

INFLUENCE DU GEL SUR LA QUALITE  
DE ROULEMENT D'UNE ROUTE  
FORTEMENT FISSUREE

CANQ  
TR  
GE  
EN  
369

Ministère des Transports  
Direction expertises et normes  
**Service des sols et chaussées**

371849



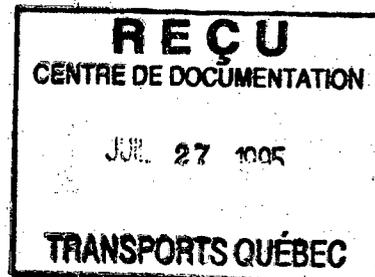
Gouvernement du Québec  
Ministère  
des Transports

INFLUENCE DU GEL SUR LA QUALITE  
DE ROULEMENT D'UNE ROUTE  
FORTEMENT FISSUREE

Par: Georges-O. Légaré, t.d.

et

Pierre De Montigny, ing.



QTRD  
CAWQ  
TR  
GE  
EN  
369

## I) INTRODUCTION

Le présent rapport fait suite à une étude effectuée par le Service des Sols et Chaussées sur la route 138, dans la municipalité de St-Tite des Caps, au cours des hivers 1975-76 et 1976-77. Il montre l'influence du gel sur la qualité de roulement et notamment l'amélioration graduelle de cette qualité à mesure que le dégel progresse au printemps.

La profondeur de gel ou de dégel prévalant au moment de la conduite des divers relevés mentionnés dans la présente étude était obtenue au moyen d'un tube de gel (photo 1) situé à l'intérieur du tronçon analysé, environ 0.30 mille à l'ouest de l'hôtel du Capitaine (voir figure 2).

## II) ASPECT DE LA CHAUSSEE

Divers relevés menés en hiver ont révélé la présence en premier lieu de plusieurs fissures longitudinales ouvertes (photos 3, 4 et 5), en second lieu de cahots ou ondulations résultant du gel (photo 3) et fréquemment reliés à des zones déblai-remblai et enfin de fissures transversales généralement accompagnées de soulèvements abrupts ou d'autres dénivellations (photos 4 et 5). Ces dénivellations au voisinage immédiat des fissures constituent une cause majeure de la mauvaise qualité de roulement en hiver. Un examen attentif des photos placées en annexe combiné à l'étude des résultats Mays représentés à la figure 2 témoignent d'ailleurs de ce phénomène:

- a) Les secteurs photographiés le 19 mars 1976 alors que la chaussée était gelée (photos 4, 5 et 6) paraissent nettement plus ondulés que ceux photographiés le 14 avril 1976 alors que le dégel avait atteint quelque 26 pouces (photos 1 et 2) de profondeur. Pourtant, tous ces secteurs affichaient en hiver des indices Mays (fig. 2) comparables même si celui représenté par la photo 1 était un peu meilleur.
- b) Les photos 4 et 5 sont typiques de plusieurs tronçons routiers affectés de fissures transversales recoupant toute la largeur de la chaussée et donnant lieu à des soulèvements abrupts à leur voisinage. De telles fissures occasionnent fréquemment des pertes importantes de la qualité de roulement en hiver.
- c) La photo 6 prise dans un secteur où la qualité de roulement devient très pauvre en hiver (indice Mays de l'ordre de 80) indique qu'il s'agit en même temps d'un secteur recoupé de très nombreuses fissures transversales.

### III) RELEVES DE PROFILOMETRIE (Mays)

#### A- Période de dégel 1976

Les mesures de roulement ont débuté le 19 mars 1976 à l'aide d'un roulemètre Mays. Elles visaient à déterminer les variations du confort de roulement à mesure que le dégel pénétrait dans la chaussée.

A cause des changements brusques de température qui prévalurent au cours des jours suivants et des conséquences évidentes et rapides de tels changements sur la qualité de roulement, il parut nécessaire d'avoir parfois recours à plusieurs relevés dans une même semaine. Les résultats obtenus apparaissent au tableau I pour ce qui est de la voie en direction est et au tableau II pour ce qui est de la chaussée en direction ouest.

On notera que l'amélioration du confort de roulement s'est faite sentir principalement lors du dégel de la partie supérieure de la chaussée, l'indice moyen pour tout le tronçon analysé passant alors de 58 (19 mars) à 35 (29 mars, 19½" de dégel). Par la suite, cet indice déclina lentement pour se situer aux alentours de 19 au cours de l'été 1976.

On constate donc que lorsque le dégel avait atteint 19½ po de profondeur, l'indice Mays avait déjà franchi 59% de l'écart qui existe entre la valeur de fin d'hiver (58) et celle d'été (19).

## B- Hiver 1976-77

Afin de nous assurer de l'exactitude des résultats obtenus au cours du printemps 1976, nous avons repris les mêmes essais au cours de l'hiver 1976-77.

Les résultats obtenus sont indiqués au tableau III pour ce qui est de la chaussée en direction est et au tableau IV pour ce qui est de la chaussée en direction ouest. Ils indiquent clairement qu'il y a appauvrissement du roulement dès que le gel se fait sentir au début de l'hiver et qu'il y a rapide amélioration dès que le dégel du printemps pénètre à la partie supérieure de la chaussée.

