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

Capacité portante de chaussées construites de matériaux à granulométrie ouverte

REÇU
CENTRE DE DOCUMENTATION

CANQ
TR
GE
RC
111

470149

LABORATOIRE CENTRAL - MINISTERE DES TRANSPORTS

MINISTÈRE DES TRANSPORTS
CENTRE DE DOCUMENTATION
200, RUE DORCHESTER SUD, 7e
QUÉBEC, (QUÉBEC)
G1K 5Z1

Capacité portante de chaussées construites de matériaux à granulométrie ouverte

REÇU
CENTRE DE DOCUMENTATION
FEV 5 1986
TRANSPORTS QUÉBEC

Préparé par: Pierre Langlois, ing.
et
Denis Rancourt, ing. jr.
Division Sols et Granulats

PRODUIT PAR UN MEMBRE SPCQ

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

CAWQ
TR
GE
RC
1117
Dépôt

Sainte-Foy, le 25 janvier 1983

REMERCIMENT

Les auteurs tiennent à remercier tous ceux qui ont participés a cette étude, plus particulièrement les employés du Service du Laboratoire Central, du Service des Sols et Chaussées, du Centre Régional de Montréal et plus particulièrement M. Haig Béchérion, ingénieur à la région 6-3 qui a rendu possible cette étude.

TABLE DES MATIERES

	PAGE
INTRODUCTION.....	1
1. LES CHAUSSEES ETUDIEES.....	2
1.1 Projet du chemin Cherrier, Ile Bizard.....	2
1.1 La structure de la chaussée.....	2
1.2 Les essais.....	3
1.2 Projet de la route 104, La Prairie.....	4
1.2.1 La structure de la chaussée.....	4
1.2.2 Les essais.....	4
1.3 Deux études antérieures.....	4
2. RESULTATS ET INTERPRETATION.....	6
2.1 L'essai de plaque.....	6
2.1.1 Capacité portante à l'Ile Bizard.....	6
2.1.2 Capacité portante au niveau du revêtement.....	7
2.1.3 Capacité portante de la fondation supérieure....	7
2.2 L'essai de la poutre Benkelman.....	8
2.3 Fiabilité des résultats.....	8
3. DISCUSSION.....	10
4. RECOMMANDATION.....	12
CONCLUSION.....	13

FIGURES

Figure 1. Structure des différentes chaussées.

Figure 2. Capacités portantes, section expérimentale, Ile Bizard.

Figure 3. Capacités portantes, niveau revêtement.

Figure 4. Capacités portantes, niveau fondation supérieure.

Figure 5. Essais à la poutre Benkelman, Ile Bizard

Figure 6. Essais à la poutre Benkelman, La Prairie

Figure 7 et 8. Essais à la poutre Benkelman, St-Anges

Tableau 1. Granulométrie moyenne des matériqux utilisés, chemin Cherrier, Ile Bizard.

Tableau 2. Granulométrie moyenne des matériaux utilisés, route 104, La Prairie.

Tableau 3. Masse volumique, Chemin Cherrier, Ile Bizard.

Tableau 4. Masse volumique, route 104, La Prairie.

Tableau 5. Comparaison de la capacité portante des différentes sections.

Tableau 6. Nombre d'essais de plaque réalisés sur chacune des sections.

INTRODUCTION

Dans un climat comme le nôtre les routes subissent un très dur traitement, surtout au printemps. A ce moment, lors du dégel, apparaissent les problèmes d'affaiblissement de la capacité portante des chaussées.

Nous devons cet état de chose à l'eau. La trop grande teneur en eau du sol provoque cet affaiblissement. L'hiver, le fait que l'évaporation soit réduite et que l'eau migre dans le sol, des zones de phase liquide aux zones de phase solide, cause une grande augmentation de l'eau réelle contenue dans ce sol. De plus lors de la fonte, la fondation supérieure de la chaussée dégèle avant la fondation inférieure et crée ainsi une grande quantité d'eau prisonnière en surface qui ne peut se drainer (1).

Afin de réduire la migration de l'eau et de permettre à l'eau de fonte de mieux s'écouler, il faut drainer. Une façon de drainer à ce niveau consiste à utiliser dans la fondation même de la route un matériau de très grande perméabilité, un matériau à granulométrie ouverte.

Dans quelques années, nous pourrons constater l'efficacité de ce type de construction puisque le Ministère des Transports a inclus, à certains de ses contrats de construction, l'utilisation de ce type de matériau au niveau de la fondation inférieure. Ce rapport traite de la capacité portante d'un tel type de route.

CHAPITRE 1

LES CHAUSSEES ETUDIEES

1.1 Projet du chemin Cherrier, Ile Bizard

1.1.1 Le projet du chemin Cherrier, à l'Ile bizard, consistait à la réfection de la chaussée existante. Le chemin Cherrier est une route à deux (2) voies qui fait le tour de l'île. Les travaux s'étendaient sur une distance de 2390 m. Au bout de cette section, une autre partie du chemin a été restaurée, il y a quelques années. Des essais de plaque ont été faits sur ces deux sections. C'est pourquoi nous nommerons la première "section expérimentale de l'Ile Bizard" et la deuxième "section conventionnelle de l'Ile Bizard".

La section expérimentale, comme son nom l'indique, a quelque chose de différent. Elle présente, au niveau de sa fondation inférieure, un matériau à granulométrie ouverte. Sa structure complète consiste en: (voir figure 1)

- une sous-fondation d'emprunt classe A de 0,30 m d'épaisseur
- une fondation inférieure de calibre 63-0 modifié de 0,23 m d'épaisseur dont les exigences granulométriques étaient:

Tamis	% Passant
75 mm	100
63 mm	90-100
4,75 mm	0-15
75 ~~mm~~ µm	0-3

- par contre le calibre utilisé sur la route était le 37,5 mm-12,5 mm (voir le tableau 1 et la figure D) **(Granulométrie ouverte)**
- une fondation supérieure de calibre 19-0a de 0,15 m d'épaisseur
- un revêtement de béton bitumineux, mélange MB3, d'environ 60 mm d'épaisseur

La section conventionnelle (figure 1), quant à elle, suit les règles de construction normalement utilisées. Sa structure consiste en:

- une sous-fondation d'emprunt classe A de 0,25 m d'épaisseur
- une fondation inférieure de calibre 63,0 de 0,20 m d'épaisseur
- une fondation supérieure de calibre 19-0a de 0,15 m d'épaisseur
- un revêtement de béton bitumineux en deux couches de MB2 et MB5 de 30 mm d'épaisseur chacune.

1.1.2. Les essais effectués sur les matériaux de la section expérimentale, à l'exception de l'essai de plaque et de l'essai à la poutre Benkelman, sont ceux d'une surveillance de chantier normale; c'est-à-dire, granulométrie, densité en place (tableaux 1 et 3) et essais sur béton bitumineux.

En gros l'essai de plaque mesure l'enfoncement créé par une certaine charge. Le résultat final se présente sous forme d'une courbe, de la contrainte en fonction de l'enfoncement. Cette courbe nous donne une bonne idée de la capacité portante de la route. Des essais de plaque ont été réalisés dans la section expérimentale au niveau de la fondation inférieure, de la fondation supérieure et du revêtement (figure 2). Dans la section conventionnelle, ils n'ont pris place qu'au niveau du revêtement. (figure 3).

L'essai à la poutre Benkelman nous donne une autre façon d'évaluer la capacité portante d'une route. Par la moyenne et l'écart type des rebondissements (déflexions) mesurés tout au long de la planche d'essai nous pouvons estimer la capacité portante et son uniformité sur la longueur de cette planche. (2) Cet essai a été réalisé sur le revêtement de la section expérimentale. (figure 5)

1.2. Projet de la route 104, La Prairie (figure 1, B et C)

1.2.1. La route 104, à la Prairie, est une route à quatre (4) voies où circule beaucoup plus de véhicules qu'à l'Ile Bizard. Le projet s'étendait sur une distance de 2250 m. Il s'agit d'une construction sur une sous-fondation et une fondation inférieure de matériau à granulométrie ouverte. La structure de cette route comporte deux couches à granulométrie ouverte (sous-fondation et fondation inférieure)

- une sous-fondation de schiste de calibre 100,0 de 0,38m d'épaisseur (Ret. 4,75=79%)
- une fondation inférieure de calibre 75-0 modifié et de granulométrie ouverte. Son épaisseur est de 0,23 m.

  Les exigences granulométriques sont:

Tamis	% Passant
75 mm	100
50 mm	80-100
25 mm	40-85
9,5 mm	6-50
4,75 mm	1-15
75 µm	0-4

- une fondation supérieure de calibre 19-0a de 0,15 m d'épaisseur
- un revêtement en deux couches de béton bitumineux, une de MB2 d'environ 60 mm d'épaisseur et une autre de MB5 d'environ 30 mm d'épaisseur.

1.2.2. Les essais de granulométrie et de densité en place sont présentés aux tableaux 2 et 4 respectivement.

Les essais de plaque ont été effectués sur la fondation supérieure et sur le revêtement. Les courbes résultantes sont présentées aux figures 4 et 3.

L'essai à la poutre Benkelman n'a été fait que sur la fondation supérieure (figure 6).

1.3. Deux études antérieures

Nous avons inclus, pour fin de comparaison, des résultats obtenus lors de deux études antérieures concernant le même type de

construction. Nous croyons nécessaire de présenter les renseignements les concernant. Premièrement le projet de Sts-Anges consistait en la réfection d'une route. Sa structure comprenait:

- une sous-fondation de 0,15 m d'emprunt classe A
- une fondation inférieure de 0,25 m de gravier schisteux de calibre 63-12,5 (Environ 80 % de Ret 4,75 mm)
- une couche de transition de 0,125 m d'épaisseur d'emprunt classe A
- une fondation supérieure de gravier concassé de calibre 19-0a.

Le projet de St-Bruno était quelque peu différent. Trois sections d'essais ont été réalisées à la carrière St-Bruno. La courbe retenue à la figure 4 représente le comportement de la section s'apparentant le plus aux sections étudiées dans ce rapport. En voici la structure:

- le plancher de la carrière servait d'infrastructure
- une fondation inférieure de pierre concassée de calibre 63-12,5 de 0,23 m d'épaisseur (Granulométrie ouverte)
- une fondation supérieure de pierre concassée de calibre 19-0a de 0,15 m d'épaisseur.

Ces deux (2) études font références aux numéros 3 et 4 de la bibliographie.

