

### Évaluation subjective du confort de roulement

Expérience 1993

**Simon Plante**  
Service des programmes routiers et de la circulation

**Diane Leroux**  
Service statistique et économie en transport

Ministère des Transports du Québec

**L'**expérience d'évaluation subjective du confort de roulement des chaussées, réalisée par le ministère des Transports du Québec en juin 1993, avait pour buts de chercher à mieux comprendre et, surtout, de modéliser les attentes des usagers à l'égard des routes qu'ils empruntent régulièrement et ce, de manière scientifique. C'est en faisant appel à un panel d'observateurs dans un cadre expérimental contrôlé qu'il a été possible d'atteindre l'objectif mentionné précédemment.

L'expérience consiste à véhiculer des observateurs sur un parcours prédéterminé comprenant toute une gamme d'états de chaussée

des trois principales classes de routes du réseau routier supérieur. Les observateurs ont comme tâche, pour chaque section-test du parcours, d'évaluer le confort de roulement qu'ils ressentent et de le reproduire sur une fiche d'évaluation conçue à cet effet. Les données recueillies sont ensuite compilées, vérifiées et analysées à l'aide de techniques statistiques adéquates en fonction de divers points d'intérêt. Les résultats font ensuite l'objet d'une extrapolation reflétant l'ensemble du réseau et l'ensemble des usagers (l'indice de rugosité international IRI est la donnée de référence employée).

REÇU  
CENTRE DE DOCUMENTATION

FEV 9 1995

### SOMMAIRE

- 2 Définitions
- 2 Paramètres de l'expérience
- 3 Les relevés et calculs de l'IRI
- 4 Les analyses
- 10 Principale utilité des résultats
- 10 Conclusion
- 10 Bibliographie

TRANSPORTS QUÉBEC

Ce bulletin est produit par le Service de la documentation et de l'information scientifique, Direction de la coordination de la recherche et de l'information en transport, Ministère des Transports du Québec  
700, boul. René-Lévesque Est, 21<sup>e</sup> étage  
Québec (Québec) G1R 5H1  
Tél. : (418) 643-6039  
Fax : (418) 643-2343

Recherche et coordination :  
**Richard Pagé**

Conception et édition électronique :  
**Carole Robitaille**

Dépôt légal -  
Bibliothèque nationale  
du Québec, 1994  
ISSN 1198-1113

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

CANQ  
TR  
248  
V.16



## DÉFINITIONS

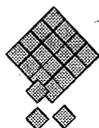
### PSR (*Present Serviceability Rating*) :

Il s'agit du niveau de confort de roulement ressenti par un groupe d'usagers du réseau routier évalué de façon subjective. L'échelle de mesure utilise des valeurs variant de 0 à 5 (de faible à excellent). Le PSR a été conçu par Carey et Irick <sup>1</sup> à l'occasion du AASHTO Road Test réalisé au début des années soixante.

### IRI (*Indice de rugosité international*) :

L'indice de rugosité international est un indice de mesure du niveau de confort de roulement de la chaussée exprimé en mètre de dénivelé par kilomètre. Il peut être mesuré à l'aide d'un profilomètre ou d'un roulemètre. L'IRI est donc une mesure objective de la profilométrie de la chaussée.

L'IRI a été développé par la Banque mondiale au milieu des années quatre-vingt et est maintenant reconnu mondialement. Il a la particularité d'avoir été conçu pour être applicable à tous les types de réseaux, peu importe la qualité d'un réseau, le climat ou les usagers. Il permet, entre autres choses, de comparer la profilométrie de plusieurs réseaux de pays différents sur une base d'évaluation normalisée <sup>2</sup>. L'IRI permet d'exprimer des valeurs variant de 0 à 12 m/km (de excellent à impraticable) pour les routes revêtues. De façon générale, les pires routes des réseaux nord-américains n'excèdent pas de 8 m/km d'IRI.



## PARAMÈTRES DE L'EXPÉRIENCE

### La fiche d'évaluation

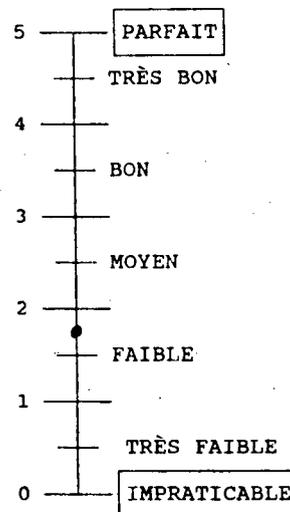
Pour chaque section-test à évaluer, l'observateur avait en main la fiche d'évaluation qui suit (voir figure 1). Elle est caractérisée par une échelle de mesure sur laquelle l'observateur inscrivait une cote d'appréciation du confort de roulement (PSR). De plus, l'observateur devait répondre à une question concernant le degré d'acceptabilité de l'état de la chaussée à l'égard du confort de roulement. Une réponse négative à cette question signifie que le confort ressenti est inacceptable et qu'une intervention sur la chaussée serait souhaitable en vue d'en accroître le confort.

### Les observateurs

En tout, 36 observateurs venant de différents milieux ont pris part à l'expérience. Toutes ces personnes se sont présentées sur une base volontaire et n'ont été soumises à aucun critère de sélection particulier. Afin d'assurer la représentativité des femmes et des hommes au sein de la population, un effort a été fait pour équilibrer la représentation des deux sexes à l'intérieur du groupe d'observateurs (échantillon). Ainsi, des 36 observateurs dont il est question, 16 étaient des femmes. Parmi les membres du groupe, on comptait deux retraités, trois étudiants de niveau universitaire (maîtrise en génie civil), un commissionnaire (routier) et plusieurs fonctionnaires de diverses spécialités. Tous venaient soit du grand public, d'un organisme public ou para-public ou du milieu universitaire. Malheureusement, il a été impossible de convaincre un organisme privé d'affecter du personnel pour l'expérience.

