

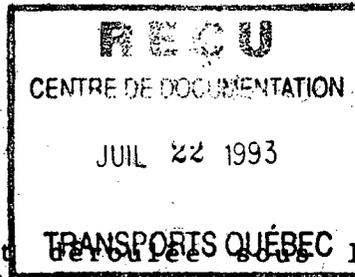
**Analyse des résultats d'une expérience
spéciale pour établir la pertinence des tests
de performance des peintures pour le
marquage des chaussées**

CANQ
TR
BSM
RE
120

Juin 1987

**Jean David
Service de la statistique
Direction de la recherche**

297104



COLLABORATIONS:

L'expérience spéciale s'est déroulée sous la direction de M. Jean-Claude Hébert, du Laboratoire centrale. M. Jean-Claude Hébert fut assisté d'un groupe de personnes du Laboratoire central et du Service de la signalisation pour réaliser cette expérience spéciale lors des tests réguliers en 1984.

Au Service de la statistique, M. Yves Béland, stagiaire de l'université de Sherbrooke, a procédé à une première analyse des résultats. Mme Huguette Jalbert s'est occupé de la production des graphiques et Mme Nancy Dupont a dactylographié le rapport.

Ministère des Transports
Centre de documentation
930, Chemin Ste-Foy
6e étage
Québec (Québec)
G1S 4X9

CANQ
TR
BSM
RE
120

TABLE DES MATIÈRES

1.	Introduction.....	1
2.	Description de l'expérience.....	1
	a) Définition de la question principale.....	1
	b) Description de l'expérience.....	2
	c) Déroulement de l'expérience et de l'analyse.....	5
3.	Analyse des résultats pour les 2 peintures du test spécial.....	7
	a) Facteur "Apparence".....	7
	b) Facteur "Durabilité".....	8
	c) Facteur "Visibilité de nuit".....	10
	d) Influence des volumes de circulation.....	12
4.	Analyse des résultats pour 25 paires de marques de peintures.....	15
5.	Conclusion.....	18
Annexe 1:	Projet d'expérience pour déterminer la durabilité réelle des peintures.....	19
Annexe 2:	Graphiques illustrant la dégradation pour chacun des facteurs de performance.....	32

1. INTRODUCTION:

Les tests réguliers pour déterminer la valeur des peintures mises à l'essai pour le marquage des routes se déroulent dans des conditions d'une usure accélérée. Les résultats de ces tests permettent au Ministère des Transports de déterminer les meilleures marques de peinture et d'attribuer des contrats de fourniture de matériel au fabricant dont l'échantillon a obtenu le meilleur rapport prix-performance.

Le Conseil du trésor a remis en cause cette politique en demandant de lui démontrer que cette formule n'est pas inutilement dispendieuse.

Pour ce faire, nous décrivons, d'abord, de quelle façon, nous entendons répondre à la question posée par le Conseil du trésor. En second lieu, nous analyserons les résultats de l'expérience spéciale, réalisée en 1984. Finalement, nous regarderons les résultats d'un ensemble de 25 paires de peintures que nous avons formé à partir des tests réguliers de 1984.

2. DESCRIPTION DE L'EXPERIENCE:

a) Définition de la question principale:

La question principale posée par le Conseil du trésor était de déterminer si les tests de performance, réalisés pour déterminer les meilleures marques de peinture, sont vraiment indicatifs d'une meilleure durée de vie utile lorsque ces peintures sont appliquées sur la route dans des conditions normales, conduisant ainsi à des économies substantielles même si le coût d'achat de ces peintures est, au départ, plus élevé.

Cette question, bien qu'en apparence simple et claire, porte, en réalité, le germe d'une confusion, en ce qui a trait à la signification réelle de l'expression "durée de vie".

De prime abord, l'expression "durée de vie" signifie simplement la durée de la peinture en termes de jours, de semaines, de mois ou d'années. En ce qui regarde une marque sur la chaussée, il est important de constater que cette marque sur la chaussée doit être visible pour un observateur situé dans un véhicule roulant à 50, 80 ou 100 km à l'heure, et cela dans des conditions parfois fort changeantes, passant en effet d'un temps clair et ensoleillé, à une nuit noire avec brouillard, le lecteur étant libre d'imaginer toutes sortes d'autres conditions météorologiques plus ou moins difficiles. Il nous faut également remarquer que ces marques sont d'abord faites pour des conditions difficiles de conduite, et dans cette optique, ces marques doivent donc répondre à des critères beaucoup plus sélectifs; en effet, la peinture a cette propriété d'être facilement visible dans les meilleures conditions, et cela quelque soit son apparence.