CHAPITRE 2

RESULTATS ET INTERPRETATION

Comme précisé au chapitre précédent, les essais de plaque et à la poutre Benkelman donnent une appréciation du comportement de la chaussée. Ce chapitre présente et interprète les résultats de ces deux (2) essais. Ils se présentent, pour l'essai de plaque, sous forme de graphiques et de tableau. Ce dernier permet de donner des valeurs numériques aux comportements notés sur les graphiques. Les résultats de l'essai Benkelman se donnent sous forme graphique seulement, de plus, la moyenne et l'écart-type des déflexions y sont ajoutés.

2.1 L'essai de plaque

2.1.1 La capacité portante des différents niveaux de la structure du chemin Chevrier est représentée par les courbes de la figure 2. En examinant, ce graphique, deux (2) conclusions principales en découlent:

1) Lorsque la contrainte augmente, l'enfoncement augmente.
2) Le revêtement a une plus grande capacité portante que la fondation supérieure, qui elle en a une meilleure que la fondation inférieure.

Il faut noter ici que la fondation inférieure nous donne une capacité portante très faible et que si des essais avaient été réalisés sur l'infrastructure, ils auraient probablement été supérieurs.

2.1.2 Les capacités portantes au niveau du revêtement des sections de La Prairie, Ile Bizard expérimentale et Ile Bizard conventionnelle sont comparées à la figure 3.

Nous notons que le comportement général des courbes est assez semblable. La courbe 1 (La Prairie) démontre une capacité portante légèrement supérieure à celle de la courbe 2 (Ile Bizard expérimentale). Cette légère différence s'explique par les 30 mm de béton bitumineux supplémentaires de La Prairie. Mais la courbe 3 (Ile Bizard conventionnelle) implique des conclusions encore plus intéressantes. Cette chaussée de structure conventionnelle donne des résultats légèrement inférieurs à ceux de la structure dont la fondation inférieure est à granulométrie ouverte. Donc, cette nouvelle façon de construire serait au moins équivalente, en ce qui concerne la capacité portante du niveau final de la route, au mode de construction ayant cours présentement.

2.1.3 Les courbes 1 et 2 de la figure 4 donnent la capacité portante de la fondation supérieure des sections de l'Ile Bizard et de La Prairie. Elles sont elles aussi du même ordre. Mais cette fois-ci, contrairement aux capacités portantes mesurées au niveau du revêtement, la capacité de la route 104 est inférieure . Nous en déduisons que les 30 mm de béton bitumineux supplémentaires, en plus de donner une légère supériorité au niveau du revêtement de La Prairie, ont permis de combler l'écart de capacité portante entre les deux (2) fondations supérieures.

Comparé aux deux (2) études de Sts-Anges et St-Bruno pour des niveaux de fondation supérieure, nos résultats donnent de meilleurs capacités portantes.

4.2 L'essai à la poutre Benkelman

Les résultats des essais à la poutre Benkelman (figure 5 et 6) permettent de déduire, à l'aide de l'interprétation du "Guide de Construction Routière" (2), que les routes de La Prairie et L'Ile Bizard ont un comportement satisfaisant pour les niveaux de la structure considérés. L'essai de l'Ile Bizard a été fait sur le revêtement et celui de La Prairie sur la fondation supérieure.

De plus, la déflexion moyenne et le comportement de la courbe, à l'exception d'un point, de l'essai de la route 104 sont avantageusement comparables aux résultats obtenus lors de l'étude de Sts-Anges, (figure 7 et 8)

4.3 Fiabilité des résultats

L'essai de plaque étant à la base des conclusions de ce rapport, nous nous devons de donner certaines précisions sur l'exécution et la façon de calculer.

Tous les essais faits à La Prairie et à l'ile Bizard ont été réalisés par la même équipe, avec le même équipement et de la même façon. Cela leurs confère une bonne fiabilité, puisqu'il ne

s'agit que de les comparer entre eux. Il est important de savoir aussi que:

1) Le nombre d'essais effectués sur chacun des niveaux de la structure est présenté au tableau 6.

2) Chacun des essais donne trois (3) points sur le graphique, donc six (6) points au total pour une section où il y aurait eu deux essais

3) Une courbe représente un fuseau très serré de l'ensemble des courbes de chacun des essais.

Pour l'essai Benkelman, les résultats nous sont fournis par un autre service du Ministère, nous n'avons donc rien à calculer.

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

CHAPITRE 3

DISCUSSION

Par les essais de plaque faits à l'Ile Bizard sur la section expérimentale, nous voyons qu'une faible capacité portante au niveau de la fondation inférieure, cas d'un matériau à granulométrie ouverte, est corrigée par l'addition des couches supérieures; et ceci, jusqu'au point d'être comparable à une chaussée de construction conventionnelle. Nous notons aussi, l'influence avantageuse, citée au chapitre précédent, de l'épaisseur du béton bitumineux. Mais, de toutes ces conclusions, il ne faut pas oublier que la principale reste qu'un tel type de chaussé à granulométrie ouverte donne des capacités portantes, avec l'essai de plaque, au moins équivalentes à celles de chaussées de structure conventionnelle.

Les essais à la poutre Benkelman ne contredisent pas les conclusions tirées des essais de plaque, au contraire. Les quelques essais réalisés démontrent que les déflexions enregistrées sont tout à fait acceptables. Si nous les comparons à celles données par l'étude de Sts-Anges, elles révèlent un meilleur comportement de la route, et cette route de Sts-Anges avait été qualifiée de "bonne route".

Il est évident que ce genre de construction routière demande certaines modifications aux méthodes habituelles de construction, comme: de ne pas laisser circuler le trafic sur une fondation inférieure de

granulométrie ouverte ou d'utiliser une méthode différente de mise en place du matériel. Par conséquences,celà demandera aussi des ajustements de la part des surveillants de chantier. Mais d'après les projets accomplis cet été, même si des progrès restent à faire, les différences de procédure ont semblé minimes.

Donc, en résumé, une chaussée construite de cette nouvelle façon ne présente aucun inconvénient du point de vue capacité portante, et peut-être même des avantages. Nous pouvons au moins dire qu'elle est équivalente et que l'expérience mérite d'être poursuivie, afin de démontrer que l'augmentation de la perméabilité au niveau de la fondation permet d'obtenir l'écoulement désiré, réduisant ainsi les effets du gel.

CHAPITRE 4

RECOMMANDATIONS

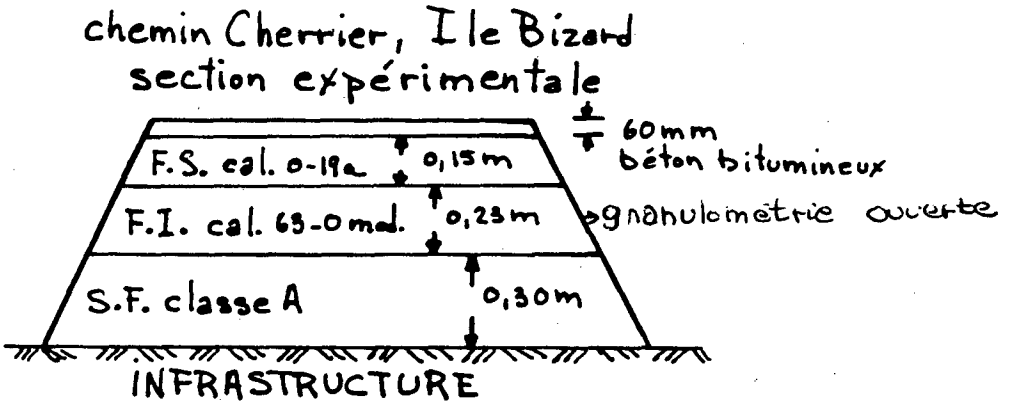
Il reste encore beaucoup de chemin à parcourir avant de prouver, hors de tout doute, que la construction de chaussée avec des matériaux à granulométrie ouverte est meilleure que le mode de construction habituel. Seulement du point de vue drainage, il n'y a que le temps et les printemps qui pourront nous dire si l'écoulement de l'eau se fait de façon à conserver une bonne capacité portante à l'année longue.

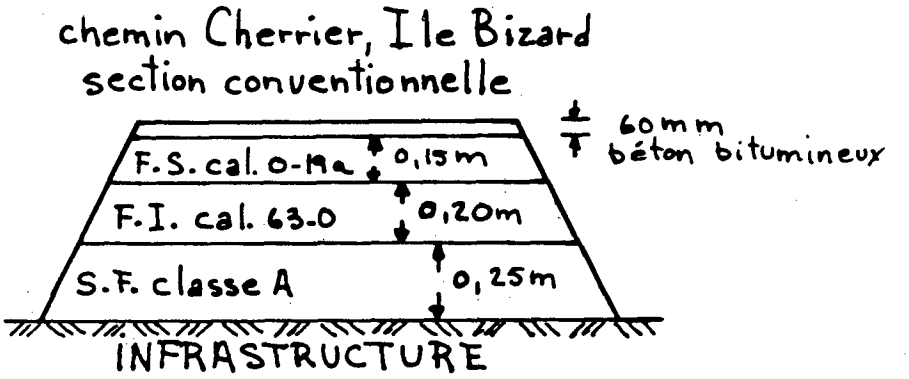
Des questions, il en reste aussi du côté de la capacité portante: De quelle façon va-t-elle évoluée dans le temps? De quelle façon va-t-elle se comporter comparativement à la capacité de section conventionnelle? Par exemple, dans notre étude, nous comparions deux (2) sections à l'Ile Bizard: une en construction au moment des essais et l'autre construite en 1980. Les résultats auraient-ils été différents si les deux (2) sections avaient été en construction au moment des essais?

Nous recommandons donc: premièrement, pour cette étude, d'aller vérifier au printemps prochain le comportement de toutes les section étudiées et deuxièmement, de poursuivre les expériences sur ce genre de construction routière, tout en augmentant le nombre de paramètres étudiés.

APPENDICE A

FIGURES ET TABLEAUX





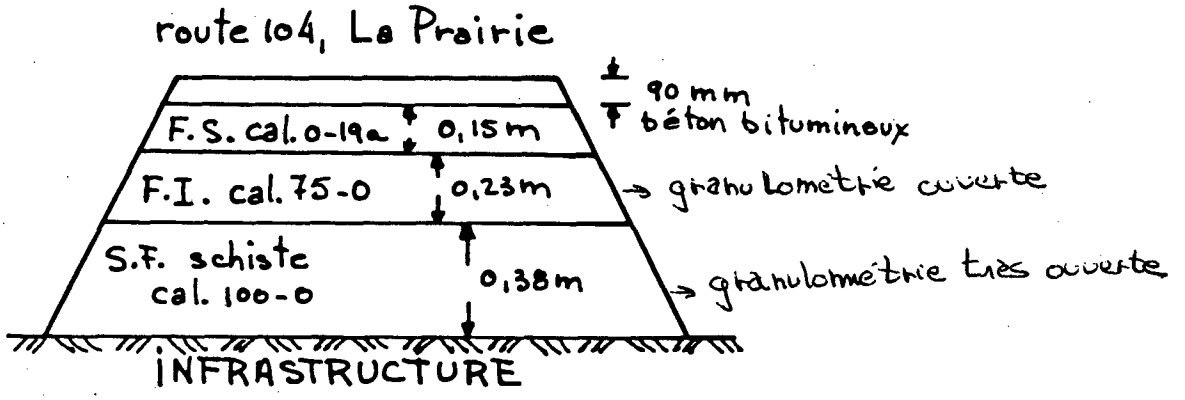


Figure 1: structure des différentes chaussées où des essais de plaque ont été faits.