On notera qu'en mars 1977, il y eut deux courtes périodes de dégel avant que celui-ci ne commence pour de bon le 12 avril. Ces périodes se sont étendues du 9 au 16 mars et du 25 mars au 1<sup>er</sup> avril. Elles eurent une influence marquée sur le confort de roulement, ainsi qu'en témoignent les tableaux III et IV de même que la figure 3 qui en découle. On constate notamment que déjà le 16 mars, malgré le fait que le sol n'ait alors été dégelé que sur une profondeur de 17½ pouces, l'indice était déjà passé, de 57 environ qu'il était le 8 mars (fig. 3), à environ 32. Ceci représente une variation de quelque 67% de l'écart existant entre la valeur de fin d'hiver (57) et celle d'été (19).

Ce qui se passa par la suite est un peu plus difficile à expliquer étant donné que d'une part le tube a été, semble-t-il, inapte à déceler la présence d'une couche non gelée et relativement mince entre deux couches gelées et que d'autre part les données des stations météorologiques ne permettent pas en général d'évaluer avec tant soit peu de précision l'épaisseur de la couche gelée en surface à la suite d'un dégel plus ou moins prolongé.

Un coup d'oeil sur ces données météorologiques en même temps que sur les tableaux III ou IV, nous révèle toutefois qu'il est impossible à toute fin utile qu'en seulement deux jours (16 au 18 mars), le gel puisse avoir pénétré toute la couche qui était dégelée le 16 (17½ pouces) même si la température moyenne a été assez froide le 18 (-9,2° C). Ce même jour a de plus été ensoleillé, ce qui contribue de façon notable à un réchauffement du pavage. C'est donc probablement parce que le gel n'était que superficiel le 18 que la qualité de roulement est demeurée sensiblement la même qu'elle n'était deux jours auparavant. Mais à mesure que le froid se prolongeait et que le gel pénétrait plus profondément, on constatait une nouvelle diminution de la qualité de roulement, l'indice Mays atteignant 39 le 24 mars.

Ensuite, on entra dans une nouvelle période de temps doux de sorte que le dégel atteignit environ 27 pouces le 1<sup>er</sup> avril. Malgré la période froide qui s'ensuivit jusqu'au 11 avril, il est bien sûr que la chaussée, contrairement à ce qu'indiquait le tube de gel encore une fois, n'a pas pu vraisemblablement se congeler de nouveau. C'est pour cette raison à notre avis que l'indice Mays est demeuré assez constant (au voisinage de 30) pendant cette période.

#### IV) CONCLUSION

1) La perte de qualité de roulement en hiver sur une route très fissurée transversalement semble avant tout attribuable dans bien des cas, à des phénomènes qui se produisent au niveau même de la chaussée, c'est-à-dire dans la masse de sol normalement considérée comme non gélive.

2) L'amélioration du roulement s'est faite sentir en majorité lors du dégel des couches supérieures de la chaussée ainsi qu'en témoigne la figure 3.

3) Les variations hivernales de la qualité de roulement sont largement influencées par le niveau de fissuration, notamment lorsqu'il s'agit de fissures transversales du genre de celles qui est illustrées aux photos 4 et 5.

4) Il semble qu'au début de chaque période de gel survenant après un dégel plus ou moins prolongé, la qualité de roulement demeure stable ou continue même de s'améliorer pendant une couple de jours. Si toutefois, la température froide persiste, le roulement se détériore de nouveau (fig. 3).

5) Pour atténuer la perte de qualité de roulement en hiver sur des routes qui affichent divers niveaux de détérioration, il faudra trouver un moyen de prévenir les infiltrations d'eau dans la chaussée, lesquelles sont fréquentes avec les quantités énormes de sel déversées chaque année sur nos routes. Le recours à une couche drainante à proximité de la surface lié à un emploi judicieux d'une membrane imperméable mériterait certainement notre réflexion pour atteindre ce but.

Georges-O. Légaré, t.d.  
Section Mécanique des Chaussées.  
Service des Sols & Chaussées.

Pierre De Montigny, ing., M.Sc.  
Chef de la Div. Structures  
de Chaussées.  
Service des Sols & Chaussées.

QUEBEC, 1980-06-09

FIGURES ET TABLEAUX

DATE	PROFONDEUR		LONGUEUR EN PCES DU GRAPHIQUES						% D'Aug- MENTA- TION
	GEL	DÉGEL	0À 1M.	1À 2M.	2À 3M.	3À 4M.	4À 5M.	MOYENNE	
19 MARS 1976	65"	AUCUNE	34.8	39.0	50.9	72.5	76.8	54.8	—
29 MARS	65 <sup>3</sup> / <sub>4</sub> "	19 <sup>1</sup> / <sub>2</sub> "	25.6	30.3	28.5	40.4	45.2	34.0	38
2 AVRIL	65 <sup>1</sup> / <sub>2</sub> "	—	19.7	21.0	24.0	26.4	33.7	24.9	55
12 AVRIL	65 <sup>1</sup> / <sub>4</sub> "	26 <sup>1</sup> / <sub>4</sub> "	21.0	21.6	23.0	22.4	31.9	23.9	56
20 AVRIL	65 <sup>1</sup> / <sub>4</sub> "	30 <sup>3</sup> / <sub>4</sub> "	23.0	21.6	20.7	24.1	32.4	24.3	56
22 AVRIL	64 <sup>3</sup> / <sub>4</sub> "	34"	21.3	20.7	20.1	23.3	32.2	23.5	57
29 AVRIL	63 <sup>3</sup> / <sub>4</sub> "	34 <sup>1</sup> / <sub>4</sub> "	22.6	20.0	21.5	24.5	31.2	23.9	56
5 MAI	63"	41 <sup>1</sup> / <sub>4</sub> "	18.7	17.5	19.1	23.0	28.4	21.3	61
17 MAI	61 <sup>3</sup> / <sub>4</sub> "	48 <sup>1</sup> / <sub>2</sub> "	17.2	17.5	18.8	23.7	27.5	20.9	62
20 MAI	61 <sup>1</sup> / <sub>2</sub> "	52"	13.6	15.4	17.1	22.3	26.0	18.8	66
31 MAI	—	—	12.4	14.3	18.2	23.2	27.4	19.1	65
22 JUIN	—	—	13.5	14.2	18.4	21.8	26.3	18.8	66