Il n'en va pas ainsi dans des conditions de semi-obscurité de temps pluvieux ou de brouillard.

Par conséquent, il nous faut préciser davantage la définition de "durée de vie" en fonction de ces difficultés. Trois critères ont été retenus pour déterminer la "valeur réelle" d'une marque sur la chaussée: l'apparence, la durabilité et la visibilité de nuit. Ces critères comptent respectivement pour 10,40 et 50% de la qualité globale. L'apparence est un critère plutôt général, en rapport avec la qualité de la blancheur, ou du jaune, de la peinture, sa capacité de garder son éclat, et de ne s'imprégner de saletés. La durabilité est, en quelque sorte, la capacité de résister à l'usure des hasards de la route: freinage, etc et en particulier, du passage de quantités de véhicules. Il s'agit de la simple capacité de résister sans tenir compte des autres facteurs. Le troisième et plus important, car c'est lui qui détermine la véritable valeur d'une peinture pour des conditions plus difficiles, c'est-à-dire dans les moments où les marques sur la chaussée deviennent un élément sécuritaire et absolument nécessaire. Ce dernier facteur est évalué avec un appareil Ecolux qui simule la réfraction de la lumière sur la peinture pour un observateur placé dans un véhicule.

Finalement, on considère que ces trois facteurs ont atteint leur limite, lorsque la valeur de l'évaluation est de 4 sur une échelle de 10, et on détermine la durée de vie d'une marque peinture par le temps T, qui est le nombre de jours depuis de l'évaluation, jusqu'au jour où l'un ou l'autre des 3 facteurs a atteint la valeur 4. Il s'agit là de la définition de la durée de vie utile de la peinture.

La principale conséquence de cette définition est que les marques sur la chaussée doivent être toujours de bonne qualité (au moins 40% de leur valeur absolue) pour être considérées comme valables. Nous avons donc comme objectif de remplacer des marques par de nouvelles, si celles-ci, bien qu'encore visibles dans de bonnes conditions, ne le seraient plus dans des conditions difficiles.

La question, posée par le Conseil du trésor, doit être analysée dans cette perspective: la durée de vie d'une peinture est liée à ces trois facteurs. De plus, pendant la durée de vie, la qualité de la peinture doit être suffisante pour être visible dans des conditions difficiles, c'est-à-dire au moment où ces marques ne sont pas seulement utiles, mais absolument nécessaires pour la sécurité des utilisateurs de nos routes.

b) Description de l'expérience

Les tests de performance consistent à appliquer, transversalement à la route, des marques semblables dans leurs caractéristiques à celles que l'on retrouve au centre de la route, ou sur les côtés de la route.

Ces marques sont appliquées vers la fin du printemps et observées périodiquement jusqu'à ce que l'on atteigne une valeur aux environs de 4 sur une échelle de 10. Fait important, les observations sont faites dans les roulières. Par rapport aux conditions normales où l'on retrouve ces marques au centre de la route, ou sur les côtés, cette façon de procéder correspond à un test accéléré par rapport aux conditions normales.

D'une certaine façon, cela permet de tester plus rapidement les différentes marques de peinture et c'est là un grand avantage. Par contre, cela présente des inconvénients importants. En effet, l'usure rapide est accélérée d'une façon incorrecte avec l'arrivée de l'hiver. En effet, l'utilisation de crampons à pneus par certains automobilistes, la présence d'abrasifs sur la chaussée, les véhicules de déneigement, etc... amènent une usure particulière dans les roulières. Il n'est donc pas du tout certain que dans les dernières semaines des tests qui se situent généralement en décembre, la dégradation des peintures se fait d'une façon proportionnelle à la qualité de ces peintures. Par conséquent, la durée de vie avant d'atteindre la valeur 4 pourrait être tributaire de cette dégradation faussée et ainsi, modifier les valeurs relatives des différentes marques de peinture.

Nous avons donc tenté de concevoir une expérience spéciale qui nous permettrait de tenir compte de ce facteur.