TABLEAU I

GRANULOMETRIE MOYENNE DES MATERIAUX UTILISES

Chemin Cherrier, Ile Bizard

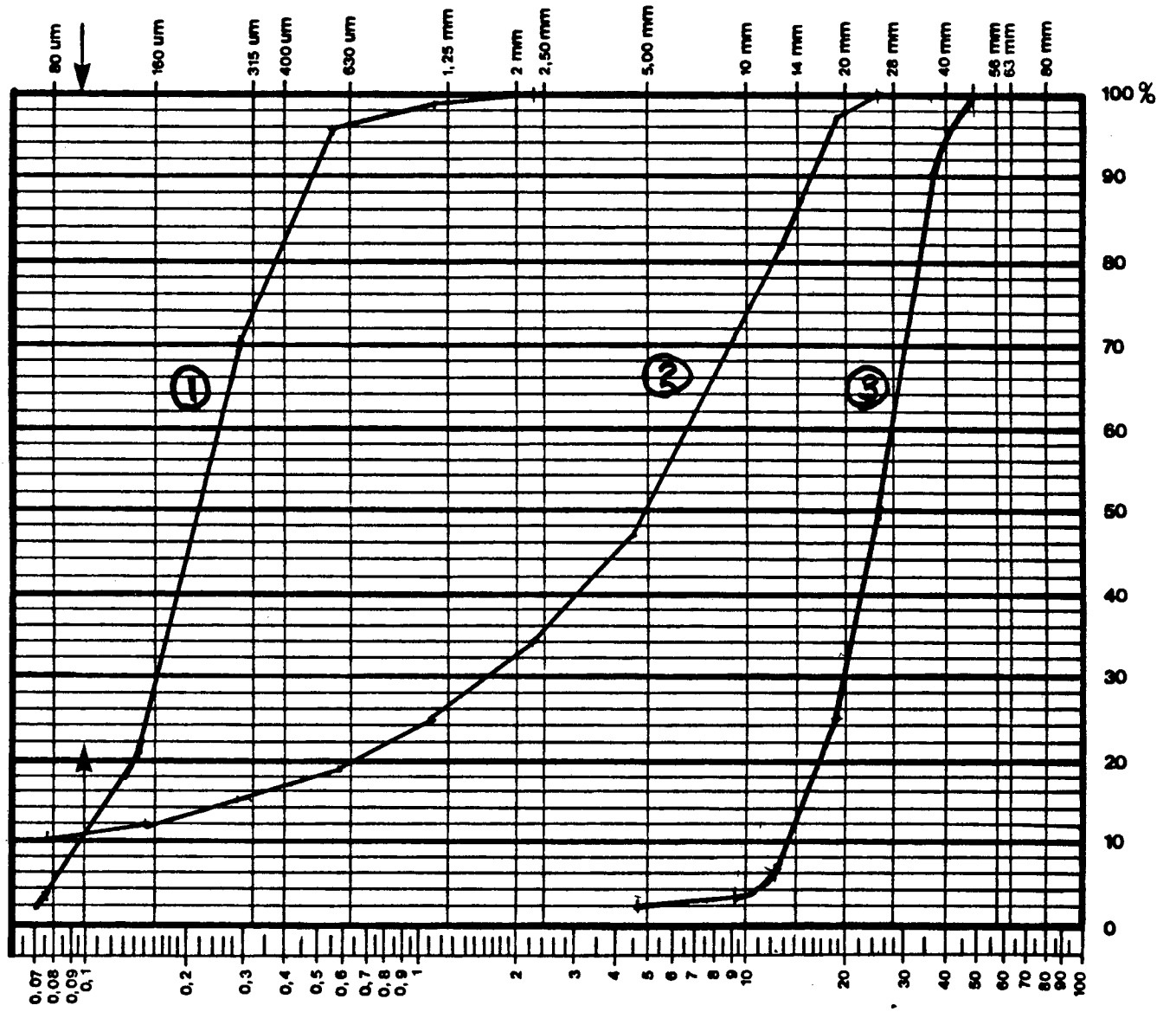
Tamis	S.F. sable 20 échant.		F.I. Cal. 63-0 modif. 5 échant.		F.S. Cal. 103 14 échant.	
	$\bar{x}$	σ	$\bar{x}$	σ	$\bar{x}$	σ
63 mm						
50 mm			100	0		
37,5 mm			90	6		
25 mm			50	9	100	0
19 mm			25	8	97	1
12,5 mm			6	3	82	3
9,5 mm			3	1	71	4
4,75 mm			2	1	47	5
2,36 mm	100	0	___	___	34	5
1,18 mm	99	1	___	___	25	4
600 µm	96	2	___	___	19	3
300 µm	70	8	___	___	15	3
150 µm	21	7	___	___	12	2
75 µm	3,7	2,6	0,2	0,5	10,1	1,5

Voir courbes page suivante

TABLEAU I-B

GRANULOMETRIE MOYENNE DES MATERIAUX UTILISES

Chemin Cherrier, Ile Bizard



1 S.F. sable

2 F.S. cal. 103

3 Cal. 63-0 modifié
% vide approximatif de 40 %

TABLEAU 2

GRANULOMETRIE MOYENNE DES MATERIAUX UTILISES

Route 104, La Prairie

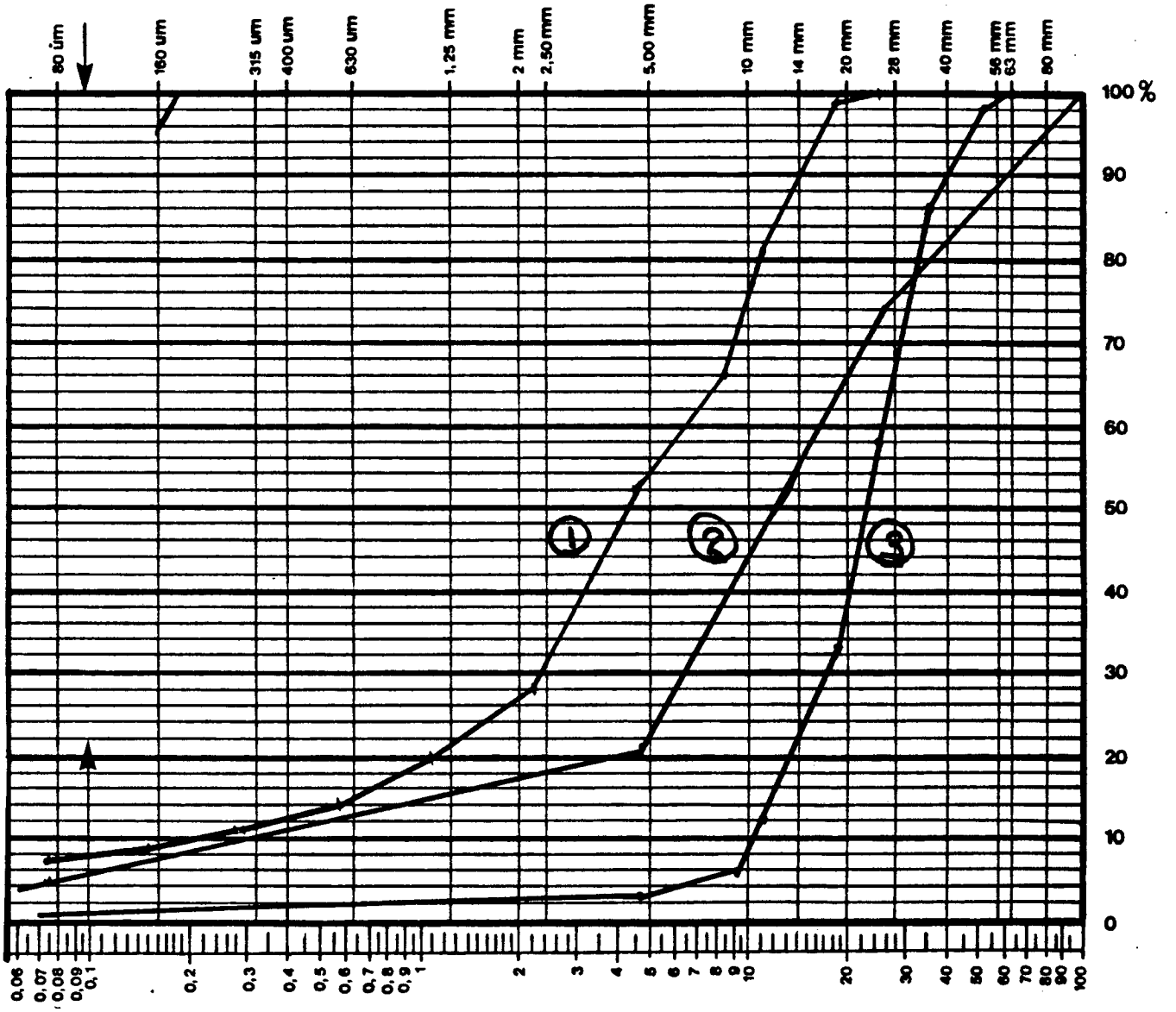
Tamis	S.F. Schiste cal. 100-0 7 échant.		F.I. Cal. 75-0 7 échant.		F.S. Cal. 19-0a 19 échant.	
	$\bar{x}$	σ	$\bar{x}$	σ	$\bar{x}$	σ
100 mm	100	0				
75 mm	—	—				
63 mm	—	—	100	0		
50 mm	—	—	98	2		
37,5 mm	—	—	86	4		
25 mm	74	4	58	8	100	0
19 mm	—	—	33	8	99	1
12,5 mm	—	—	12	5	81	4
9,5 mm	—	—	6	4	66	4
4,75 mm	21	9	3	2	42	5
2,36 mm	—	—	—	—	28	4
1,18 mm	—	—	—	—	20	3
600 µm	—	—	—	—	14	2
300 µm	—	—	—	—	11	2
150 µm	—	—	—	—	9	1
75 µm	4,4	2,1	1,4	0,2	7,5	1,1