TABLÉAU I - QUALITÉ DE ROULEMENT (DIRECTION EST)

DATE	PROFONDEUR		LONGUEUR EN P.CES DU GRAPHIQUE						%D'AUGMENTATION
	GEL	DÉGEL	0À1M.	1À2M.	2À3M.	3À4M.	4À5M.	MOYENNE	
19 MARS 1976	65"	—	36.7	49.9	55.0	75.5	90.2	61.4	—
29 MARS	65 <sup>3</sup> / <sub>4</sub> "	19 <sup>1</sup> / <sub>2</sub> "	30.4	33.0	24.4	40.1	53.4	36.2	41
2 AVRIL	65 <sup>1</sup> / <sub>2</sub> "	—	22.2	24.7	17.6	25.6	39.4	25.9	58
12 AVRIL	65 <sup>1</sup> / <sub>4</sub> "	26 <sup>1</sup> / <sub>4</sub> "	21.8	25.8	15.9	22.7	39.5	25.1	59
20 AVRIL	65 <sup>1</sup> / <sub>4</sub> "	30 <sup>3</sup> / <sub>4</sub> "	21.7	26.7	17.0	23.5	39.5	25.6	58
22 AVRIL	64 <sup>3</sup> / <sub>4</sub> "	34"	21.1	25.1	16.2	22.9	37.2	24.5	60
29 AVRIL	63 <sup>3</sup> / <sub>4</sub> "	34 <sup>1</sup> / <sub>4</sub> "	21.0	24.4	16.3	22.1	39.2	24.6	60
5 MAI	63"	41 <sup>1</sup> / <sub>4</sub> "	19.5	21.1	15.2	20.2	35.2	22.2	64
17 MAI	61 <sup>3</sup> / <sub>4</sub> "	48 <sup>1</sup> / <sub>2</sub> "	17.0	21.2	16.0	21.1	35.2	22.1	64
20 MAI	61 <sup>1</sup> / <sub>2</sub> "	52"	16.1	18.7	13.3	19.3	33.7	20.2	67
31 MAI	—	—	15.0	19.2	15.0	19.9	30.4	19.9	68
22 JUIN	—	—	14.9	18.7	13.8	19.6	28.5	19.1	69

TABLÉAU II - QUALITÉ DE ROULEMENT (DIRECTION OUEST)

DATE	PROFONDEUR		LONGUEUR EN PCS DU GRAPHIQUE						% D'AUGMENTATION
	GEL	DÉGEL	0 À 1M.	1 À 2M.	2 À 3M.	3 À 4M.	4 À 5M.	MOYENNE	
29 OCT. 1976	—	—	13.9	13.6	18.5	19.7	25.5	18.2	—
9 DÉC.	30 ¼"	—	16.5	26.2	27.9	37.8	41.9	30.0	—
22 FÉV. 1977	69"	—	31.1	45.5	48.2	66.3	70.7	52.4	—
16 MARS	68 ¾"	17 ½"	22.0	24.0	31.3	39.3	43.1	31.9	39
18 MARS	67 ½"	—	20.2	23.1	28.1	33.3	45.1	30.0	43
24 MARS	68 ¾"	—	27.1	29.9	39.3	53.0	54.6	40.8	22
28 MARS	68 ¾"	18 ¾"	26.6	25.8	35.9	40.5	47.5	35.3	33
31 MARS	68 ¾"	25"	23.2	23.4	27.4	28.5	39.8	28.5	46
4 AVRIL	67 ¾"	4 ¼"	23.7	23.0	25.7	28.0	38.5	27.8	47
7 AVRIL	67 ¾"	—	25.2	25.9	28.8	27.3	41.6	29.8	43
18 AVRIL	65 ¾"	27 ¾"	24.5	25.4	24.5	27.8	20.4	24.5	53
20 AVRIL	65 ¾"	32 ¼"	22.4	22.5	20.9	25.4	36.5	25.5	51
4 MAI	64 ¼"	4 ½"	20.0	19.3	20.1	25.2	32.6	23.4	55
19 MAI	—	—	13.7	14.8	18.9	23.1	29.5	20.0	62

TABLÉAU III - QUALITÉ DE ROULEMENT (DIRECTION EST)