Figure 1  
Fiche d'évaluation du confort de roulement

Observateur	
Initiales <i>SP</i>	Numéro <i>P3</i>
Section Test  <b>440-1</b>	
Est-ce que l'état de la route est acceptable ?  <input type="checkbox"/> Oui <input checked="" type="checkbox"/> Non	



ÉVITEZ LES DISTRACTIONS  
GARDEZ VOS OBSERVATIONS  
CONFIDENTIELLES

## La vitesse

La vitesse des véhicules sur le parcours était la vitesse affichée ou vitesse légale afin de laisser de 35 à 50 secondes aux observateurs pour juger le confort de roulement des sections-tests.

## Les véhicules

Pour les besoins de l'expérience, deux véhicules de location identiques ont été utilisés à bord desquels prenaient place trois observateurs et un conducteur, soit deux Oldsmobile Cutlass Ciera 1993 avec moteur 6 cylindres offrant un bon confort.

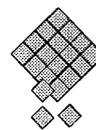
## Le parcours

Le parcours était constitué de 100 sections-tests d'environ 1000 m. L'ensemble du parcours comprenait 53 sections-tests d'autoroute, 31 sections-tests de routes nationales et 16 sections-tests de routes régionales. Les

IRI pour ces sections-tests variaient de 1,0 à 3,8 m/km pour les autoroutes, de 1,0 à 3,2 m/km pour les routes nationales et de 1,3 à 4,9 m/km pour les routes régionales. Les sections-tests étaient espacées d'environ 3 km (1,5 minutes) pour permettre aux observateurs de remplir leurs fiches et de se détendre un peu. Le parcours, du point de départ en matinée au point d'arrivée en fin de journée, comptait 500 km au total. Les sections-tests étaient toutes identifiées à l'aide de piquets de bois et de marques sur la chaussée (début et fin des zones-tests).

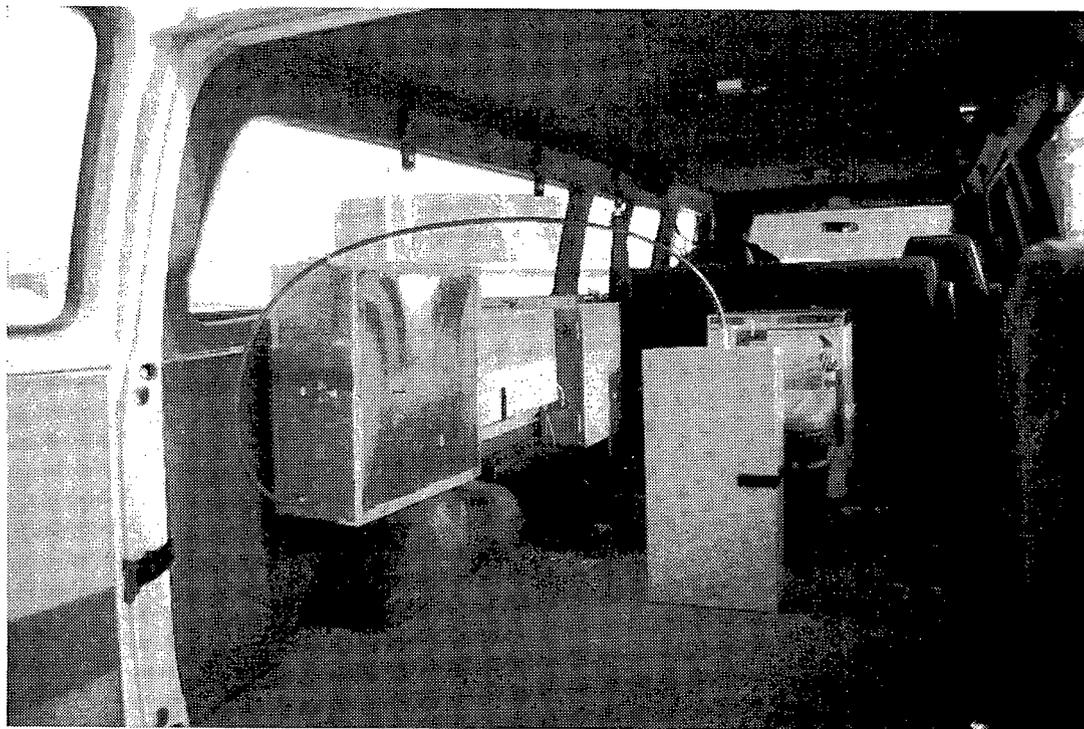
## Autres détails de l'expérience

Durée totale : 6 jours (2 véhicules par jour et 3 observateurs par véhicule = 6 observateurs par jour)  
Séance d'information : 9 h à 9 h 30  
Heure de départ : 9 h 45  
Heures de dîner : 12 h à 13 h 00  
Heure d'arrivée : 16 h  
Aucune période de repos n'a été demandée par les observateurs.



## LES RELEVÉS ET CALCULS DE L'IRI

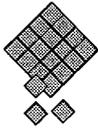
L'IRI a été relevé à l'aide des roulemètres # 1, 7, 8 et 9 du ministère des Transports du Québec à la toute fin de l'expérience. Chaque appareil est monté à même le système de suspension d'une fourgonnette. Un ordinateur, installé à bord, enregistre les oscillations perçues par 2 séries de 8 compteurs activés par le déplacement du différentiel du véhicule. Une équation, dont les paramètres sont estimés à l'aide de la méthode de la régression multiple, permet de traduire les valeurs des compteurs en IRI.



*Roulemètre:  
appareil monté à  
même le système de  
suspension d'une  
fourgonnette*

DOR-CEJ-MON

CANQ  
TR  
248  
v. 16



## LES ANALYSES

Le but principal de l'expérience était le développement de deux modèles, l'un permettant d'établir un lien entre le PSR et l'IRI et l'autre un lien entre le taux de satisfaction et l'IRI. Toutefois, avant de procéder au développement de ces modèles, nous avons examiné les valeurs de PSR fournies par chaque observateur pour chaque section de route. Nous voulions évaluer la performance des observateurs et aussi vérifier si des facteurs comme le sexe ou le nombre d'années d'expérience de conduite avaient une influence significative sur les valeurs de PSR.