Voir courbes page suivante

TABLEAU 2-B

GRANULOMETRIE MOYENNE DES MATERIAUX UTILISES

Route 104, La Prairie



1 F.S. Cal. 19-0a

2 S.F. Schiste cal. 100-0

3 F.I. Cal. 75-0
% vide approximatif de 40%

TABLEAU 3

MASSE VOLUMIQUE OBTENUE

Chemin Cherrier, Ile Bizard

Localisation	Infrastructure	Masse volumique kg/m^3	Teneur en eau %	Date
0 - 090, 2 m D	Terre naturelle	2263	6,5	82-09-08
0 - 146, 2 m G	" "	1874	6,7	82-07-26
0 - 255, ,5m D	" "	2230	7,0	82-08-19
0 - 275, 1,2m G	" "	2001	11,3	82-07-23
0 - 440, ,8m G	" "	1836	10,8	82-07-22
0 - 565, 1 m G	" "	1979	8,6	82-08-19
0 - 660, 2 m D	" "	1905	9,5	82-07-08
0 - 770, 1,5m G	" "	2192	8,8	82-08-31
0 - 820, 1,2m D	" "	1955	7,2	82-07-20
0 - 940, 2 m G	" "	1710	15,6	82-07-08
1 - 194, 1,6m G	" "	2031	6,6	82-07-20
1 - 303, ,5m G	" "	2020	8,1	82-07-14
1 - 460, 2,5m G	" "	1745	8	82-07-21
1 - 480, 1 m D	" "	1779	7,8	82-08-12
1 - 570, 1,2m G	Classe A	1538	3,4	82-07-16
1 - 600, 1,8m D	Terre naturelle	1811	11,5	82-08-11
1 - 657, 2 m G	" "	———	———	82-07-28
1 - 830, ,5m G	" "	2164	11,4	82-07-28
1 - 870, 1 m D	" "	2285	4,7	82-08-24
2 - 055, 1,8m G	" "	1984	7,4	82-07-30
2 - 260, 2 m G	" "	1850	9,1	82-08-31
	Sous-fondation			
0 - 244, 1 m G	Classe A	1667	6	82-07-29
0 - 270, ,5m D	" "	1840	12,6	82-08-26
0 - 362, 1,2m G	" "	1622	5,4	82-07-28
0 - 567, 1 m D	" "	1621	2,4	82-07-19
0 - 570, ,8m G	" "	1579	4,8	82-08-20
0 - 815, 2 m D	" "	1664	2,8	82-07-21
1 - 100, 1,5m D	" "	1799	8,4	82-08-18
1 - 104, 1 m G	" "	1610	5,0	82-07-27

TABLEAU 3

MASSE VOLUMIQUE OBTENUE (suite)

Chemin Cherrier, Ile Bizard

Localisation	Sous-fondation	Masse volumique kg/m^3	Teneur en eau %	Date
1 - 204, ,8m G	Classe A	1653	3,0	82-07-27
1 - 220, ,5m D	" "	1737	9,2	82-08-18
1 - 545, 1,4m D	" "	1623	4,8	82-08-13
1 - 549, ,6m G	" "	1622	5,6	82-07-28
1 - 680, 2,1m D	" "	1581	4,4	82-08-12
1 - 780, 1,7m G	" "	——	——	82-07-29
1 - 816, 1 m G	" "	1741	6,8	82-07-30
1 - 850, 2,2m D	" "	1721	10,2	82-08-27
1 - 973, 1,5m G	" "	1611	2,8	82-08-03
2 - 093, 2 m G	" "	1666	3,0	82-08-03
2 - 220, 1,8m G	" "	1768	7,4	82-09-01
	Fondation supérieure			
0 - 180, 2,5m D	Cal. 19-0a	2355	2,9	82-09-21
0 - 280, 1 m D	" "	——	——	82-08-27
0 - 354, 1,8m G	" "	2268	2,6	82-09-20
0 - 592, 2,4m G	" "	2381	2,6	82-09-20
0 - 725, 1 m G	" "	2429	2,7	82-09-17
0 - 880, ,5m G	" "	——	——	82-09-03
0 - 913, 2,1m D	" "	2558	2,2	82-09-17
0 - 950, 2 m D	" "	——	——	82-09-03
1 - 213, 2,5m G	" "	2454	3,0	82-09-17
1 - 470, 2 m G	" "	2400	2,9	82-09-16
1 - 574, 1,3m D	" "	2287	2,9	82-09-16
1 - 961, 2 m G	" "	2347	3,0	82-09-16
2 - 140, ,2m G	" "	2286	2,6	82-09-15
2 - 207, 1,9m D	" "	2363	2,6	82-09-15

MINISTÈRE DES TRANSPORTS
CENTRE DE DOCUMENTATION
200, RUE DORCHESTER SUD, 7e
QUÉBEC, QUÉBEC
G1R 5Z1

TABLEAU 4

MASSE VOLUMIQUE OBTENUE

Route 104, La Prairie

Localisation	Infrastructure	Masse volumique kg/m^3	Teneur en eau %	Date
0 - 641, 2,5m G	Terre naturelle	2001	11,0	82-08-19
0 - 783, 4,5m G	" "	2087	8,7	82-08-19
0 - 997, 3,8m G	" "	1964	7,0	82-08-18
1 - 043, 5,2m G	" "	2021	8,7	82-08-18
1 - 148, 4,0m D	" "	2066	5,1	82-06-08
1 - 182, 3,2m G	" "	2014	10,0	82-08-18
1 - 192, 2,0m D	" "	2153	4,7	82-06-03
1 - 220, 4,0m G	" "	1860	9,9	82-08-17
1 - 310, 3,0m D	Déblai	——	——	82-05-07
1 - 357, 1,0m G	" "	2092	6,9	82-08-17
1 - 430, 2,7m G	" "	2127	6,4	82-08-17
1 - 531, 4,5m G	" "	2149	9,8	82-08-04
1 - 550, 3,7m G	" "	1926	13,3	82-08-04
1 - 631, 5,2m G	" "	2114	8,5	82-08-04
1 - 662, 2,6m D	Déblai	1945	11,0	82-06-15
1 - 729, 9,0m D	Déblai	1987	8,4	82-06-15
1 - 742, 1,5m G	Terre naturelle	2005	13,0	82-08-03
1 - 766, 3,2m G	Terre naturelle	2109	11,4	82-08-03
1 - 886, 5,8m	Déblai	1984	6,3	82-06-15
1 - 955, 4,2m G	Terre naturelle	2032	8,4	82-07-27
2 - 020, 7,5m G	" "	2055	7,9	82-07-21
2 - 058, 2,5m G	" "	2022	7,1	82-07-27
2 - 072, 5,4m D	Déblai	2027	9,4	82-06-03
2 - 250, 5,4m G	Terre naturelle	2117	6,7	82-07-21
2 - 280, 4,0m G	Terre naturelle	——	——	82-07-21
2 - 333, 9,3m D	Déblai	2133	4,7	82-06-08
2 - 404, 4,8m G		2249	4,6	82-07-20
2 - 414, 8,0m G		1932	13,0	82-08-02
2 - 424, 3,5m G		2120	7,9	82-08-02
2 - 512, 4,0m G		2225	6,2	82-07-20
2 - 580, 8,0m G		2082	7,1	82-07-20
2 - 582, 4,5m D		1809	16,2	82-08-03
2 - 618, 1,5m D		1905	14,4	82-08-03

TABLEAU 4

MASSE VOLUMIQUE OBTENUE

Route 104, La Prairie

Localisation	Sous-fondation	Masse volumique kg/m^3	Teneur en eau %	Date
2 - 436, 8 m G	Classe A	2098	4,1	82-07-28
2 - 490, 3,4m G	Classe A	2183	3,8	82-07-28
2 - 593, 5,2m G	Classe A	2123	4,3	82-07-28
	Fond. supérieure			
0 - 481, 4,0m D	Cal. 19-0a	2283	2,0	82-07-05
0 - 661, 8,0m G	" "	2260	3,5	82-09-20
0 - 809, 5,0m G	" "	2209	4,0	82-09-17
0 - 963, 6,5m D	" "	2215	1,3	82-07-05
1 - 046, 5,5m G	" "	2202	2,5	82-09-10
1 - 201, 6,9m G	" "	2234	2,1	82-09-10
1 - 359, 3,8m G	" "	2205	2,0	82-09-10
1 - 426, 8,2m D	" "	2225	2,2	82-07-01
1 - 607, 1,4m G	" "	2213	2,6	82-08-16
1 - 727, 8,6m G	" "	2246	3,1	82-08-16
1 - 837, 0,7m D	" "	2215	3,4	82-07-01
1 - 931, 8,7m G	" "	2291	3,5	82-08-16
2 - 112, 2,0m G	" "	——	——	82-08-16
2 - 234, 1,7	" "	2243	3,6	82-07-01
2 - 355, 5,1m G	" "	——	——	82-08-13
2 - 506, 7,2m G	" "	2212	3,1	82-08-12
2 - 573, 1,0m D	" "	2243	3,2	82-08-12