DATE	PROFONDEUR		LONGUEUR EN PCES DU GRAPHIQUE						% D'AUGMENTATION
	GEL	DÉGEL	0À1M.	1À2M.	2À3M.	3À4M.	4À5M.	MOYENNE	
29 OCT. 1976	—	—	14.6	17.0	13.5	18.8	25.1	17.8	—
9 DÉC.	30¼"	—	20.0	30.9	29.3	42.2	46.9	33.9	—
22 FÉV. 1977	69"	—	34.5	52.0	48.9	71.3	77.9	56.9	—
18 MARS	68¾"	17½"	24.5	31.0	23.9	42.4	45.3	33.4	41
18 MARS	67½"	—	25.0	27.5	27.0	34.0	43.0	31.3	45
24 MARS	68¾"	—	30.0	34.9	33.3	38.5	48.7	37.1	35
28 MARS	68¾"	18¾"	27.7	30.7	27.7	39.6	47.0	34.5	39
31 MARS	68¾"	25"	25.9	29.4	21.4	29.1	40.6	29.3	48
4 AVRIL	67¾"	4¼"	25.3	28.4	20.8	28.2	38.4	28.2	50
7 AVRIL	67¾"	—	26.9	31.4	23.8	29.5	42.3	30.8	46
18 AVRIL	65¾"	27¾"	27.5	30.1	21.0	26.3	41.6	29.3	48
20 AVRIL	65¾"	32¼"	23.3	25.5	16.8	22.2	36.3	24.8	56
4 MAI	64¼"	4½"	19.4	22.2	16.0	22.5	36.5	23.3	59
19 MAI	—	—	15.3	20.5	15.1	20.1	31.1	20.4	64

TABLERAU IV - QUALITÉ DE ROULEMENT (DIRECTION OUEST)

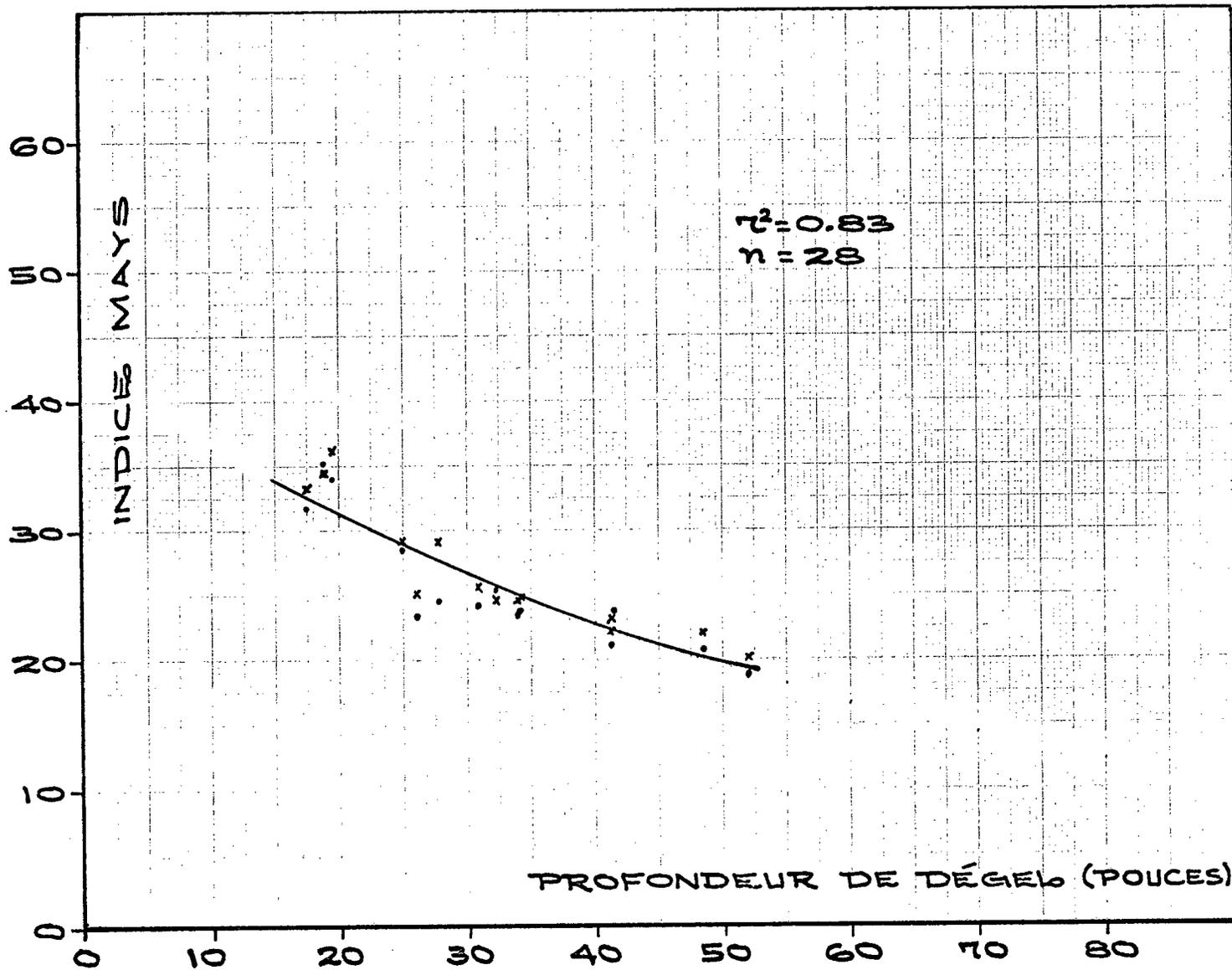


FIGURE 1 - RELATION ENTRE LA QUALITÉ DE ROULEMENT  
ET LA PROFONDEUR DE DÉGEL.