Pour des raisons d'ordre pratique, nous avons décidé de conserver la méthode des marques transversales. Cependant, nous avons décidé de prendre des mesures au centre entre les 2 roulières, et au centre de la route, car à ces deux endroits, nous croyons que l'usure se rapproche des conditions normales. Notre objectif se réduisant donc ainsi à établir une corrélation entre les résultats dans les roulières et les résultats ailleurs que dans les roulières, c'est-à-dire dans des conditions se rapprochent de la normalité, car en obtenant cette corrélation, il ne ferait plus aucun doute que les tests accélérés nous indiquent véritablement que dans des conditions normales, on obtiendrait des résultats équivalents, c'est-à-dire qu'une meilleure performance dans des conditions normales.

Nous avons choisi de considérer deux sortes de peintures. La peinture nol, codée BF8301, est une peinture qui a obtenu, lors des tests de 1983, en WT de 1212,79, ce qui la classe supérieure à notre deuxième peinture codée BF8302, dont le WT était de 1129,97 pour la même année. Compte tenu de l'erreur associée aux tests, ces deux peintures ont des valeurs réellement différentes. L'expériences s'est déroulée sur 4 planches d'essai ou les volumes de circulation sont assez différents; en effet, pour

l'endroit 4, les volumes sont beaucoup plus faibles, ce qui entraîne des résultats fort différents.

Tableau 1
Volume de circulation sur les quatre planches d'essai en 1984, voie de droite

Numéro de la planche d'essai	Endroit	Jours moyens annuels
1	Autoroute 20, voie de droite, direction ouest St-Appolinaire	10 260
2	Autoroute 20, voie de droite, direction est St- Romuald	14 090
3	Autoroute 40, voie de droite, direction ouest Beauport	12 520
4	Autoroute 73, voie de droite, direction sud Breakeyville	3 210

Tableau 2
Résultats des tests pour les peintures BF8301 et BF8302 selon l'endroit

Planche d'essai	BF8301	BF8302
1	1 458,27	718,20
2	1 272,94	758,67
3	1 293,42	811,91
Résultats combinés	1 341,54	762,93
4	2 374,78	1 305,71

Les volumes de circulation étant beaucoup plus faibles sur la planche no 4, la performance des peintures augmente de façon importante. Cela indique, en particulier, que l'usure est fortement reliée aux volumes de circulation.

Pour une description détaillée de l'expérience, on pourra se référer à l'annexe 1, qui est une description du projet avant sa réalisation. A ce projet, nous avons ajouté un élément supplémentaire: nous avons pris des mesures au centre de la route et au centre de la bande entre les 2 roulières, pour toutes les

c) Déroulement de l'expérience et de l'analyse

Période l'observation

La dégradation étant plus lente à l'extérieur des roulières. Il aurait fallu prolonger les observations pendant l'hiver. Or, cela n'est pas possible pour plusieurs raisons. En premier lieu, les observations doivent être faites lorsque le pavage est sec et propre. Or l'hiver, on ne rencontre pratiquement jamais ces conditions: par beau temps, il arrive souvent que le pavage est souillé par un dépôt de poussière blanche qui est constitué de sel dissous. Donc, il n'est pas possible de prendre de bonnes mesures. Il a donc fallu attendre au printemps suivant. Or, à ce moment-là, une visite des 4 sites nous a montré que des cotes inférieures à 4 étaient déjà atteintes, sauf à l'endroit no 4. Des mesures furent donc prises seulement pour le 4e endroit au cours de l'année 1985. Par conséquent, il a fallu procéder par extrapolation au lieu d'interpolation pour déterminer le temps T avant d'atteindre le facteur 4.

Choix des 2 peintures

En second lieu, nous n'avons pu faire le choix parfait pour la paire de peintures. En effet, pour les deux choix retenues, soient les peintures codées BF8301 et BF8302, bien que la première était nettement supérieure à la seconde, il arriva que l'apparence et la durabilité de la seconde qui au total compte pour 50 % de la performance, étaient supérieures à la première. Cela ne sera pas sans amener quelques difficultés dans l'analyse des résultats.