### Les observateurs

La performance des observateurs a été examinée sous deux aspects : la capacité des observateurs à fournir des

valeurs de PSR semblables lorsqu'ils évaluent une deuxième fois une même section-test et leur capacité d'adapter leur jugement à juger de l'état de la route.

### Répétitivité des observations

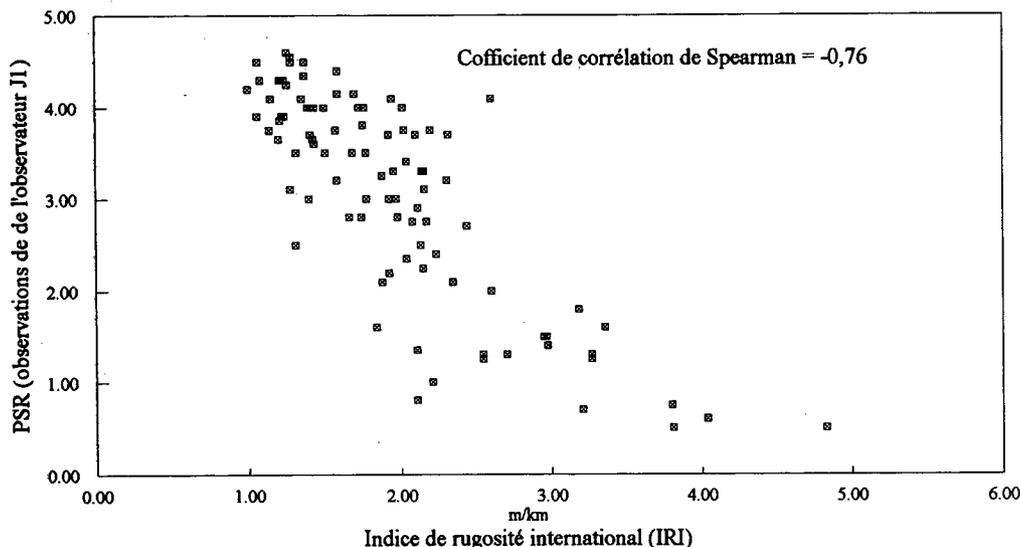
Le parcours a été conçu de façon à circuler deux fois sur certaines sections-tests. Les observateurs n'étaient pas prévenus qu'ils devaient évaluer une deuxième fois une section déjà jugée. Ils ne pouvaient vraisemblablement pas se rappeler de la note qu'ils avaient accordée la première fois. Cet exercice a été fait à neuf reprises. À partir de ces répétitions nous avons calculé la moyenne des écarts, en valeurs absolues, entre les deux passages. Les résultats obtenus se situent entre 0,27 (écart-type = 0,24) et 0,67 (écart-type = 0,50). Quelques observateurs ont fournis des différences aussi élevées que 1 ou 2. Puisque ces écarts considérables n'étaient pas attribuables systématiquement à un ou l'autre des observateurs, aucun d'entre eux n'a été éliminé sur ce critère.

### Analyse des résultats individuels

Pour vérifier si chaque observateur était capable d'adapter son jugement au confort de roulement, nous avons calculé le coefficient de corrélation (de Spearman) entre les valeurs de PSR et l'IRI de chacun d'eux. Les résultats obtenus ( $r$ ) varient entre - 0,42 et - 0,79, et sont tous significativement différents de 0. Rappelons qu'un coefficient de corrélation autour de 0 aurait indiqué que les PSR se répartissaient de façon complètement aléatoire, donc indépendamment du confort de roulement (mesuré par l'IRI). À titre d'exemple, le graphique de la figure 2 illustre les valeurs de PSR fournies par l'observateur J1 en fonction de l'IRI ( $r = - 0,76$ ).

En général, les observateurs sont capables d'utiliser à peu près toute l'échelle des PSR : en moyenne, la plus petite évaluation fournie est de 1,00 et la plus élevée est de 4,50. Les observateurs sont donc capables de reconnaître les sections-tests en très bon ou en très mauvais état, c'est-à-dire d'adapter leur jugement au confort de roulement.

Figure 2  
PSR fournis par l'observateur J1 en fonction de l'IRI.



## Influence de certains facteurs

Nous avons fait une analyse de variance à deux facteurs avec mesures répétées sur le facteur SECTION-TEST afin de voir s'il y avait des différences significatives dans les résultats observés à l'égard de certaines caractéristiques socio-démographiques (âge, sexe, expérience de conduite, distance totale parcourue annuellement, véhicule habituellement utilisé et expertise en chaussées).

Nous avons observé une différence statistiquement significative entre les valeurs moyennes de PSR des femmes et celles des hommes pour les trois classes de route. Les femmes portent des jugements nettement plus sévères que les hommes (de l'ordre de  $\Delta PSR = -0,3$ ). Cette conclusion va à l'encontre de ce qui avait été observé lors de l'expérience pilote de 1992<sup>3</sup>. Rappelons toutefois que seulement 5 femmes avaient participé à l'expérience pilote, sur un groupe de 24 observateurs, et que les résultats d'une de ces femmes

avaient été rejetés. Quant aux autres caractéristiques socio-démographiques mentionnées, aucune différence significative n'a été observée entre divers sous-groupes.

## Quelques informations sur les observateurs

Le tableau 1 donne un portrait sommaire de l'échantillon des observateurs et des valeurs de PSR accordées par ceux-ci. On y présente la répartition du groupe selon le sexe et selon l'expérience dans le domaine des chaussées. Pour chacun des sous-groupes, nous présentons l'âge moyen (fortement corrélé avec le nombre d'années d'expérience de conduite) ainsi que la moyenne des minima et des maxima observés et ce, pour chaque classe de route.