DATE	SYMBOLE	PROFONDEUR	
		NEIGÉ	DÉGELÉ
29 OCT. '76	—	0	0
22 FÉV. '77	-o-	68 3/4"	0
16 MARS	-o-	68 3/4"	17 1/2"
24 MARS	-o-	68 3/4"	0
28 MARS	-o-	68 3/4"	18 3/4"
30 MARS	-o-	68 3/4"	22 3/4"
4 AVRIL	-o-	67 3/4"	4 1/4"
12 AVRIL	-o-	67 3/4"	11 3/4"
15 AVRIL	x-x	67 3/4"	28 1/2"
20 AVRIL	-o-	65 3/4"	32 1/4"
25 AVRIL	-o-	65 1/4"	35 3/4"
4 MAI	-o-	64 1/4"	41 1/2"
19 MAI	.....	0	0

ROUTE: 138  
 MUNICIPALITÉ: ST-TITE DES CAPS  
 COMTÉ: MONTMORENCY  
 QUALITÉ DE ROULEMENT / DÉGEL  
 LONGUEUR ÉTUDIÉE: 5.10 MILES  
 PRÉPARÉ PAR: GEORGES-O. LÉGARÉ, I.D.  
 QUÉBEC LE 2 FÉV. 1979

QUALITÉ DE ROULEMENT 'MAYS'

LOCALISATION DE LA SECTION

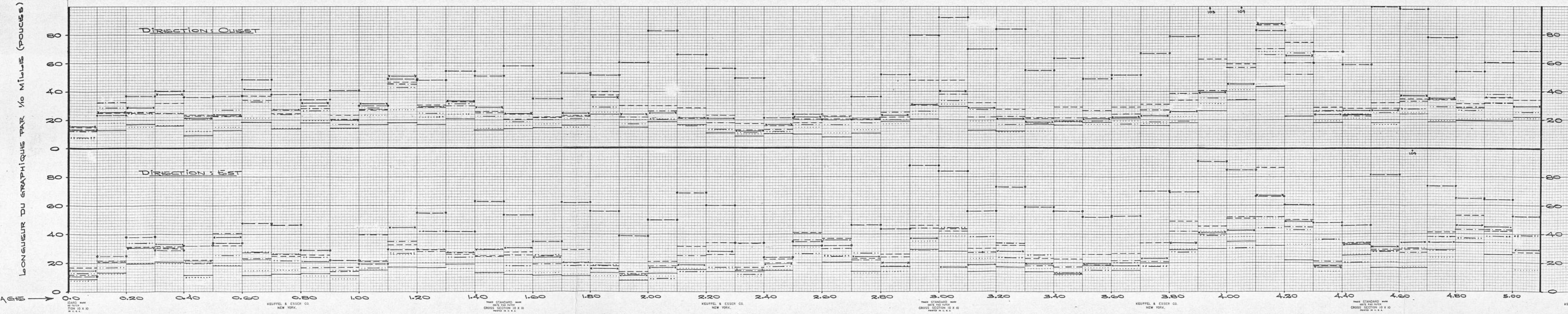
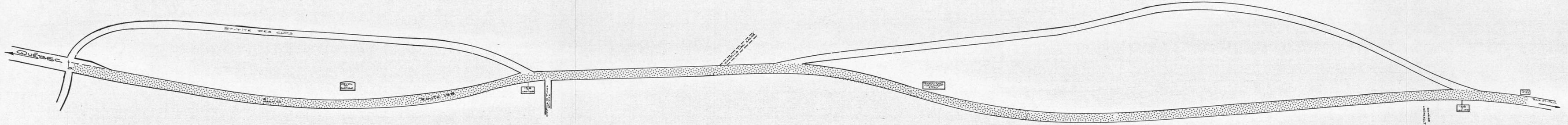


