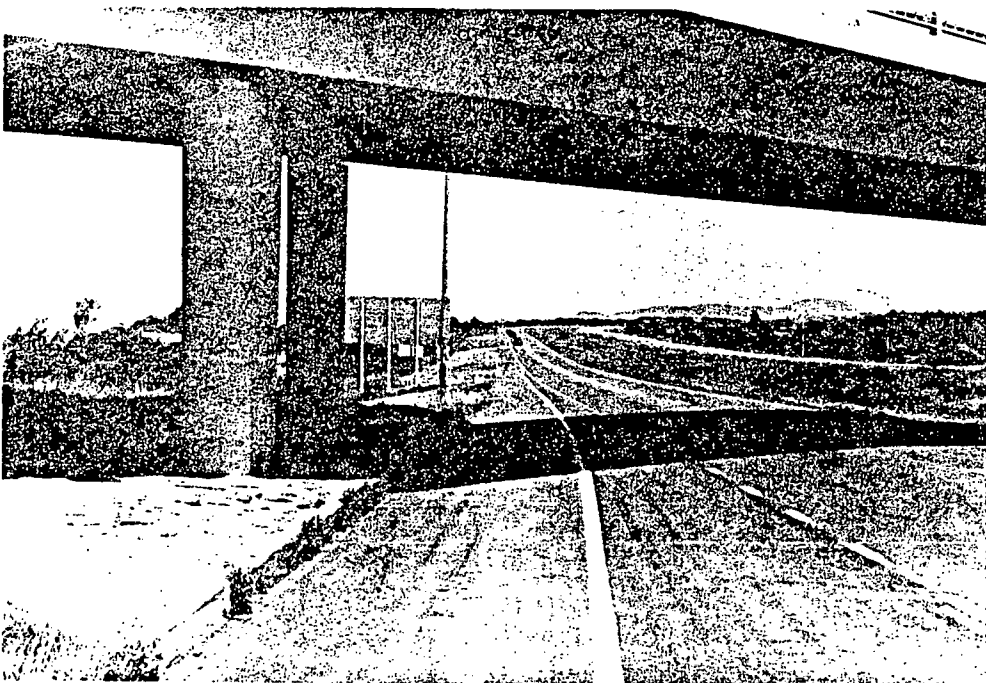


Photo: 14
Lieu : Autoroute 20 Ouest
entre Rivière-du-
Loup et Québec

Type de problème: Piles de structure non protégées