## La relation entre PSR et IRI

Nous avons calculé, pour chaque section-test, la moyenne des valeurs des PSR fournis par les 36 observateurs. Ce sont ces moyennes qui sont mises en relation avec les valeurs d'IRI. Des modèles linéaires et non linéaires faisant intervenir différents types de transformations ont été évalués. Le modèle non linéaire de l'équation 1 a été retenu pour sa capacité à tenir compte des limites de l'échelle des PSR (0 à 5) et à s'ajuster aux données observées :

$$PSR = 5 * e^{(\alpha * IRI)} \quad 1$$

La transformation logarithmique de l'équation 2 permet d'obtenir un modèle linéaire. L'estimation du paramètre  $\alpha$  est obtenue en appliquant la méthode des moindres carrés à ce modèle de régression linéaire simple.

$$\ln \left( \frac{PSR}{5} \right) = \alpha * IRI \quad 2$$

**Tableau 1**  
**Informations sur les observateurs**

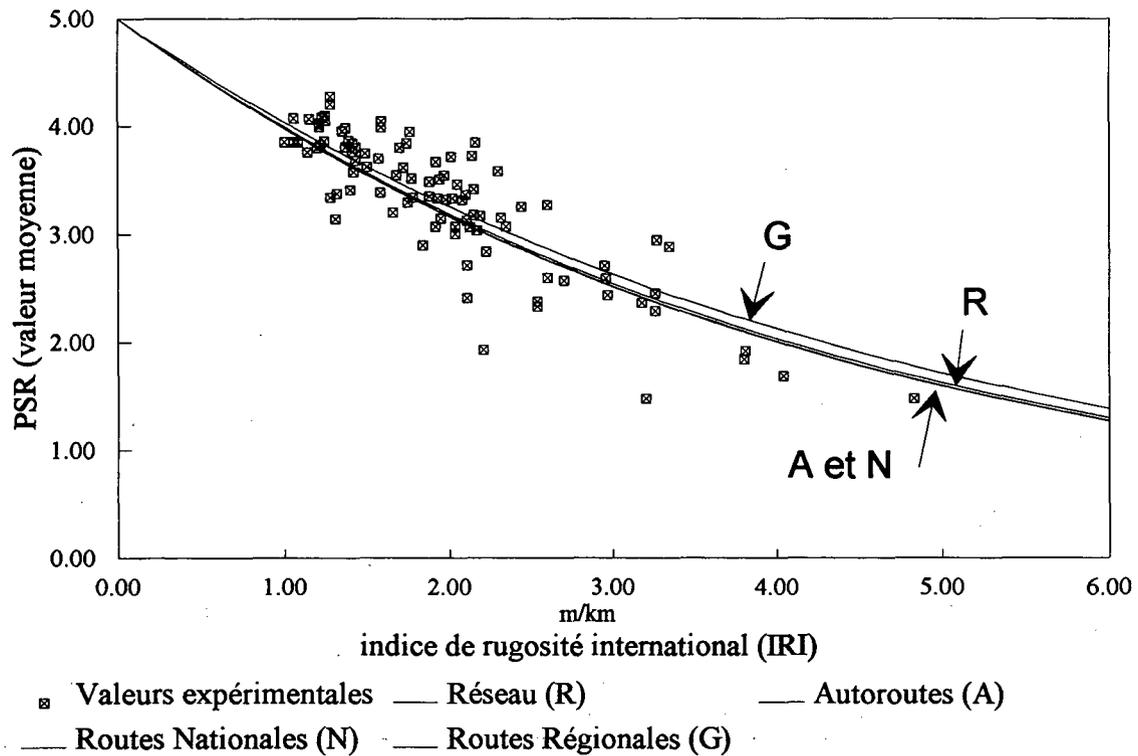
Sexe	Expertise	Taille	Moyenne d'âge	PSR					
				AUTOROUTES		NATIONALES		RÉGIONALES	
				Moyenne minimum	Moyenne maximum	Moyenne minimum	Moyenne maximum	Moyenne minimum	Moyenne maximum
Femmes	Sans expertise	16	38,6	0,80	4,36	1,73	4,10	1,08	4,10
	Avec expertise	1	25,0	1,00	4,70	2,75	4,40	1,90	4,20
	<b>Toutes</b>	<b>17</b>	<b>37,8</b>	<b>0,81</b>	<b>4,38</b>	<b>1,79</b>	<b>4,12</b>	<b>1,13</b>	<b>4,11</b>
Hommes	Sans expertise	15	50,1	1,32	4,54	2,09	4,37	1,51	4,33
	Avec expertise	4	37,5	1,03	4,73	2,05	4,48	1,28	4,65
	<b>Tous</b>	<b>19</b>	<b>47,4</b>	<b>1,26</b>	<b>4,58</b>	<b>2,08</b>	<b>4,39</b>	<b>1,46</b>	<b>4,40</b>
<b>Tous</b>		<b>36</b>	<b>42,9</b>	<b>1,05</b>	<b>4,48</b>	<b>1,94</b>	<b>4,26</b>	<b>1,31</b>	<b>4,26</b>

Des régressions ont été effectuées pour chaque classe de route ainsi que pour toutes les classes confondues (réseau). Le tableau 2 présente les estimations obtenues pour  $\alpha$  dans chaque cas accompagnées de l'écart type sur le paramètre, la valeur de  $R^2$  (redéfinie pour l'absence d'ordonnée à l'origine tel que proposé par Myers <sup>4</sup>) ainsi que le carré moyen résiduel (*mean square error*).

Le graphique de la figure 3 montre les courbes du PSR en fonction de l'IRI pour le réseau (toutes classes confondues), les autoroutes, les routes nationales et les routes régionales. Les courbes résultantes pour les autoroutes et les routes nationales se superposent parfaitement tandis que la courbe des routes régionales est différente des deux premières.