FIGURE - 2

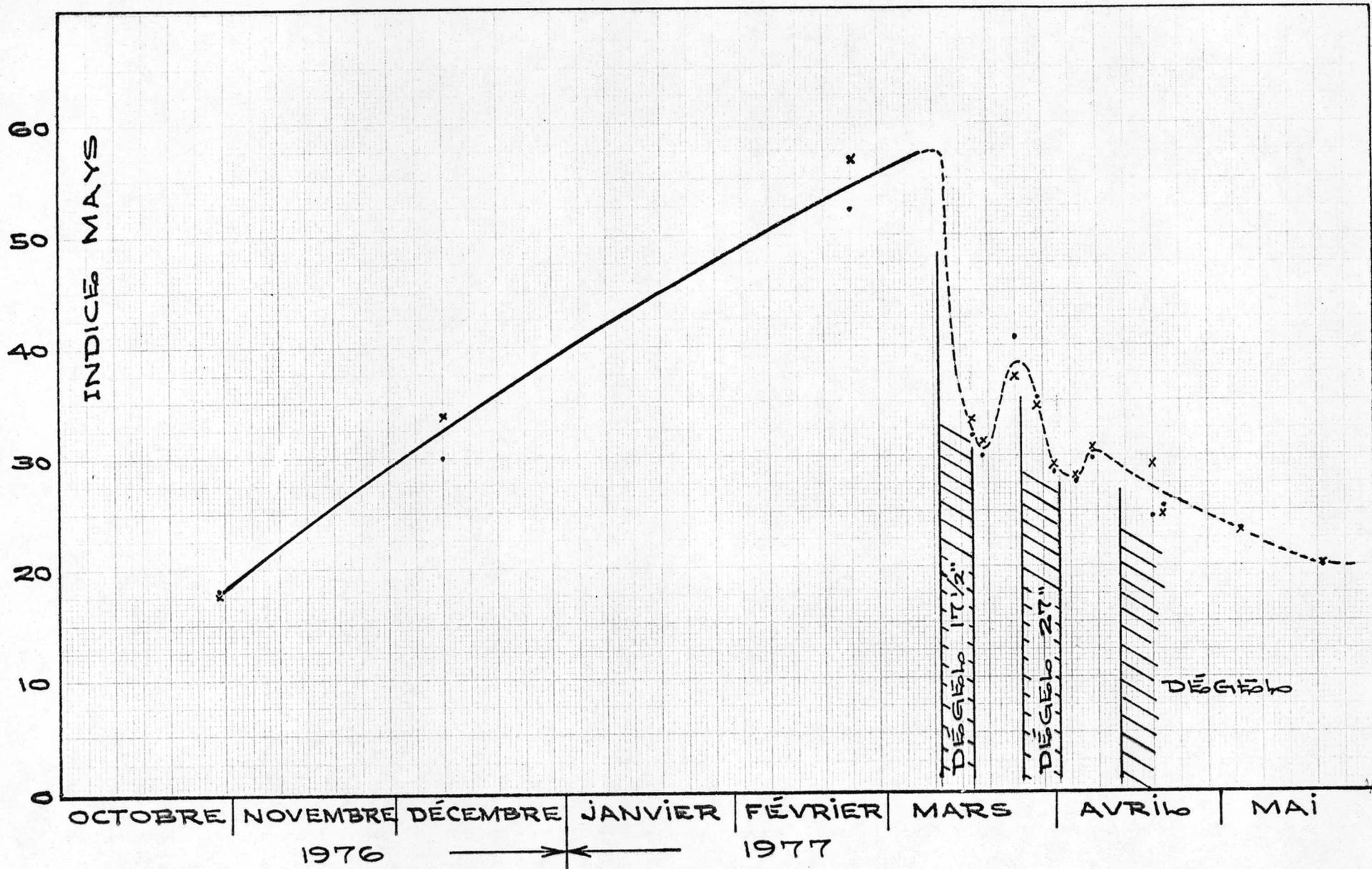
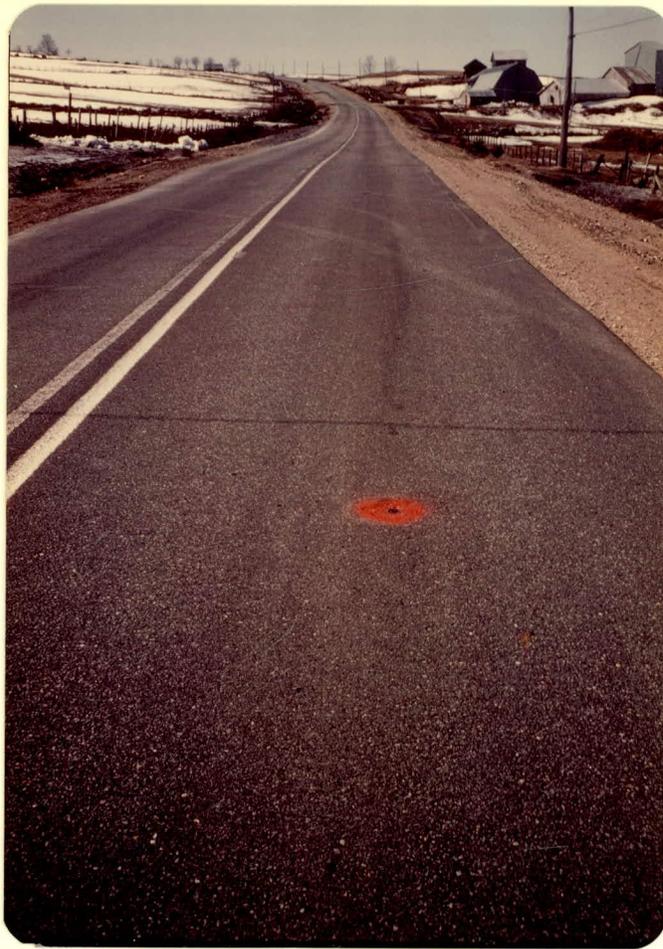
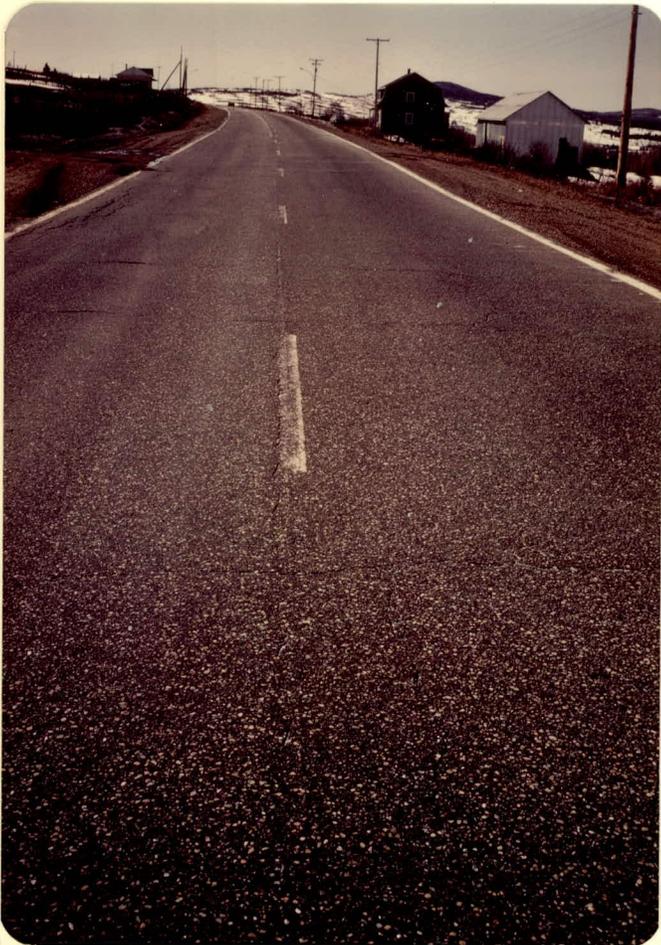