Bordure surélevée

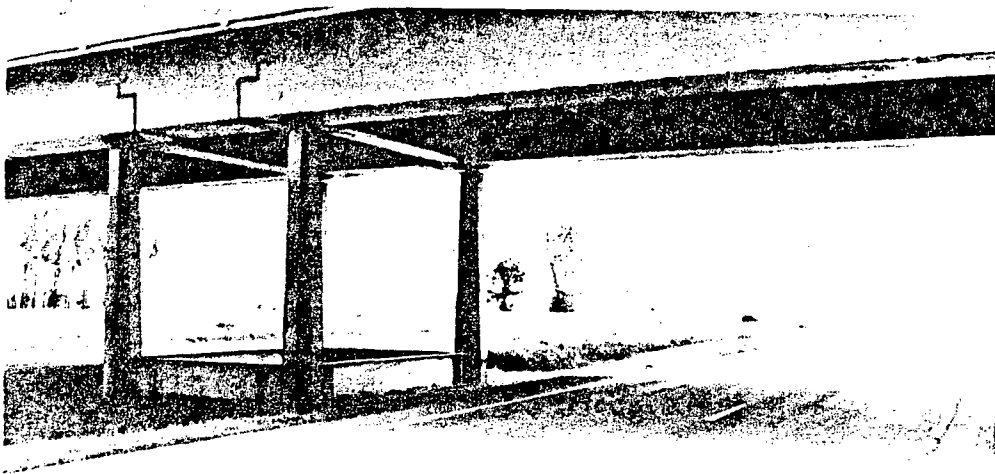
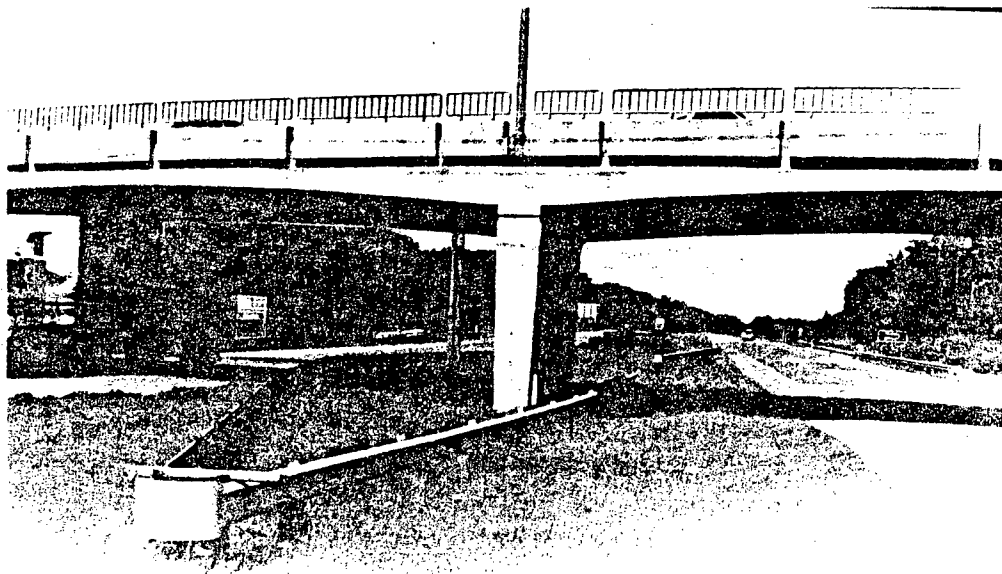
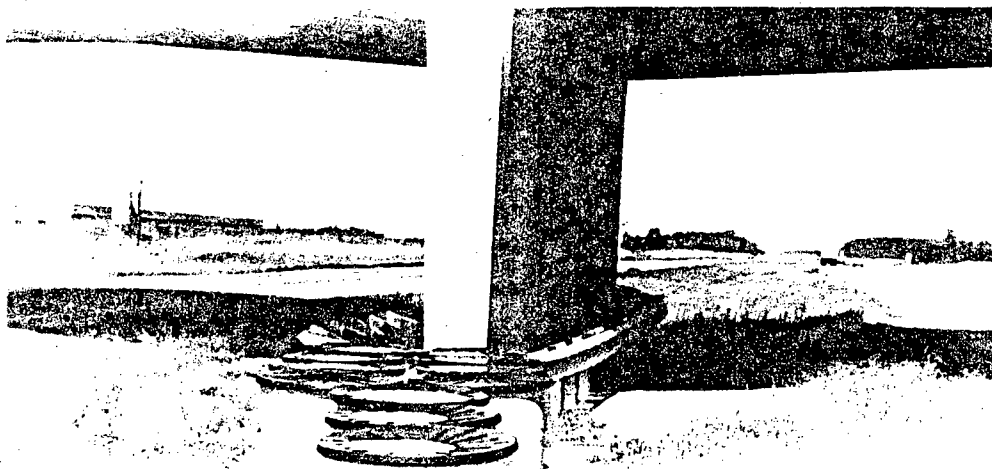