Extrapolation versus interpolation

Lorsqu'une peinture atteint pour chacun de ses facteurs une valeur inférieure à 4, il est relativement facile de déterminer, par interpolation, le moment précis où l'on a atteint la valeur 4. On le fait généralement par simple interpolation linéaire en prenant les deux dernières mesures.

Par contre, si la valeur 4 n'a pas été atteinte et que l'on ne peut procéder à des observations, on doit produire quand même

une estimation et on le fait par extrapolation. Pour estimer la dégradation, il nous faut alors utiliser la dégradation observée entre les 2 dernières mesures. Or, ces deux dernières sont souvent assez rapprochées, car lorsque l'hiver arrive, on procède à des observations plus fréquentes, car la dégradation est plus accentuée. Toutefois, si pour différentes raisons, telles que les faibles volumes de circulation, la dégradation tarde à s'accélérer, il se peut bien que celle-ci demeure relativement faible. Ainsi pour les mesures prises au centre de la bande, ou au centre de la route, la dégradation est beaucoup plus faible. Dans tous ces cas, extrapoler au lieu d'interpoler comporte des écueils importants. En effet, si l'on est relativement loin du facteur 4, la base de notre estimation (c'est-à-dire l'écart entre les 2 dernières observations) risque de ne pas avoir de commune mesure avec la période pour laquelle on produit une estimation. Dans certains cas, cela nous a conduit à des absurdités, ou à tout le moins à des résultats inattendus.

Méthode de calcul des facteurs de performance

Les facteurs de performance sont une moyenne des observations effectuées. Cette moyenne est une moyenne pondérée de la façon suivante: on prend chaque valeur et on la multiplie par le temps écoulé depuis la dernière observation, on additionne chacun des résultats et on divise le tout par le temps total à partir de l'application jusqu'au moment où l'on a atteint la valeur 4. Cette façon de procéder est parfaitement valable dans le cas, où les observations sont relativement fréquentes jusqu'au moment où l'on atteint la valeur 4. Il n'en va pas ainsi lorsque l'on procède par extrapolation et que la dégradation est relativement faible vers la fin des observations. Dans ce cas, le résultat obtenu donnera une valeur moyenne pour la performance relativement faible pour une peinture de meilleure qualité, ou qui a une "durée de vie" particulièrement longue. En effet, les valeurs plus faibles ont un poids relativement plus important, car la courbe de dégradation tend à se stabiliser avec des valeurs relativement faibles.

Compte tenu de tous ces facteurs, nous devons être très attentifs lors de l'analyse des résultats. Notre premier objectif, soit établir une corrélation entre les valeurs dans les roulières et les valeurs en-dehors des roulières, devra être modifié.

Nous chercherons plutôt à analyser chacun des facteurs de performance séparément et observer si oui ou non il y a une tendance nette indiquant que de meilleurs résultats dans les roulières impliquent également de meilleurs résultats en-dehors

des roulières. Nous ferons cela pour les deux peintures de l'expérience spéciale. Par la suite, nous chercherons à déterminer si pour toutes les peintures, testées régulièrement en 1984, nous avons des résultats semblables.

3. ANALYSE DES RÉSULTATS POUR LES 2 PEINTURES DU TEST SPECIAL

On notera, en premier lieu, que les mesures de l'apparence ne furent prises que dans les roulières, alors que celles de la durabilité et de la visibilité de nuit furent prises dans les roulières, au centre de la bande et au centre de la route. A l'annexe 2, sept graphiques nous donnent les résultats comparatifs entre les 2 marques de peintures pour chacun des 4 endroits du test.

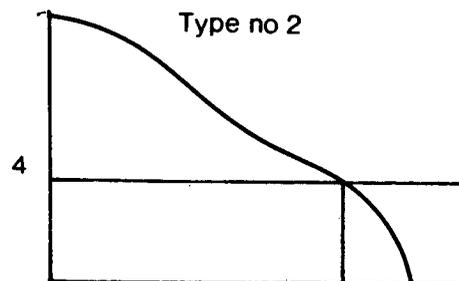
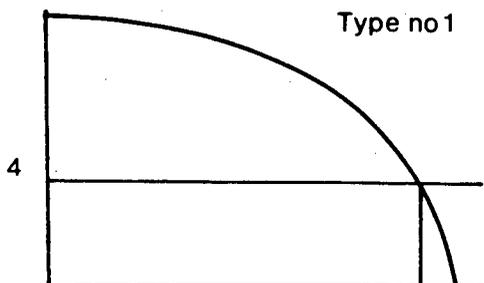
a) Facteur "Apparence"