FIGURE 3 - VARIATION DE LA QUALITÉ DE ROULEMENT (INDICE MAYS) AU COURS DE L'HIVER 1976-77

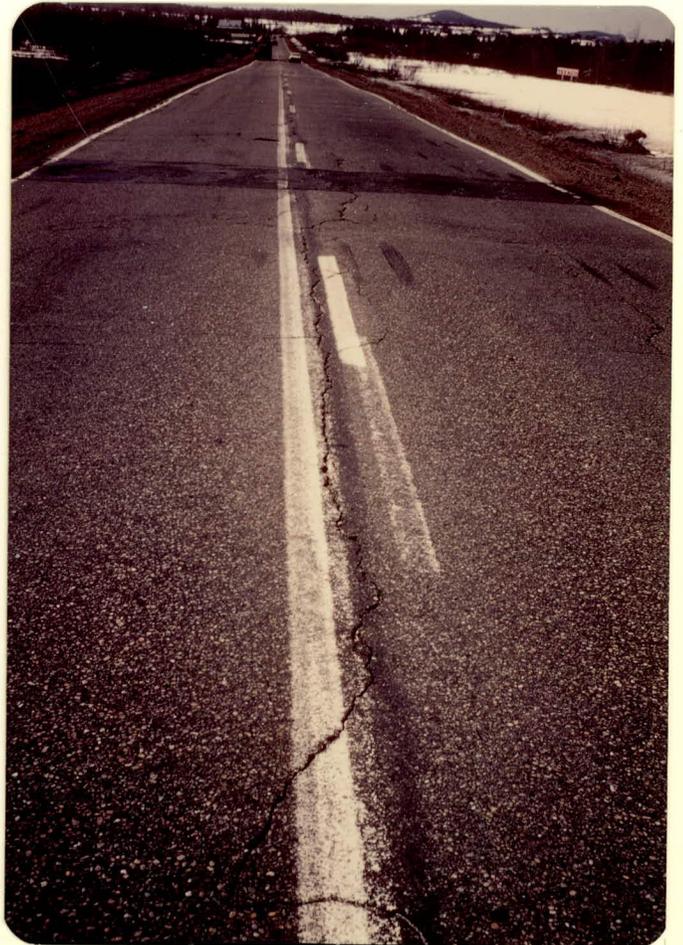
PHOTOS



*Photo 1 -Vue en dir.Ouest (M.0.70)*



*Photo 2 -Vue en dir.Ouest (M.2.25)*



*Photo 3 -Vue en dir.Ouest (M.3.80)*