Photo: 15
Lieu : Autoroute 40 Est

Type de problème: Pile de viaduc non protégée



Photos: 16 et 17
Lieu : Autoroute 20 Est
Ontario - Montréal



Pile de structure bien protégée

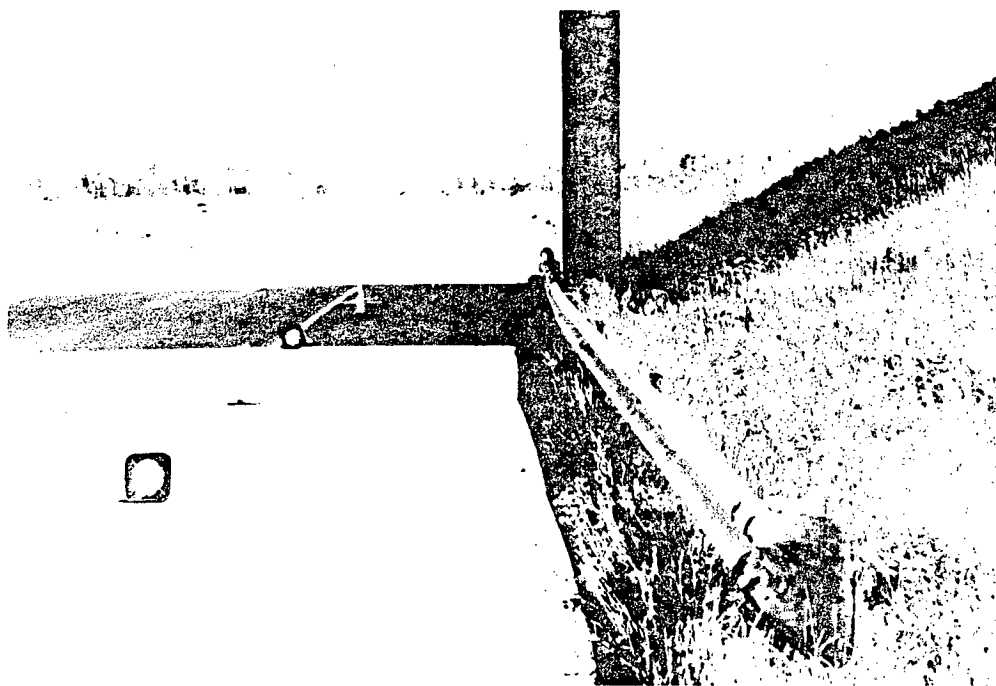


Photo: 18
Lieu : Autoroute 40 Est

Type de problème: Dégagement latéral entre la glissière et l'objet fixe non respecté