Tableau 2 Paramètres des équations 1 et 2				
Classe	$\alpha$		$R^2$	Carré moyen résiduel
	Estimation	Écart-type		
Autoroutes	-0,2282	0,0091	0,69	0,139
Nationales	-0,2289	0,0066	0,69	0,051
Régionales	-0,2141	0,0134	0,82	0,141
<b>Réseau</b>	<b>-0,2251</b>	<b>0,0057</b>	<b>0,72</b>	<b>0,114</b>

Figure 3  
Courbes PSR vs IRI (équation 1)



## Modélisation des taux de refus

Nous avons présenté la modélisation des PSR moyens fournis par les observateurs en fonction de l'IRI (indice de confort de roulement de la

chaussée). Mais, en plus de donner leur appréciation sur une échelle de 0 à 5, les observateurs devaient aussi indiquer si, oui ou non, ils (elles) considéraient comme acceptable le confort de roulement de la chaussée. Il s'agit donc ici de modéliser la relation entre la variable binaire Y (qui vaut 1 si l'observateur juge le confort inaccepta-

ble, et 0 si son jugement est favorable) en fonction de l'IRI, puis en fonction du PSR moyen. Ces deux relations permettront de connaître les niveaux (IRI ou PSR) au-delà desquels une proportion donnée d'observateurs (par exemple 50 %) considéraient que la chaussée est dans un état inacceptable.

**Tableau 3**  
Données recueillies pour l'analyse des taux de refus

Rang	Numéro	Classe	Refus	PSR moy.	IRI	Rang	Numéro	Classe	Refus	IRI	PSR moy.
1	440-1	10	5.6%	3.67	1.92	51	573-8	10	33.3%	2.29	3.26
2	440-2	10	0.0%	3.85	2.16	52	573-9	10	25.0%	2.42	2.11
3	440-3	10	2.8%	3.51	1.94	53	40-17	10	2.8%	3.81	1.37
4	40-1	10	2.8%	3.33	2.02	54	73-2	10	0.0%	4.20	1.28
5	40-2	10	8.3%	2.89	3.35	55	540-2	10	0.0%	4.04	1.59
6	40-3	10	0.0%	3.84	1.74	56	40-18	10	2.8%	4.02	1.21
7	40-4	10	2.8%	3.83	1.22	57	40-19	10	2.9%	3.84	1.41
8	40-5	10	13.9%	3.07	1.92	58	40-20	10	25.0%	2.38	2.54
9	573-1A	10	15.2%	3.25	2.44	59	367-6	30	3.0%	4.10	1.25
10	573-1	10	6.1%	3.32	2.08	60	358-1	30	47.2%	1.69	4.04
11	573-2	10	2.8%	3.52	1.77	61	358-2	30	69.4%	1.48	4.83
12	573-3	10	2.8%	3.42	2.15	62	358-3	30	66.7%	1.44	-
13	369-1A	30	7.4%	2.94	3.27	63	40-22	10	77.8%	1.25	-
14	573-4	10	33.3%	2.45	3.26	64	40-23	10	45.7%	1.93	2.21
15	573-5	10	24.2%	2.71	2.11	65	73-3	10	5.6%	3.14	1.95
16	40-6	10	0.0%	3.99	1.37	66	73-4	10	2.8%	3.68	1.43
17	73-1	10	0.0%	4.27	1.28	67	73-5	10	0.0%	4.08	1.23
18	540-1	10	0.0%	3.99	1.59	68	73-6	10	77.8%	1.48	3.20
19	40-7	10	0.0%	4.03	1.21	69	175-1	20	2.8%	3.13	2.11
20	40-8	10	2.8%	3.77	1.41	70	175-2	20	2.8%	3.70	1.57
21	40-9	10	30.6%	2.33	2.54	71	175-3	20	11.1%	3.15	2.32
22	40-10	10	2.8%	3.63	1.50	72	175-4	20	5.7%	3.18	2.15
23	40-11	10	2.8%	3.85	1.06	73	175-5	20	2.8%	3.87	1.39
24	40-13	10	0.0%	4.07	1.15	74	175-6	20	5.6%	3.36	2.10
25	40-14	10	2.8%	3.35	1.88	75	175-7	20	21.4%	2.60	2.60
26	40-15	10	25.0%	2.57	2.70	76	175-8	20	0.0%	4.07	1.06
27	40-16A	10	30.6%	2.44	2.97	77	73-7	10	58.3%	1.84	3.80
28	40-16B	10	2.8%	3.06	2.13	78	73-8	10	0.0%	3.86	1.24
29	40-16C	10	0.0%	3.86	1.08	79	73-9	10	2.8%	3.33	1.93
30	358-4	30	3.0%	3.55	1.68	80	40-25	10	2.8%	3.29	1.75
31	138-1A	20	6.1%	3.49	1.88	81	40-26	20	8.3%	3.07	2.04
32	138-1B	20	2.8%	3.32	1.98	82	40-27	10	16.7%	2.71	2.95
33	138-2	20	5.6%	3.20	1.66	83	40-28	10	3.0%	3.75	1.49
34	138-3	20	8.3%	3.14	1.31	84	138-8A	20	2.8%	3.54	1.97
35	138-4	20	5.6%	3.04	2.17	85	138-8B	20	22.2%	2.37	3.18
36	138-5	20	16.7%	2.90	1.84	86	138-9	20	11.8%	2.61	-
37	138-6	20	2.8%	3.99	1.21	87	138-10	20	0.0%	3.38	1.32
38	138-7	20	8.3%	3.34	1.78	88	138-11A	20	2.8%	3.07	2.35
39	367-1	30	0.0%	3.95	1.35	89	138-11B	20	2.8%	3.39	1.58
40	367-2	30	3.0%	4.05	1.25	90	138-11C	20	14.7%	2.89	-
41	367-3	30	3.7%	3.58	2.30	91	138-12A	20	22.2%	2.59	2.96
42	367-4	30	0.0%	3.62	1.72	92	138-12B	20	2.8%	3.76	1.14
43	367-5	30	2.8%	3.72	2.01	93	138-12C	20	2.9%	3.80	1.20
44	367-5B	30	2.8%	3.80	1.43	94	138-13	20	3.0%	3.41	1.40
45	369-1	30	2.8%	3.95	1.76	95	138-14	20	2.8%	3.58	1.42
46	369-2	30	2.8%	3.72	2.14	96	138-15	20	8.3%	3.00	2.04
47	369-3	30	2.8%	3.80	1.70	97	138-16	20	6.7%	3.34	1.28
48	369-4	30	47.2%	1.92	3.81	98	440-4	10	13.9%	2.84	2.23
49	573-6	10	0.0%	3.47	2.05	99	440-5	10	2.9%	3.85	1.00
50	573-7	10	2.8%	3.27	2.60	100	440-6	10	14.3%	3.17	2.19