Tableau 3

Résultats des tests de l'apparence dans les roulières pour les deux marques de peinture. Expérience spéciale 1984

Planche d'essai	BF8301		BF8302	
	Valeur moyenne	Nombre de jours	Valeur moyenne	Nombre de jours
1	7,28	218	6,30	223
2	6,69	264	6,34	303
3	8,43	159	7,23	157
4	5,66	574	5,94	536
Total	7,02	304	6,46	305

Ce petit tableau nous montre une apparence supérieure pour la peinture no BF8301. Le graphique no 1 semble démontrer également cette même conclusion. En effet, même si le temps T avant d'atteindre la valeur 4 est légèrement plus grand pour la peinture BF8302, la courbe de la peinture BF8301 a une meilleure forme. Les deux petits graphiques suivants résument ces deux formes de courbe:



La courbe de forme "Type no 1" représente une bien meilleure peinture, car elle démontre qu'une dégradation significative tarde à venir, même si par la suite, elle se fait assez rapidement avec l'arrivée de l'hiver.

D'autre part, on notera que pour les premières observations, l'apparence semble moins bonne que pour les suivantes, sauf à St-Appolinaire et à Beauport. Cela peut-être dû à des facteurs externes et ne représente certainement pas un comportement significatif.

Nous ne pourrions comparer ces résultats avec des mesures au centre de la route ou au centre de la bande, car ces mesures n'ont pas été prises pour des raisons inconnues. Par contre, nous pourrions faire cette comparaison pour la durabilité qui est un facteur beaucoup plus important dans le calcul de la performance de la peinture (40% au lieu de 10%).

b) Facteur "Durabilité"

Tableau 4
**Résultats des tests pour la durabilité dans les roulières
pour les deux marques de peinture. Expérience spéciale de 1984.**

Planche d'essai	BF8301		BF8302	
	Valeur moyenne	Nombre de jours	Valeur moyenne	Nombre de jours
1	7,48	218	7,10	270
2	7,31	269	6,90	313
3	8,66	159	8,68	160
4	6,18	483	6,33	531
Moyenne	7,41	282	7,25	319

Ce tableau démontre que la peinture BF8302 a une meilleure durabilité que l'autre peinture particulièrement en ce qui a trait au nombre de jours avant d'atteindre la valeur 4. Le graphique no 2 de l'annexe 2 démontre sensiblement les mêmes résultats. Il est à noter que les deux marques de peinture

donne de très bonnes courbes quant à leur forme; de plus, les valeurs moyennes sont sensiblement les mêmes

Tableau 5
Résultats des tests pour la durabilité au centre de la bande
pour les deux marques de peinture. Expérience spéciale de 1984.

Planche d'essai	BF8301		BF8302	
	Valeur moyenne	Nombre de jours	Valeur moyenne	Nombre de jours
1	6,28	653	6,70	1054
2	5,96	653	6,66	986
3	8,70	169	7,87	251
4	6,95	1900	6,99	2190*
Moyenne	6,97	844	7,06	1120

* On notera que tous les résultats de ce tableau ont été obtenus par extrapolation. 2 190 jours représentent 6 ans, ce qui est beaucoup, et c'est là un maximum que l'auteur de l'étude a jugé bon d'imposer.

On notera que tous les résultats de ce tableau ont été obtenus par extrapolation. 2190 jours représentent 6 ans, ce qui est beaucoup, et c'est-là un maximum que l'auteur de l'étude a jugé bon d'imposer.

Les résultats obtenus ici sont en concordance avec le tableau précédent. Les valeurs moyennes sont d'à peu près de même valeur pour les deux peintures. Toutefois, l'écart entre les deux durées est beaucoup plus importante que dans les roulières. Il s'agit donc d'un résultat important puisqu'il tend à démontrer que si l'on se rapproche de conditions plus normales, la durée de vie d'une meilleure peinture augmente plus que celle d'une moins bonne peinture. C'est là un résultat satisfaisant par rapport à notre hypothèse que les tests donnent des résultats significatifs.