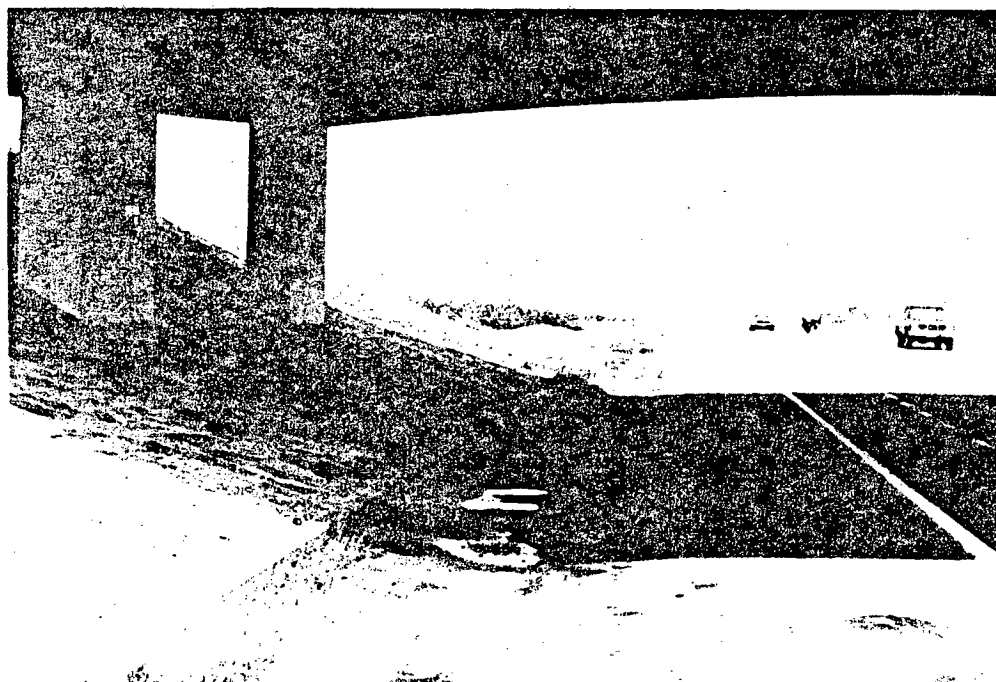


Photo: 19
Lieu : Autoroute 73 Sud

Type de problème: Bordure surélevée au pied du talus pour la structure

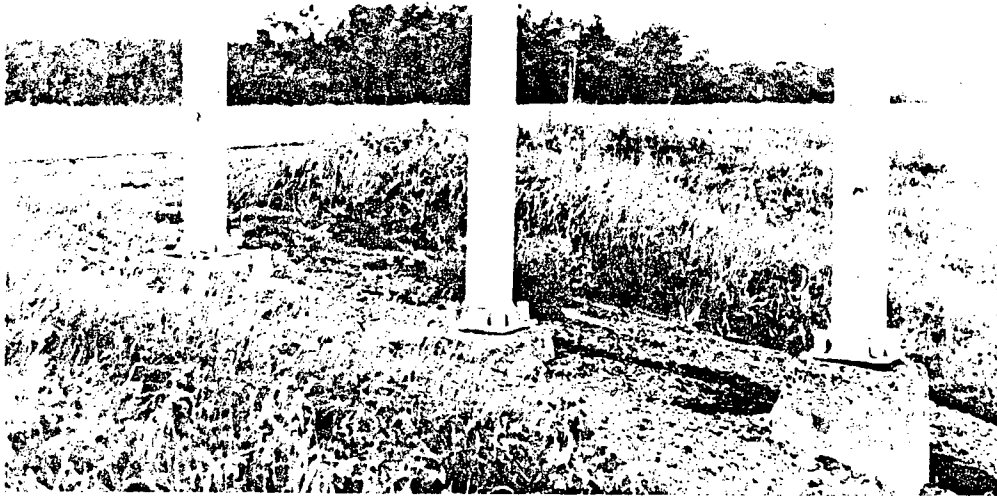


Photo: 20
Lieu : Autoroute 20 Ouest

Type de problème: Massif d'ancrage surélevé



Photo: 21
Lieu : Autoroute 20 Est
Ontario - Montréal

Objet fixe protégé par une glissière.
(le déplacement de l'objet fixe pourrait être considéré)