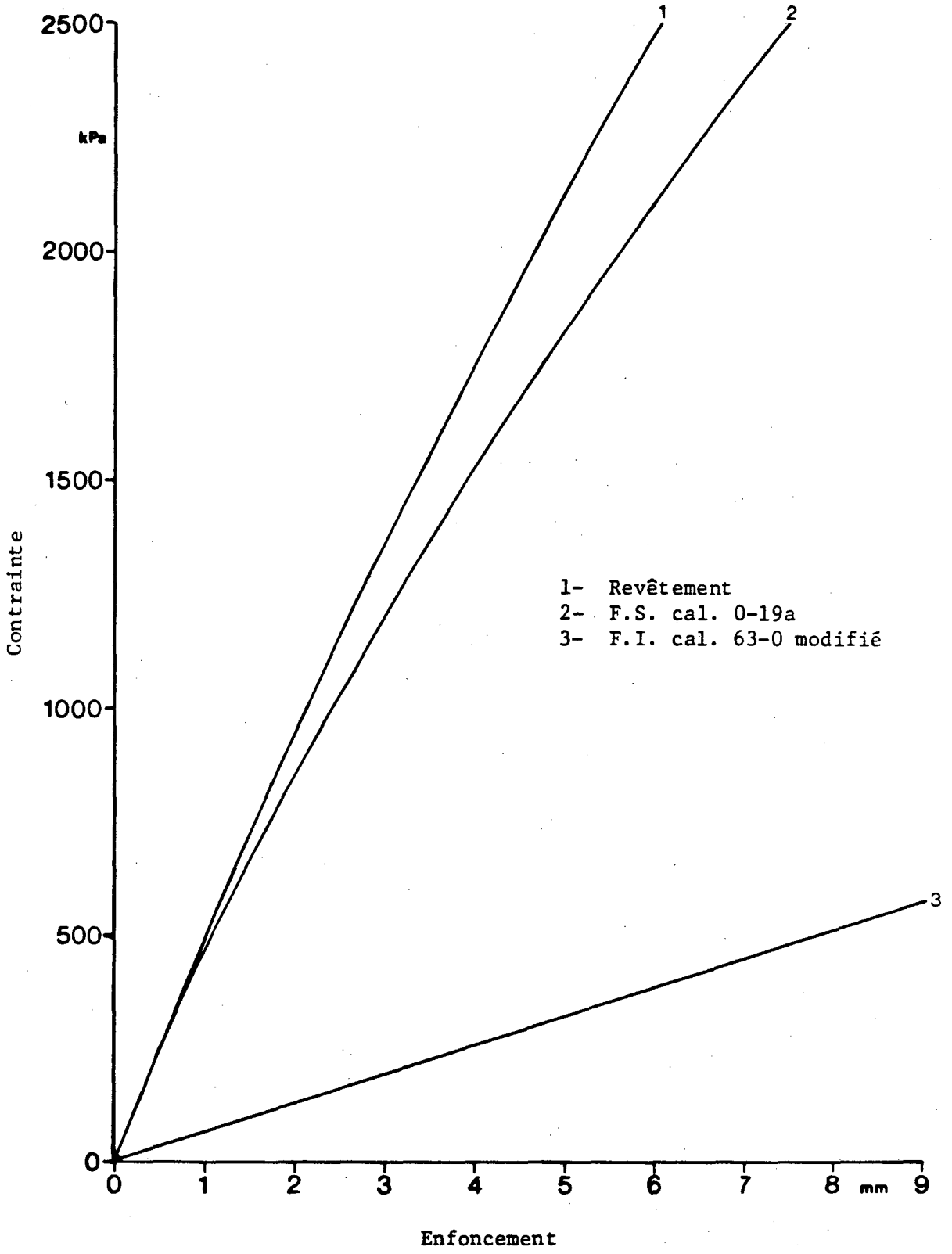


Figure 2: capacité portante par l'essai de plaque pour les différentes couches de la structure du ch. Cherrier, Ile Bizard.

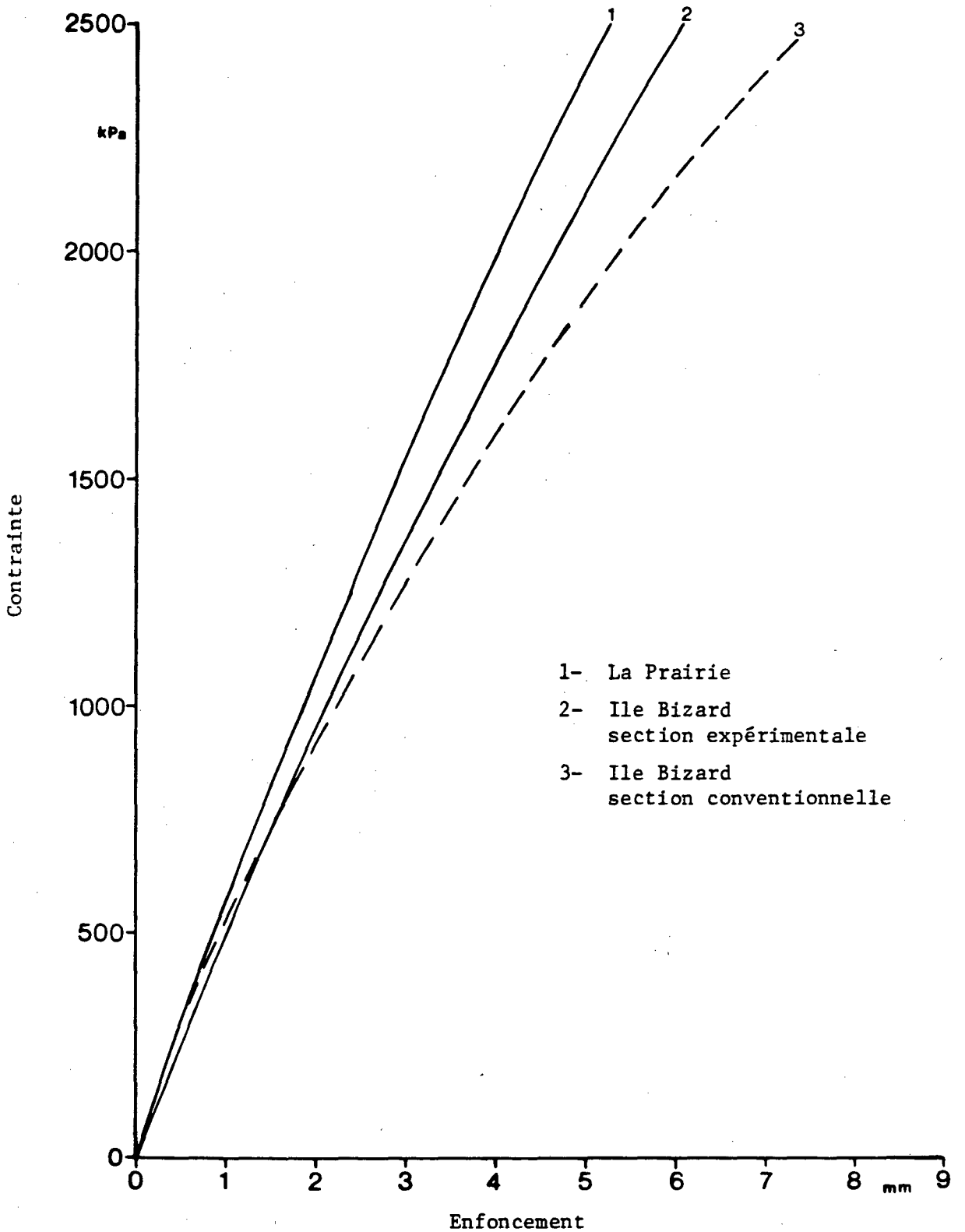


Figure 3: capacité portante par l'essai de plaque du revêtement de différentes sections.

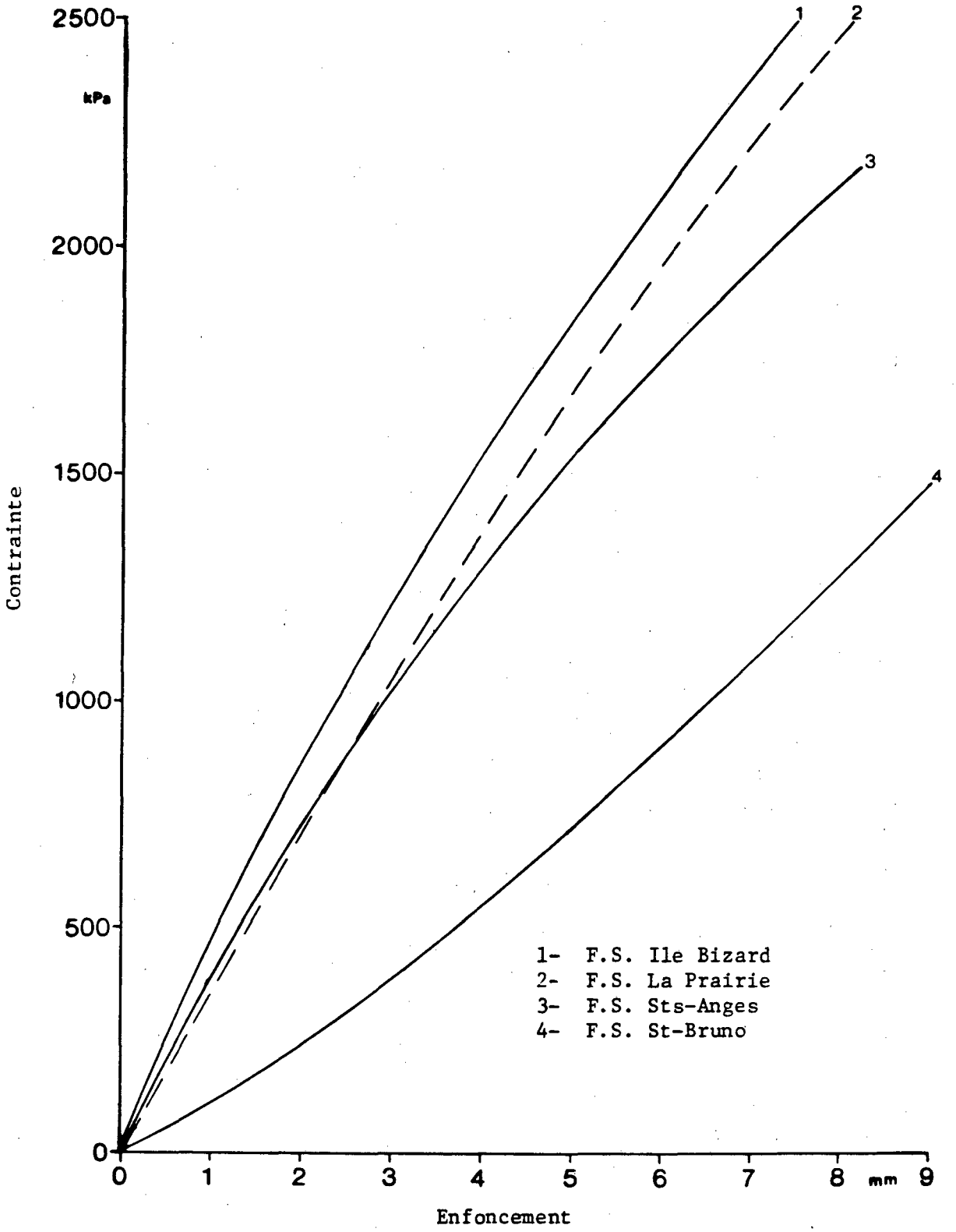


Figure 4: capacité portante par l'essai de plaque de la fondation supérieure de différentes sections.

TABLEAU 5

Comparaison de la capacité portante des différentes sections pour des enfoncements de 2 et 5 mm.