### Légende

10: Autoroutes  
20: Nationales  
30: Régionales

Nous avons donc soumis nos données à la procédure LOGISTIC de SAS afin d'obtenir, par la méthode du maximum de vraisemblance, les estimations pour les paramètres des régressions logistiques des équations 3 et 4 dans lesquelles  $E[Y]$  est l'espérance mathématique de  $Y$ , c'est-à-dire la réponse moyenne.

$$E[Y] = \frac{e^{\beta_0 + \beta_1 * (PSR)}}{1 + e^{\beta_0 + \beta_1 * (PSR)}} \quad 3$$

$$E[Y] = \frac{e^{\beta_0 + \beta_1 * (IRI)}}{1 + e^{\beta_0 + \beta_1 * (IRI)}} \quad 4$$

L'adéquation entre les taux de refus observés et les modèles estimés est mesurée par un test de  $\chi^2$  sur le rapport des maxima de vraisemblance. Si le test fournit une valeur de  $p$  plus grande que 0,10, on considère que le modèle représente convenablement les données. Sinon, on conclut qu'il y a une mauvaise adéquation entre les taux de refus et le modèle estimé.

### Taux de refus vs PSR moyen

Le tableau 4 présente les résultats de la modélisation des taux de refus en fonction du PSR moyen observé pour chacune des sections.

Classe	$\beta_0$	$\beta_1$	$p$
Autoroutes	4,332	-2,193	0,97
Nationales	3,421	-1,912	0,98
Régionales	3,363	-1,880	0,95
<b>Réseau</b>	<b>3,921</b>	<b>-2,062</b>	<b>0,99</b>

Les valeurs de  $p$  associées aux tests de  $\chi^2$  montrent qu'il y a une bonne adéquation entre les taux de refus observés et les modèles.

Les relations pour les routes nationales et régionales sont suffisamment semblables pour être considérées comme étant superposées alors que la relation pour les autoroutes, bien qu'ayant la même forme ( $\beta_1$ ) que les deux autres, a un  $\beta_0$  (ordonnée à l'origine) significativement différent. Par exemple, pour un PSR de 2,5, le taux de refus prédit serait de 24 % pour les autoroutes, de 20 % pour les routes nationales et de 21 % pour les routes régionales, tandis que la courbe pour le réseau exprimerait un taux de refus de l'ordre de 23 %.

### Taux de refus en fonction de l'IRI

Le tableau 5 montre que l'on obtient de moins bons résultats relativement à l'adéquation du modèle aux taux de refus lorsqu'ils sont mis en relation avec l'IRI. En effet, les valeurs de  $p$  associées aux tests de  $\chi^2$  sont très faibles pour les autoroutes et pour le modèle global, suggérant un manque d'adéquation entre les modèles utilisés

et les proportions observées. Ce phénomène est particulièrement important pour les autoroutes. Ceci peut s'expliquer par le fait qu'une bonne majorité des sections (32 sur un total de 52) n'ont donné lieu qu'à une ou deux réponses négatives sur 36.