Le graphique no 3 nous montre également très clairement que la peinture BF8302 tend à garder une meilleure durabilité plus longtemps que l'autre, et cela avec un écart qui augmente avec le nombre de jours. Les mesures dans les roulières (voir graphique no 2) exprimaient cette même tendance, mais de façon beaucoup moins évidente. Par conséquent, dans des conditions plus normales d'usure, les deux marques de peinture tendent à se différencier davantage.

Enfin, des mesures prises au centre de la route tendent à confirmer les mêmes résultats, même si la tendance est un peu plus faible. A cet effet, on pourra consulter le graphique no 4.

c) FACTEUR "VISIBILITE DE NUIT"

Tableau 7
Résultats des tests pour la visibilité de nuit dans les roulières pour les deux marques de peinture. Expérience spéciale de 1984.

Planche d'essai	BF8301		BF8302	
	Valeur moyenne	Nombre de jours	Valeur moyenne	Nombre de jours
1	6,61	205	5,23	114
2	7,14	169	4,48	135
3	7,76	148	5,10	120
4	5,91	409	6,20	134
Moyenne	6,86	186	5,25	126

Ces données démontrent que tant pour la valeur moyenne que pour le nombre de jours, la peinture BF8301 est supérieure à l'autre pour le facteur "visibilité de nuit". L'analyse du graphique no 5 démontre que la courbe de la peinture BF8301 démontre un bien meilleur comportement que celle de la peinture BF8302, et cela pour chacun des endroits.

Ce comportement est similaire pour les mesures prises au centre de la bande et au centre de la route. Les graphiques 6 et 7 en témoignent. La peinture BF8301 garde donc son bon comportement ailleurs que dans les roulières. Le calcul des valeurs moyennes, donné dans les tableaux suivants le démontre également.

Tableau 8
**Résultats des tests pour la visibilité de nuit au centre de la bande
 pour les deux marques de peinture. Expérience spéciale de 1984.**

Planche d'essai	BF8301		BF8302	
	Valeur moyenne	Nombre de jours	Valeur moyenne	Nombre de jours
1	6,34	419	6,96	138
2	7,03	273	4,90	135
3	9,06	162	6,33	153
4	6,77	800	5,61	458
Moyenne	7,30	414	5,95	221

Tableau 9
**Résultats des tests pour la visibilité de nuit au centre de la route
 pour les deux marques de peinture. Expérience spéciale de 1984.**

Planche d'essai	BF8301		BF8302	
	Valeur moyenne	Nombre de jours	Valeur moyenne	Nombre de jours
1	6,42	519	5,64	338
2	6,70	483	4,90	156
3	9,17	167	6,11	153
4	6,93	1642	6,11	705
Moyenne	7,31	703	5,69	338

On notera que les valeurs moyennes sont à peu près les mêmes pour les 2 peintures quelque soit l'endroit où les mesures sont prises. Par contre, la durée en jours augmente de façon significative, de même que l'écart relatif entre les deux marques de peinture. Il faut donc en conclure que les différences observées dans les roulières sont donc significatives d'une meilleure qualité et d'une meilleure durabilité. Si la valeur moyenne ne change pas beaucoup, par contre, celle-ci "dure" beaucoup plus longtemps.

d) Influences des volumes de circulation

Tableau 10

Étude comparative des résultats pour la planche d'essai no. 1

Durabilité	BF8301		BF8302	
	Valeur moyenne	Nombre de jours	Valeur moyenne	Nombre de jours
Dans les roulières	7,48	218	7,10	270
Au centre de la bande	6,28	653	6,70	1 054
Au centre de la route	8,57	506	6,85	578
Visibilité de nuit				
Dans les roulières	6,61	205	5,23	114
Au centre de la bande	6,34	419	6,96	138
Au centre de la route	6,42	519	5,64	156

Volumes de circulation, voie de droite: 10 260 véhicules par jour.