Béton bitumineux

	ENFONCEMENT	
SECTIONS	2 mm	5 mm
Ile Bizard expérimentale	950 KPa	2130 KPa
Ile Bizard conventionnelle	910 KPa	1900 KPa
La Prairie	1160 KPa	2400 KPa

F.S. Cal 0-19a

	ENFONCEMENT	
SECTIONS	2 mm	5 mm
Ile Bizard	850 KPa	1840 KPa
La Prairie	700 KPa	1680 KPa
Sts-Anges	730 KPa	1540 KPa
St-Bruno	240 KPa	720 KPa

TABLEAU 6

NOMBRE D'ESSAIS DE PLAQUE REALISES

SUR CHACUNE DES SECTIONS

	F.I.	F.S.	Revêtement
Ile Bizard, ch. Chevrier section expérimentale	4	2	2
Ile Bizard, ch. Chevrier section conventionnelle	Aucun	Aucun	2
La Prairie Route 104	Aucun	6	3

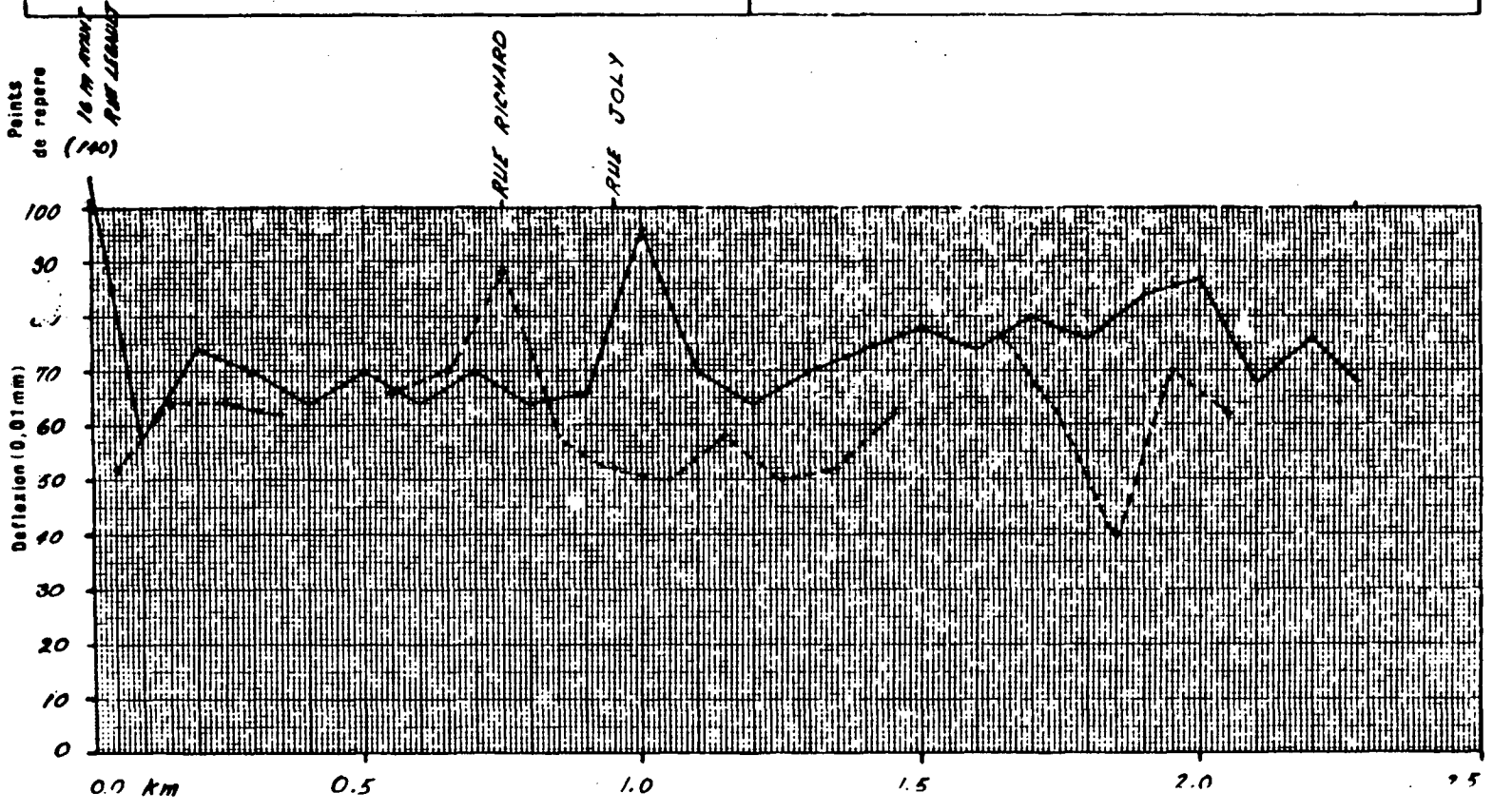
Ministère des transports
Direction expertises et normes
Service des sols et chaussées

ETUDE À L'APPAREIL BENKELMAN

Route: CHEMIN CHERRIER
Municipalité: ILE BIZARD
Comté: NELLIGAN
Nº Dossier: 82 (22) 074
Surface de roulement: BETON BITUMINEUX
Longueur km(s): 2,28 Fréquence des essais: 100 m
Chef d'équipe: R-ANDRE PAQUET Date des essais: 82-09-22

Direction OUEST	Direction EST
$\bar{X}$ = 75	$\bar{X}$ = 61
σ = 16	σ = 11
$\bar{X}+2\sigma$ = 107	$\bar{X}+2\sigma$ = 83
$\bar{X}c+2\sigma$ = 101	$\bar{X}c+2\sigma$ = 76

$\bar{X}c$ = Déflexion moyenne corrigée σ = Ecart type



Remarques:

FIGURE 6

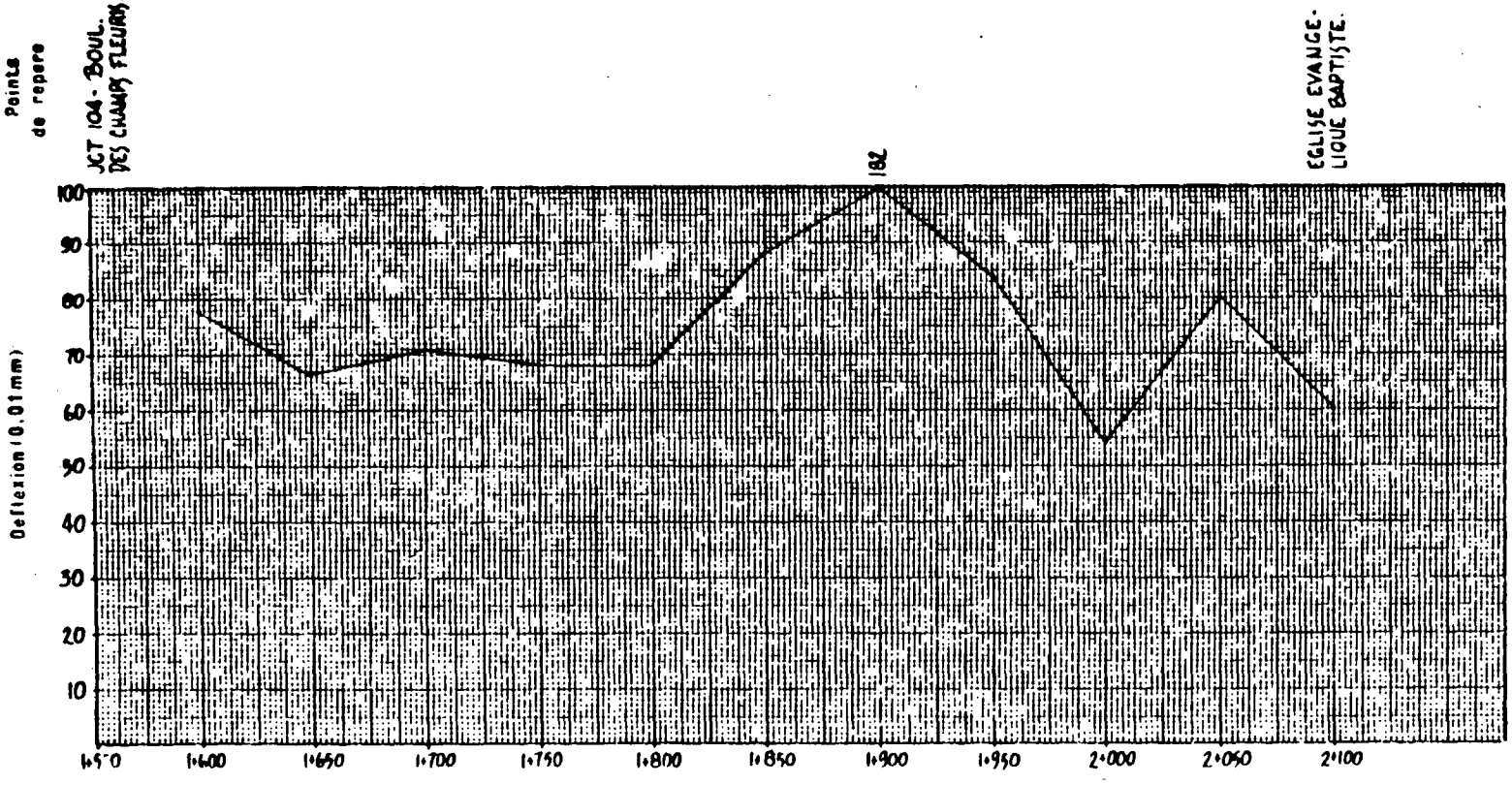
Ministère des Transports
Direction expertises et normes
Service des sols et chaussées

ÉTUDE À L'APPAREIL BENKELMAN

Route: 104
Municipalité: LAPRAIRIE
Comté: LAPRAIRIE
Nº Dossier: 0104 03 82 (22) 001
Surface de roulement: O-19
Longueur km(s): 0,55 Fréquence des essais: 50 m
Chef d'équipe: C. LAJEUNESSE Date des essais: 82-08-24

Direction	Direction
$\bar{x}$ = 72	$\bar{x}$ = 82
σ = 11	σ = 35
$\bar{x}+2\sigma$ = 93 (1)	$\bar{x}+2\sigma$ = 152 (2)
$\bar{x}c+2\sigma$ =	$\bar{x}c+2\sigma$ =

$\bar{x}c$ = Déflexion moyenne corrigée σ = Écart type



Remarques: (1) SANS LA VALEUR EXTREME DE 182

(2) INCLUANT LA VALEUR EXTREME DE 182

ÉTUDE À L'APPAREIL BENKELMAN

RANG NO 4
STS-ANGES
BEAUCE

$\bar{X}$ = Déflexion moyenne corrigée — σ = Écart type

———	Direction SUD 80-08-18	$\bar{X}c + 2\sigma$	124
- - -	Direction SUD 80-08-04	$\bar{X}c + 2\sigma$	221
·····	Direction SUD 80-07-22	$\bar{X}c + 2\sigma$	265