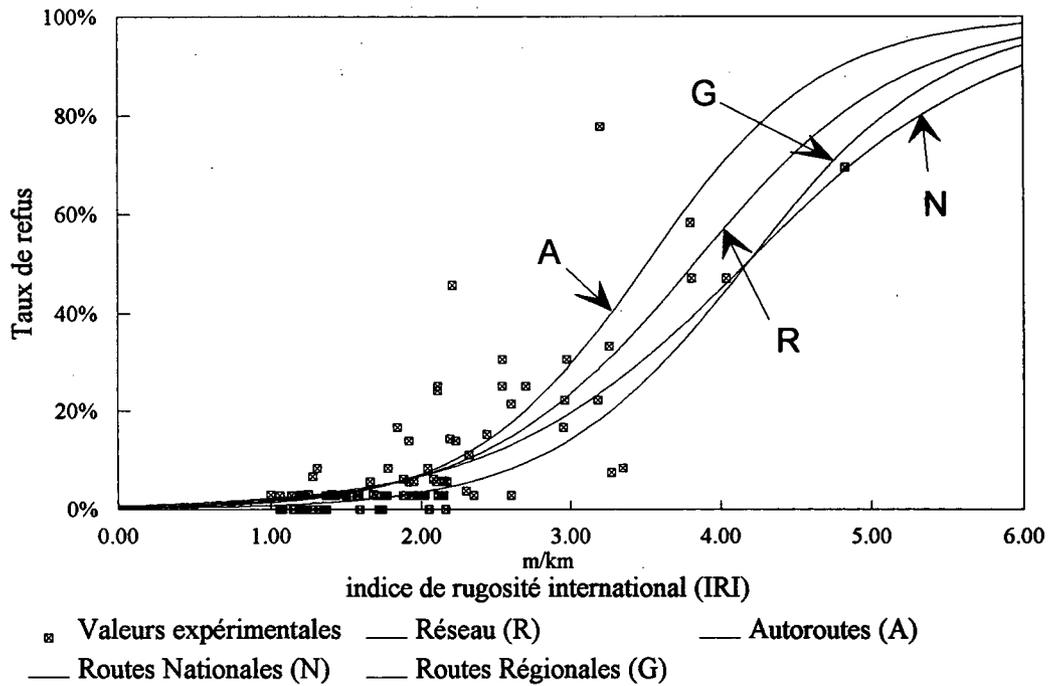
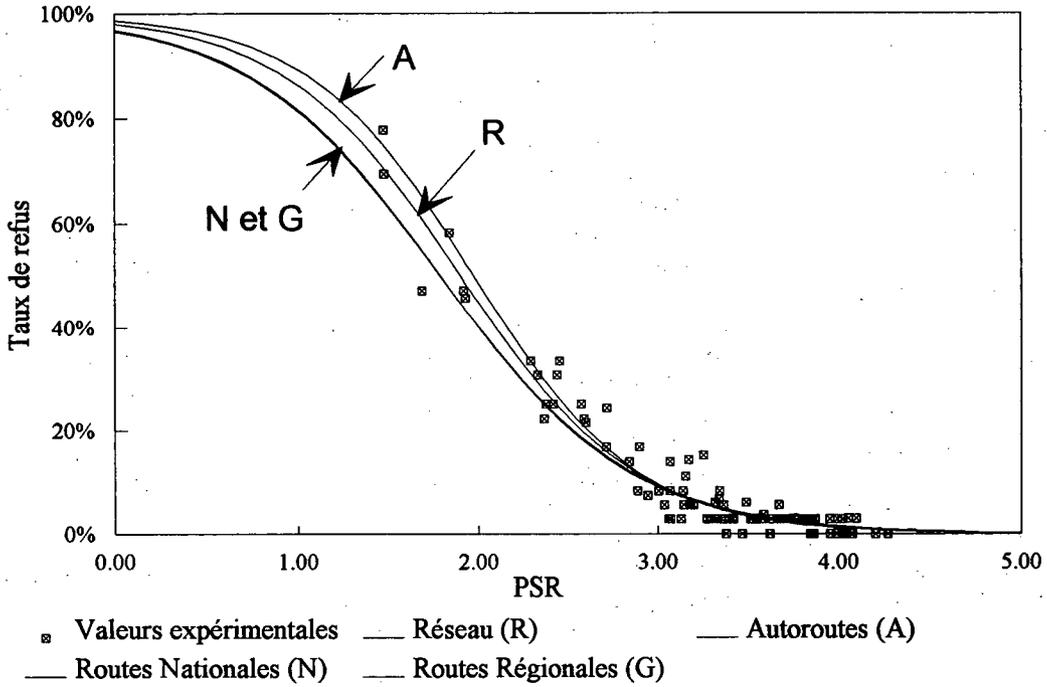
Classe	$\beta_0$	$\beta_1$	$p$
Autoroutes	-5,967	1,701	<0,01
Nationales	-5,029	1,206	0,66
Régionales	-6,386	1,529	0,56
<b>Réseau</b>	<b>-5,480</b>	<b>1,433</b>	<b>&lt;0,01</b>

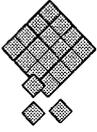
La comparaison des résultats obtenus pour chaque classe de route met en évidence une différence entre les autoroutes et les deux autres classes de route (nationales et régionales). Il est donc plus adéquat d'utiliser un premier modèle pour les autoroutes et un second pour les routes nationales et les routes régionales confondues.

Ainsi, pour un taux de refus de 50 %, l'IRI correspondant serait de 3,51 m/km pour une autoroute, de 4,17 m/km pour une route nationale, et de 4,18 m/km pour une route régionale. L'équation du réseau donnerait, quant à elle, un IRI de 3,82 m/km. De toute évidence, les observateurs sont plus exigeants à l'égard des autoroutes, ce qui est tout à fait normal compte tenu de la fonctionnalité de ce type de route.

La figure 4 illustre les courbes des taux de refus en fonction du PSR et des taux de refus en fonction de l'IRI. On remarque que la relation des taux en fonction de l'IRI est nettement moins bonne que la relation des taux en fonction du PSR et ce, particulièrement pour des routes dont le confort de roulement est médiocre (IRI est supérieur à 3 m/km).

**Figure 4**  
**Courbes des taux de refus en fonction de l'IRI et du PSR**





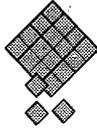
## PRINCIPALE UTILITÉ DES RÉSULTATS

Les courbes servant à exprimer les relations entre le PSR et l'IRI seront utilisées pour transformer l'IRI de l'inventaire provincial du ministère des Transports en PSR pour utilisation dans le système de suivi des performances routières HPMS (*Highway Performance Monitoring System*).

Le PSR est le principal élément décisionnel sur lequel est basé HPMS pour la sélection d'une intervention à pratiquer sur le réseau. Il serait sans doute trop onéreux et trop long de faire des relevés de PSR de façon systématique sur l'ensemble du réseau à l'aide d'un groupe d'observateurs. Il devient avantageux de transformer l'IRI, qui est relevé sur la presque totalité du réseau à un coût moindre, en PSR à l'aide des équations mentionnées.

Les courbes des taux de refus en fonction de l'IRI seront utiles pour connaître, pour un secteur donné ou pour l'ensemble du réseau, le niveau d'insatisfaction des usagers à l'égard du confort de roulement. Cette nouvelle source d'information est particulièrement intéressante puisqu'elle permettra dorénavant de tenir compte de l'opinion de la clientèle.

L'approche présentée pourrait intéresser les gestionnaires des réseaux routiers municipaux afin qu'ils puissent, tout comme le ministère des Transports du Québec, lancer une telle opération en vue de connaître les attentes de leurs usagers à l'égard de leur réseau routier. L'expérience scientifique dont il est question ici peut être reprise au niveau municipal en adaptant certains paramètres, en autant que la municipalité détienne des données objectives, sur le confort de roulement ou l'état de dégradation de son réseau.



## CONCLUSION

Les analyses de l'expérience d'évaluation subjective du confort de roulement des chaussées auront permis de connaître les relations liant le PSR et l'IRI, les taux de refus et l'IRI ainsi que les taux de refus et le PSR et ce, en fonction des différentes classes de route (les autoroutes, les routes nationales et les routes régionales).