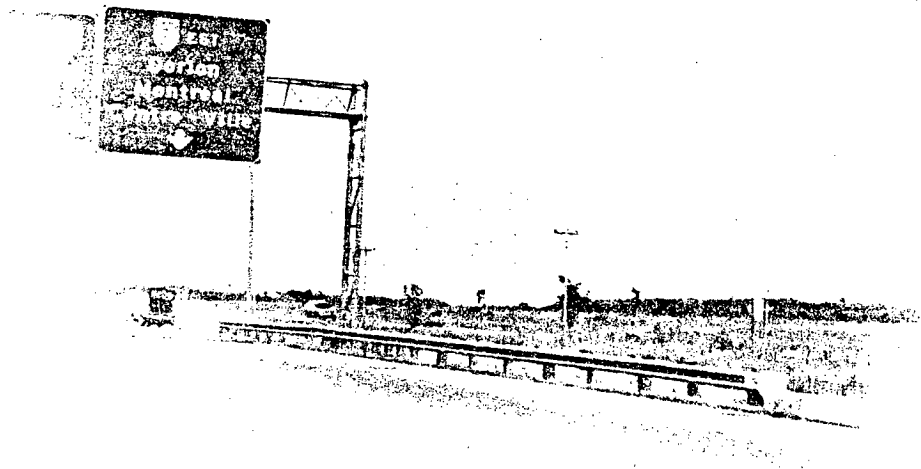


Photo: 22
Lieu : Autoroute 20 Est
Ontario - Montréal

Protection d'un portique de signalisation



Photo: 23
Lieu : Autoroute 15 Sud

Type de problème: Mur latéral non protégé par une glissière

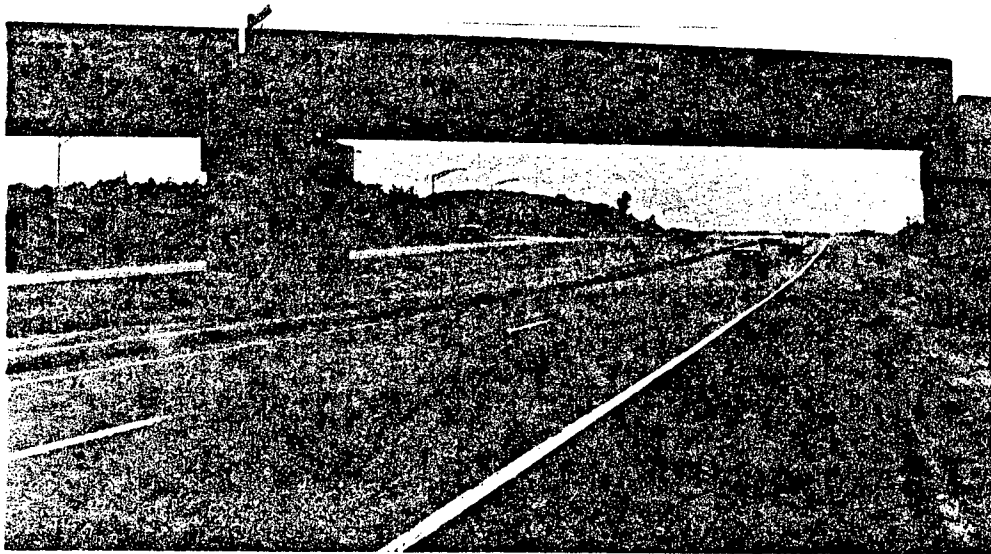
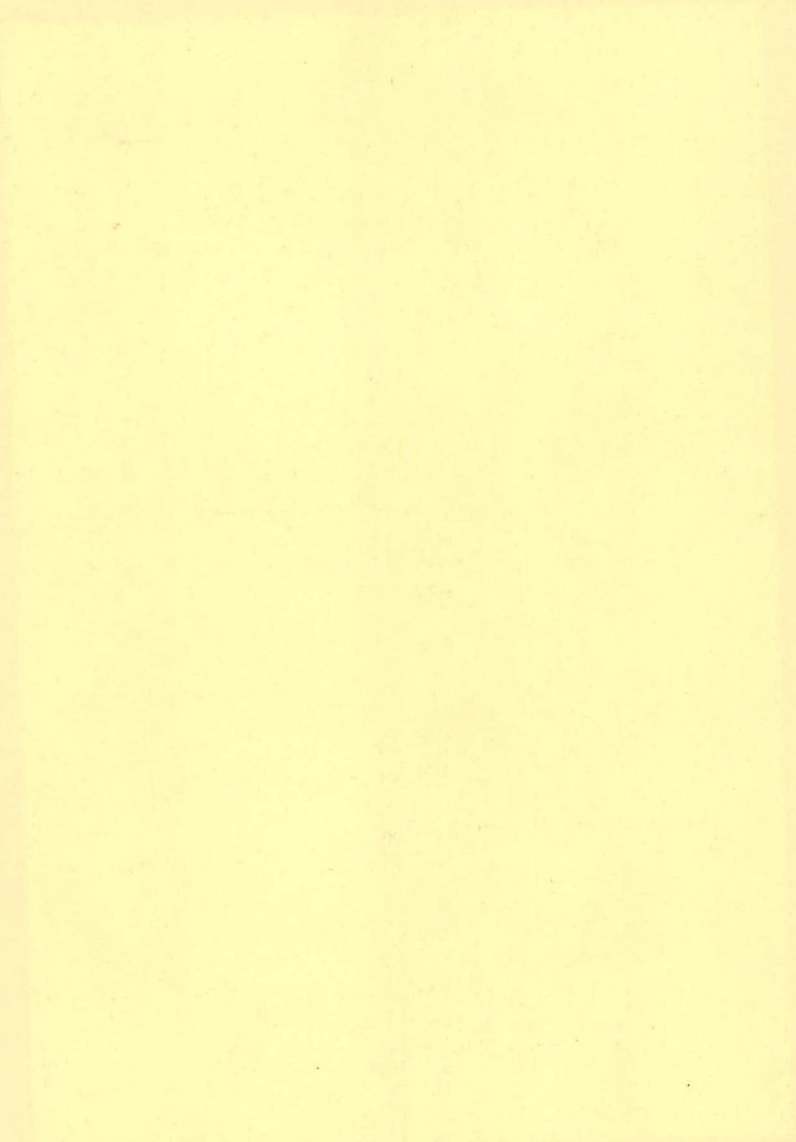


Photo: 24
Lieu : Autoroute 20 Est

Type de problème: Mur latéral non protégé par une glissière.



MINISTÈRE DES TRANSPORTS



QTR A 048 914