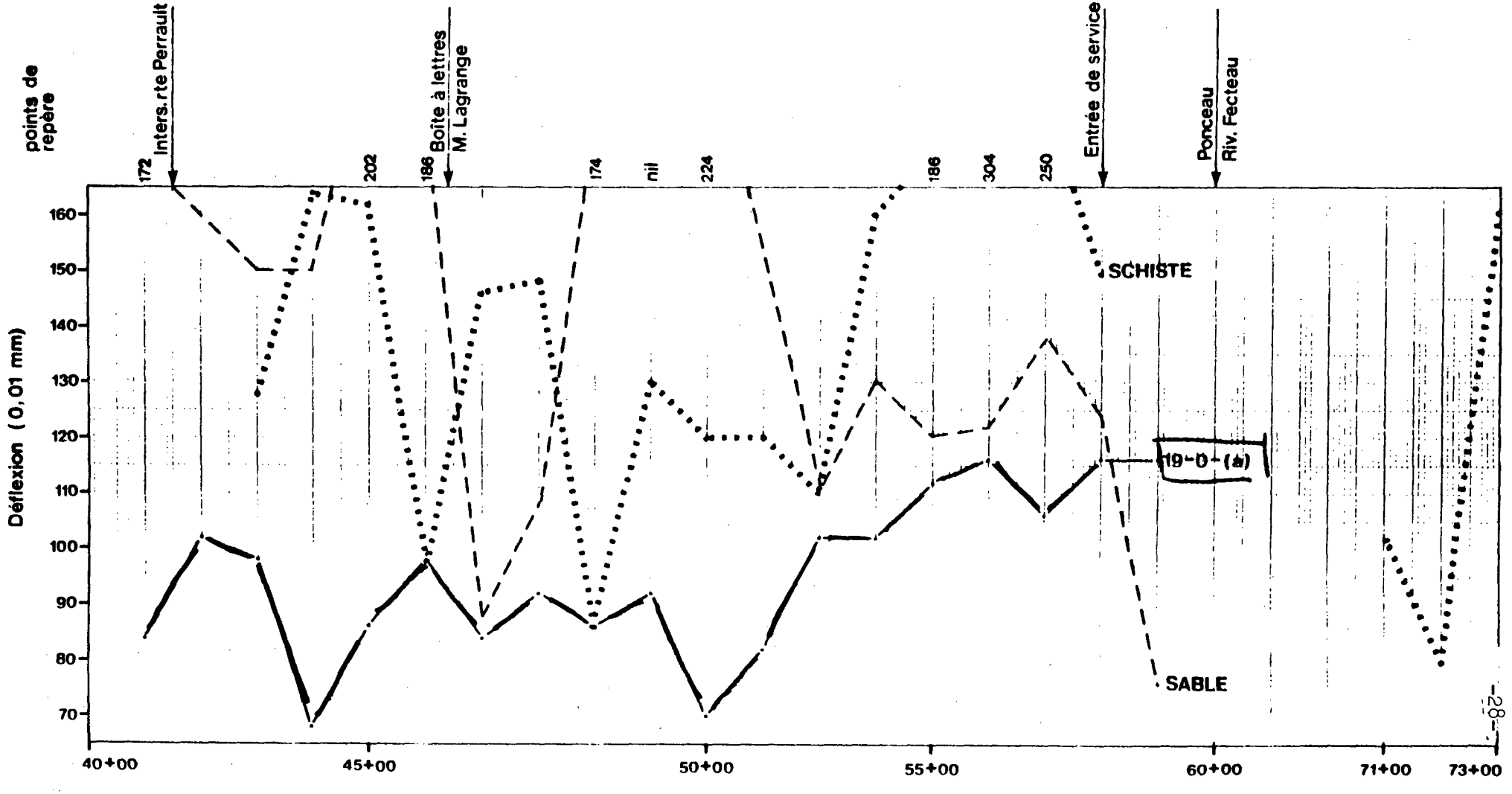


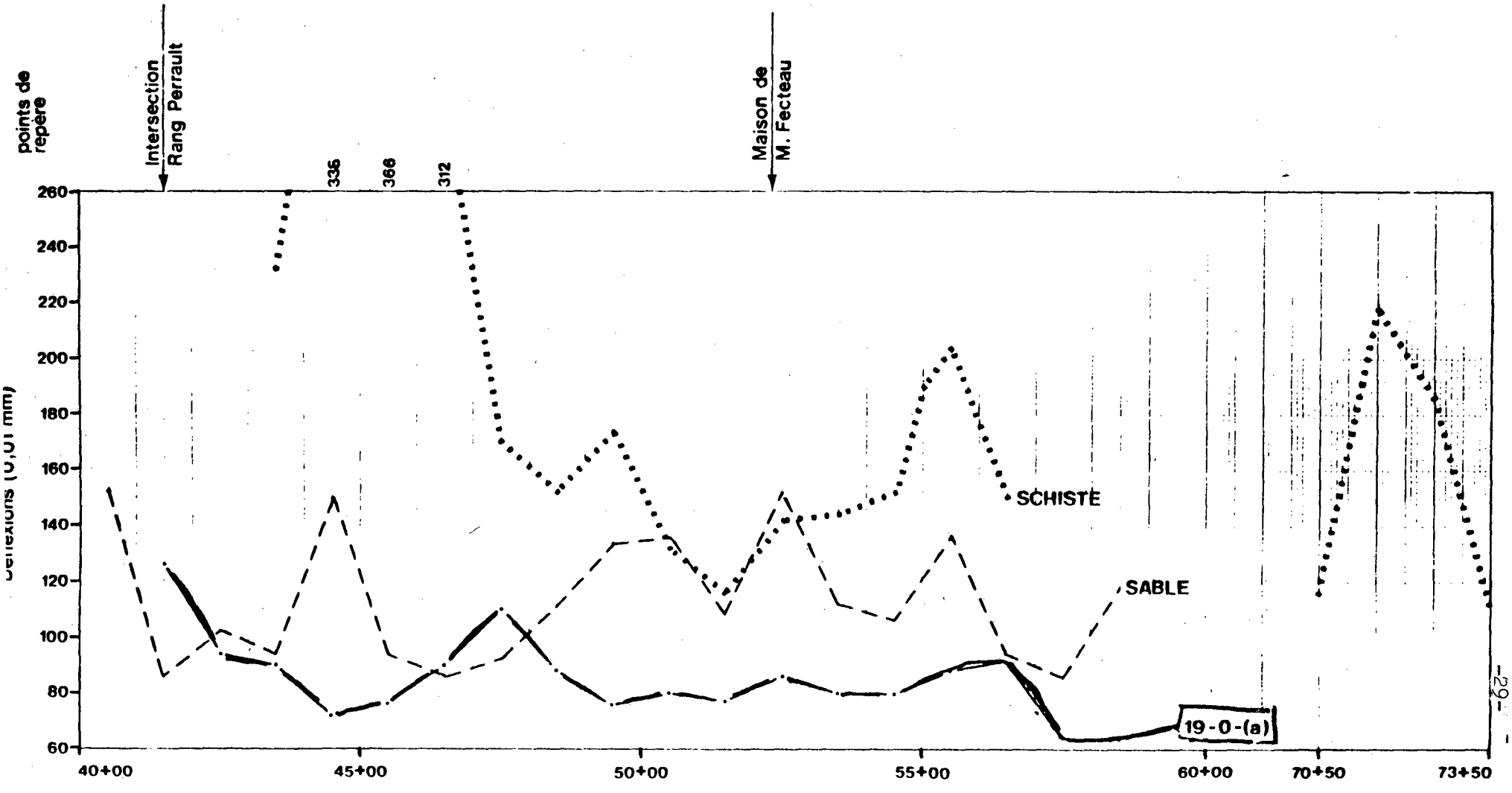
FIGURE 8

ÉTUDE À L'APPAREIL BENKELMAN

RANG NO 4
STS-ANGES
BEAUCE

$\bar{X}$ = Déflexion moyenne corrigée σ = Écart type

—— Direction	NORD 80-08-18	$\bar{X}c + 2\sigma$	114
– – – Direction	NORD 80-08-04	$\bar{X}c + 2\sigma$	160
• • • • • Direction	NORD 80-07-22	$\bar{X}c + 2\sigma$	356



APPENDICE B

PHOTOGRAPHIES DU PROJET

DE LA ROUTE 104 A LA PRAIRIE

ET

DU CHEMIN CHERRIER A L'ILE BLIZARD

APPENDICE B

PHOTOGRAPHIES DU PROJET

DE LA ROUTE 104 A LA PRAIRIE

ET

DU CHEMIN CHERRIER ET L'ILE BIZARD

PHOTOGRAPHIES

Figure A : Surface de la fondation inférieure, route 104

Figure B : Vue de coupe de la structure de la chaussée de la route 104. Les niveaux de la structure y sont indiquées. (Granulométries ouvertes)

Figure C : Gros plan de la sous-fondation de la route 104.

Figure D : Surface de la fondation inférieure de l'Ile Bizard, calibre 63-0 modifié. (Granulométrie ouverte)

Figure E : Surface de la fondation supérieure de l'Ile Bizard, calibre 19-0a.

BIBLIOGRAPHIE

1. Compte-rendu du Symposium sur l'Action du gel sur les chaussées tenu à Oslo au laboratoire Norvégien de la Recherche Routière les 1er, 2 et 3 octobre 1973, Organisation de coopération et de développement économiques, Paris, 1974

2. Tessier, G.-Robert, (1973), Guide de construction routière, Ministère des Transports du Québec, p. 103 à 110.

3. Dallaire, Guy, (Avril 1981), Influence de la qualité de granulats dans les fondations d'une chaussée, rapport d'étude, Laboratoire Central, Ministère des Transports.

4. Langlois, Pierre (Juin 1981), Etude d'une structure de chaussée constituée de matériaux non dégradables et à granulométrie ouverte, rapport d'étude, Laboratoire Central, Ministère des Transports.