Les courbes PSR en fonction de l'IRI sont particulièrement utiles pour la transformation des IRI de l'inventaire provincial en PSR pouvant être utilisées par HPMS (*Highway Performance Monitoring System*). Aussi les résultats seront particulièrement utiles pour décrire l'état du réseau routier et en suivre l'évolution dans le temps en fonction des niveaux d'investissement qui sont consentis. À l'aide des résultats obtenus et du système de suivi des performances routières HPMS, il sera maintenant possible de mesurer l'impact probable d'une baisse des budgets de réfection et d'entretien sur le degré de satisfaction de la clientèle à l'égard de l'état du réseau.



## BIBLIOGRAPHIE

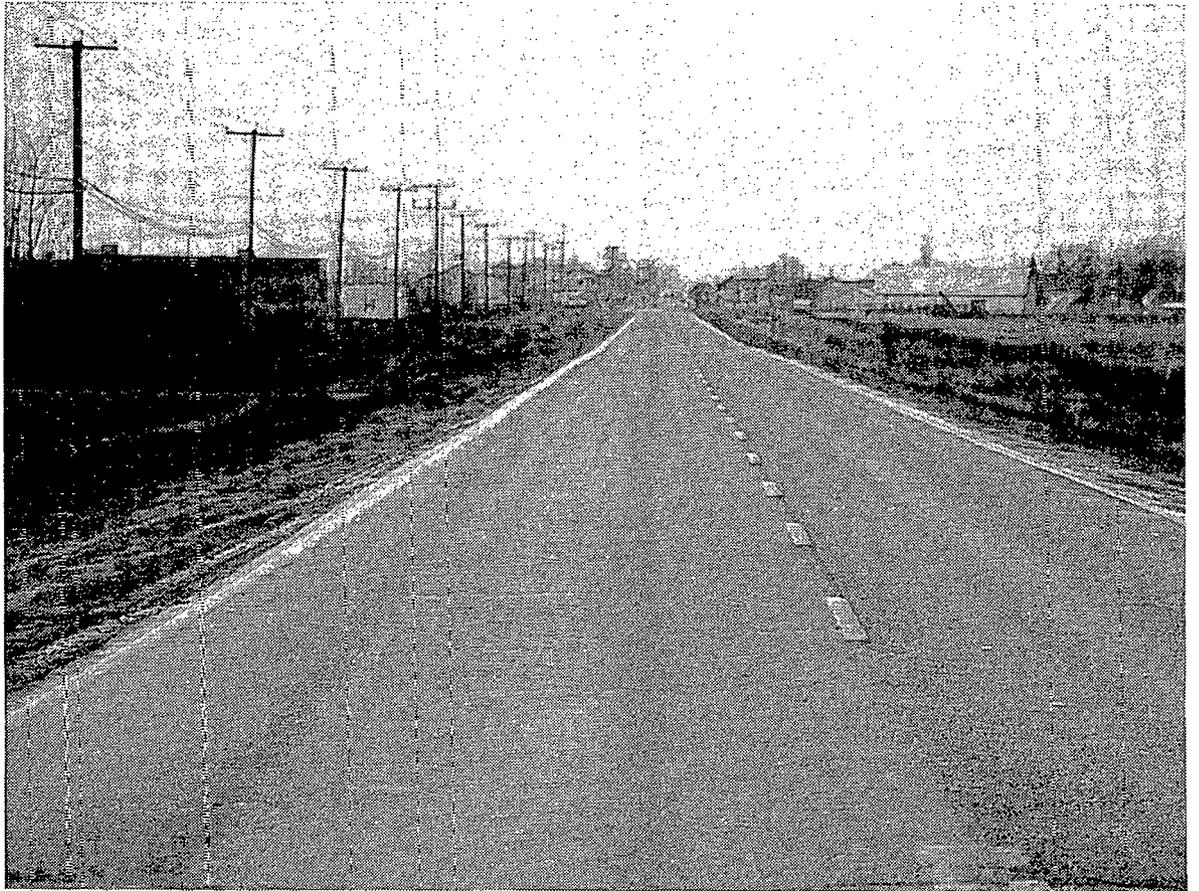
1. CAREY, W.N., jr. et IRICK, P.E., *The Pavement Serviceability Performance Concept*, H.R.B. Bulletin # 250, 1960, p. 40-58.
2. SAYERS, Michael W., et GILLESPIE, Thomas D., *The International Road Roughness Experiment*, World Bank Technical Paper Number 45, 1986.
3. PLANTE, Simon et LEROUX, Diane, *Évaluation subjective des chaussées: Expérience pilote, automne 1992*, ministère des Transports du Québec, mai 1993, 86 pages.
4. MYERS, R.H., *Classical and Modern Regression with Applications*, PWS-Kent Publishing Company, 1990, p. 39-40.

### Autres références pertinentes:

- JANOFF, M.S., JAMES, V.N., *Evaluating and Quantifying User Perception of Pavement Serviceability*, Final Report, Pennsylvania Department of Transportation, 1983, 139 pages.
- JANOFF, M.S., NICK, J.B., *Pavement Roughness and Rideability*, N.C.H.R.P. Report # 275, 1985, 69 pages.
- The AASHTO Road Test*, Report 5, Pavement Research, HRB, SR 61E, 1962, p. 1-20.

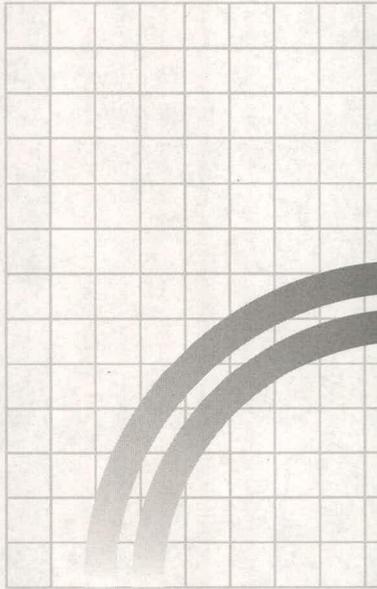


*Section  
de route  
avec un  
IRI de 1.4*



*Section  
de route  
avec un  
IRI de 7.0*





MINISTÈRE DES TRANSPORTS  
  
QTR A 068 584