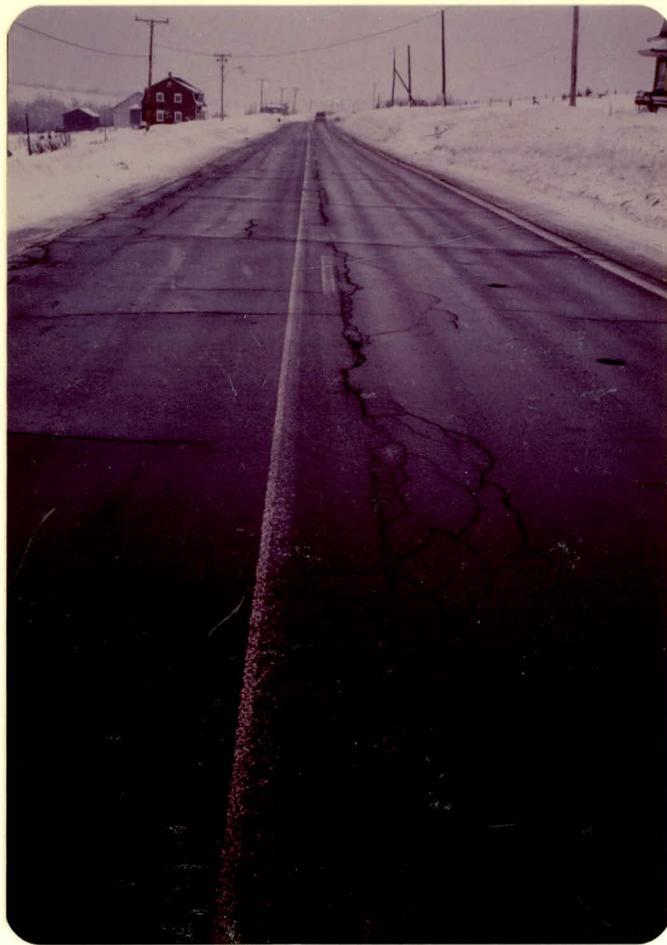


Photo 4 -Vue en dir.Est (M.1.80)

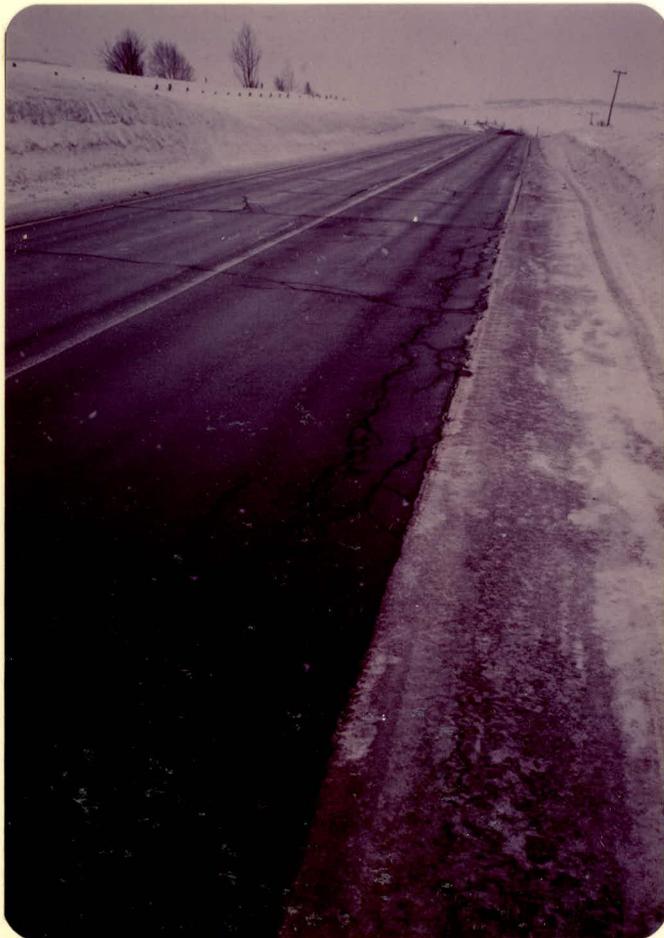


Photo 5 -Vue en dir.Ouest (M.1.80)

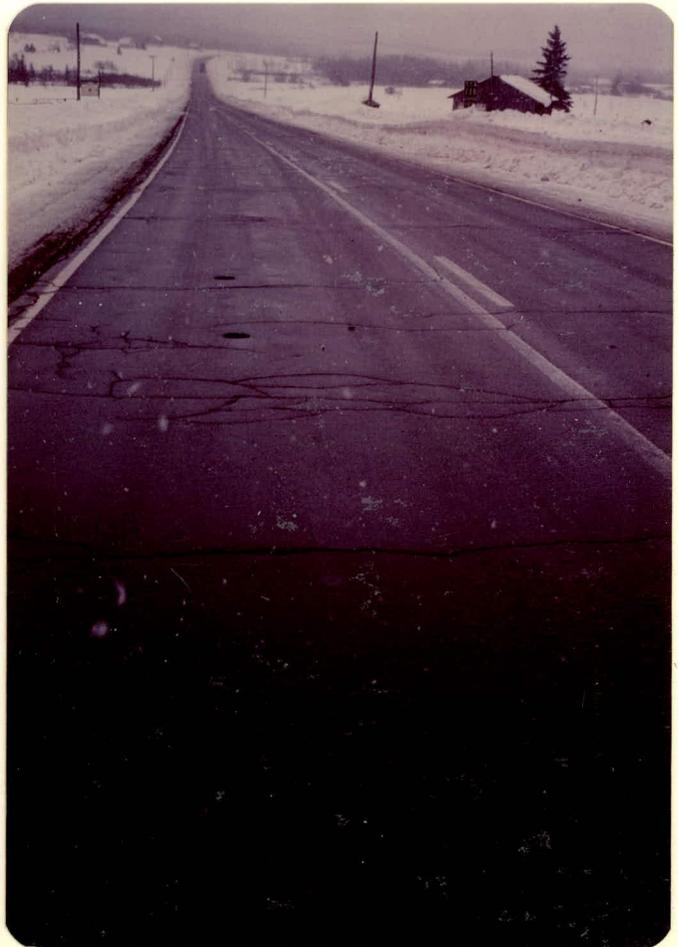


Photo 6 -Vue en dir.Ouest (M.4.75)



MINISTERE DES TRANSPORTS



QTR A 077 896