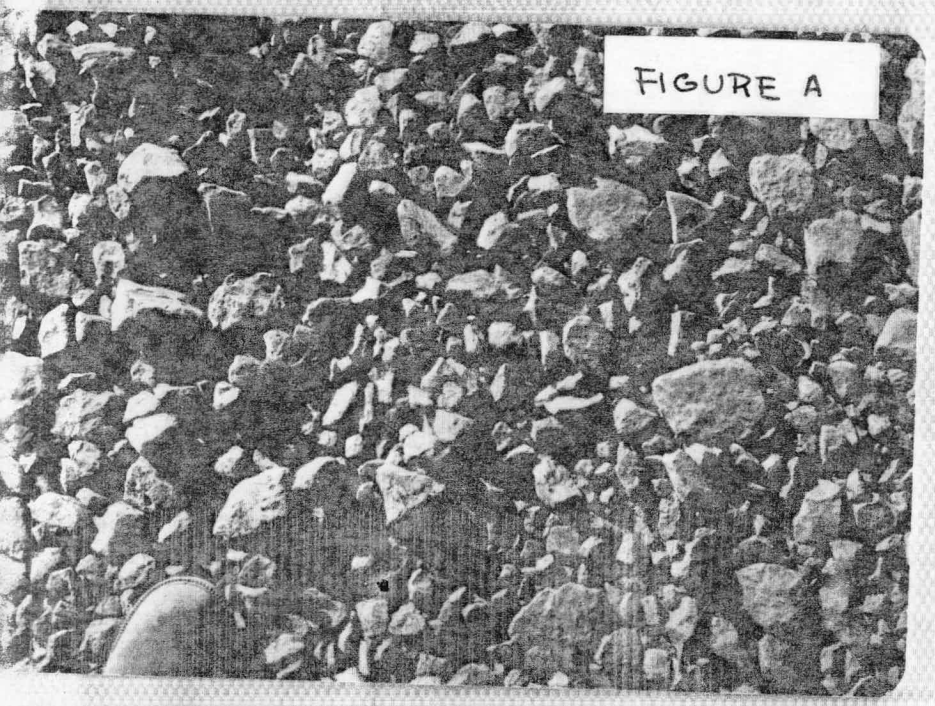


FIGURE A

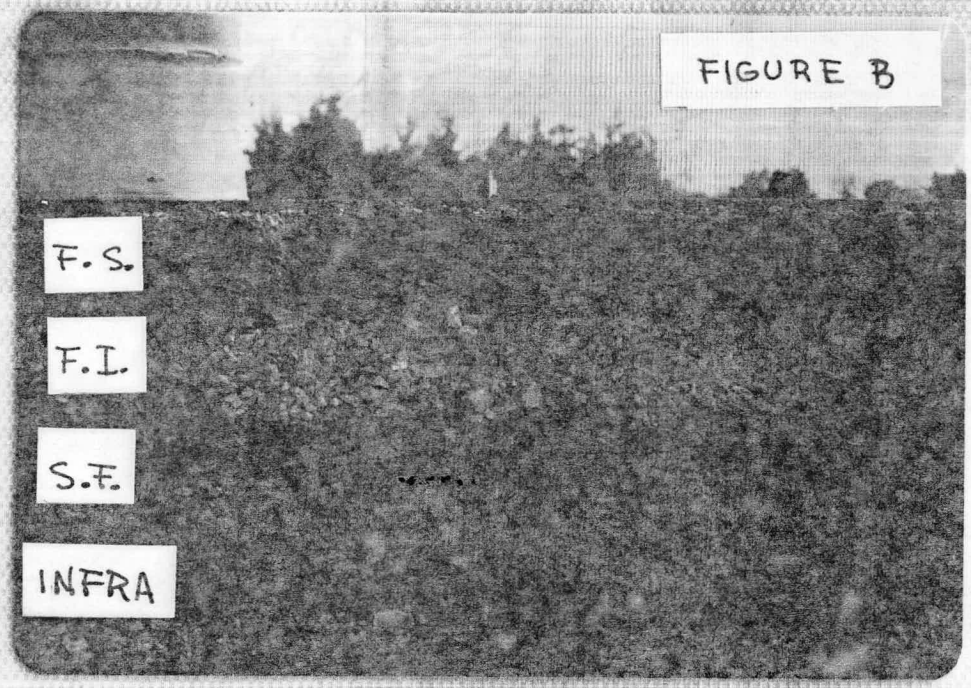
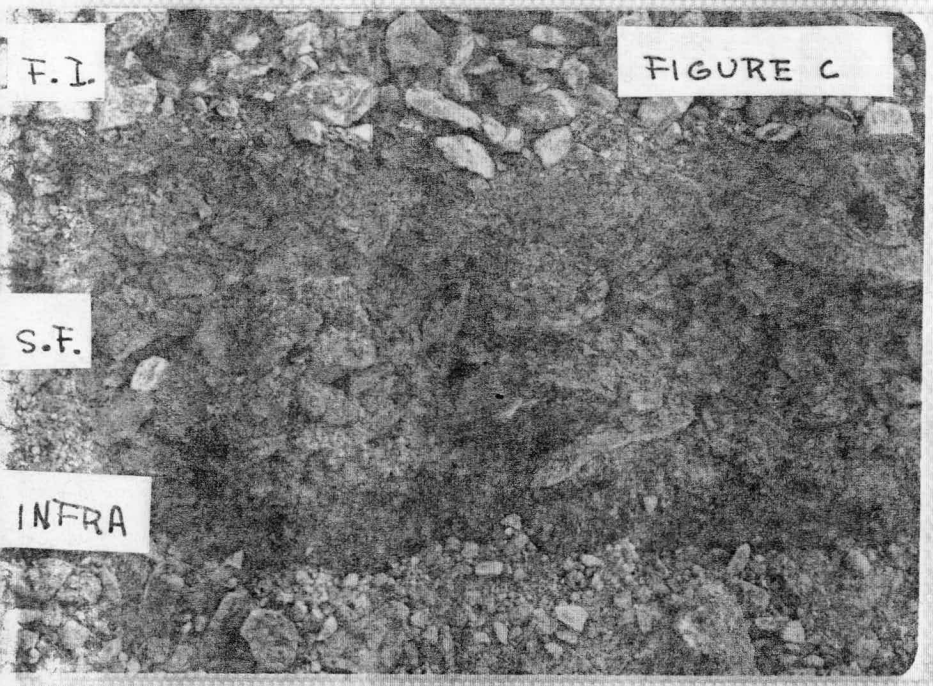


FIGURE B
F.S.
F.I.
S.F.
INFRA


F.I.
FIGURE C
S.F.
INFRA

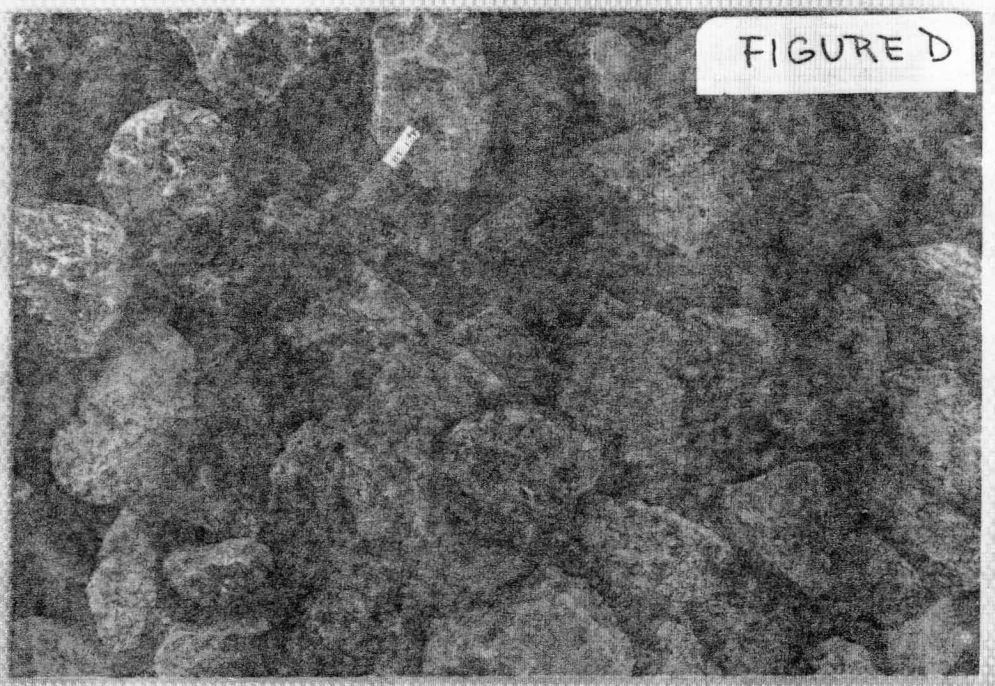


FIGURE D

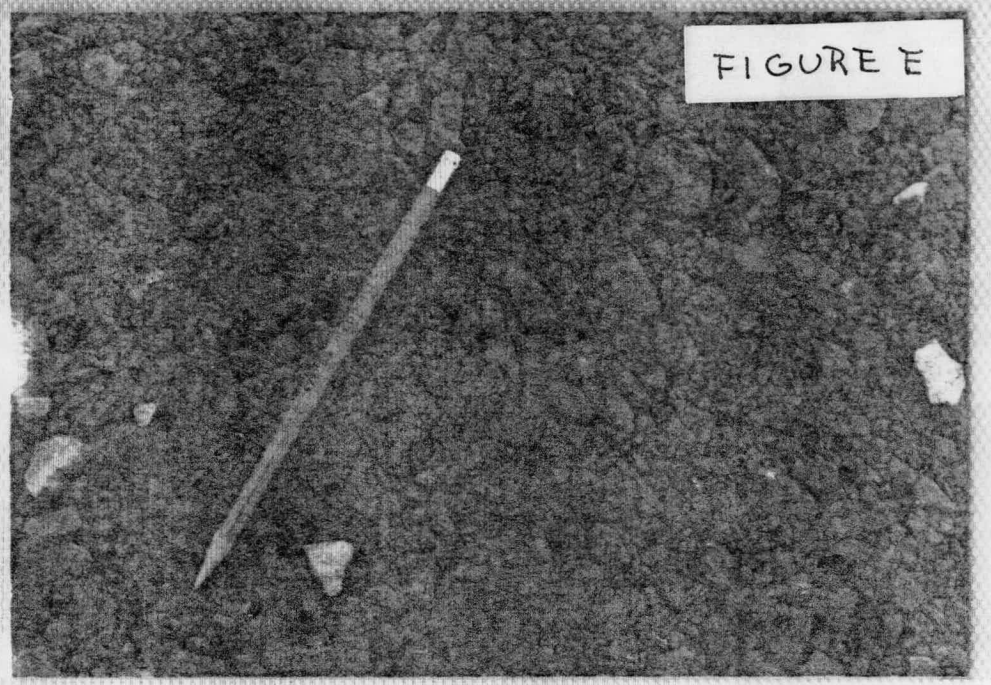


FIGURE E

MINISTERE DES TRANSPORTS
QTR A 104 430