Tableau 11

Étude comparative des résultats pour la planche d'essai no. 2

Durabilité	BF8301		BF8302	
	Valeur moyenne	Nombre de jours	Valeur moyenne	Nombre de jours
Dans les roulières	7,31	269	6,90	313
Au centre de la bande	5,96	653	6,66	986
Au centre de la route	7,23	536	7,43	574
Visibilité de nuit				
Dans les roulières	7,14	169	4,48	135
Au centre de la bande	7,03	273	4,90	135
Au centre de la route	6,70	483	4,90	156

Volumes de circulation, voie de droite: 14 090 véhicules par jour

Tableau 12

Étude comparative des résultats pour la planche d'essai no.3

Durabilité	BF8301		BF8302	
	Valeur moyenne	Nombre de jours	Valeur moyenne	Nombre de jours
Dans les roulières	8,66	159	8,68	160
Au centre de la bande	8,70	169	7,87	251
Au centre de la route	8,58	172	7,43	440
Visibilité de nuit				
Dans les roulières	7,76	148	5,10	120
Au centre de la bande	9,06	162	6,33	153
Au centre de la route	9,17	167	6,11	153

Volumes de circulation, voie de droite: 12 520 véhicules par jour.

Pour les planches d'essai 1 et 2 (voir tableaux 10 et 11), on ne note pas de différences importantes. En effet, les nombres de jours pour la durabilité et la visibilité de nuit sont beaucoup plus importants au centre de la bande (ou au centre de la route) par rapport à ceux observés dans les roulières. Les écarts observés dans les roulières sont dans la plupart des cas, augmentés ou maintenus. Par contre, pour la durabilité au centre de la route, on remarque une diminution de l'écart, et cela pour les 2 planches d'essai. En ce qui a trait au nombre de jours pour ces 2 planches, on note les écarts globaux suivants:

Tableau 13

	Facteur de performance	
	<u>Durabilité</u>	<u>Visibilité de nuit</u>
Dans les roulières	20 %	50 %
Ailleurs	36 %	191 %

Le portrait est toutefois différent pour la planche d'essai no 3 qui comporte des volumes de circulation de même ordre de grandeur.

Tableau 13A

	Facteur de performance	
	<u>Durabilité</u>	<u>Visibilité de nuit</u>
Dans les roulières	1 %	23 %
Ailleurs	102 %	8 %

En ce qui regarde la planche d'essai no 3, les résultats sont donc beaucoup plus ambivalents. Il faut cependant constater que si l'on considère les 2 marques séparément, les différences observées entre les valeurs dans les roulières et les valeurs au centre de la bande (ou de la route) sont beaucoup moins importantes que pour les planches d'essai no 1 et 2, malgré des volumes de même ordre de grandeur. La seule explication valable à cet effet viendrait du fait que la planche d'essai no 3 contrairement aux autres, était située dans un secteur urbain et immédiatement après une entrée. Cette situation génère sans doute beaucoup plus de changements de voies que dans une section rurale loin d'entrées et de sorties, ce qui a pour effet de causer une usure supplémentaire importante en-dehors des roulières.

Globalement, pour les trois premières planches d'essai, nous observons les résultats suivants;

Tableau 14

Facteur de performance

	<u>Durabilité</u>	<u>Visibilité de nuit</u>
Dans les roulières	15 %	41 %
Ailleurs	44 %	126 %

En ce qui regarde la 4^{ième} planche d'essai, les volumes de circulation sont particulièrement faibles et ressemblent sans doute à la plus grande partie de notre réseau qui requiert des marques sur la chaussée. Les écarts entre les 2 marques de peinture sont maintenues tant pour la durabilité que pour la visibilité de nuit. On notera cependant qu'en valeur absolue, ces écarts deviennent très importants.

Tableau 14A

Facteur de performance

	<u>Durabilité</u>		<u>Visibilité de nuit</u>	
	<u>Écart relatif</u>	<u>Écart absolu</u>	<u>Écart relatif</u>	<u>Écart absolu</u>
Dans les roulières	13 %	37	105 %	275

Il faut simplement en conclure que les conditions sévères des roulières ne sont pas aussi sévères sur des routes à faible volume.

Il ressort de cette analyse les points suivants:

- a) Tout en obtenant une durabilité et une visibilité de nuit conformes pendant une période plus longue en-dehors des roulières, c'est-à-dire dans des conditions normales, de façon générale, nous pouvons conclure que les écarts observés dans les roulières entre deux marques de peinture révèlent des écarts relativement plus importants en-dehors des roulières.
- b) Si nous faisons une analyse plus détaillée pour chacune des planches d'essai, nous observons que ces écarts sont plus ou moins maintenus selon les conditions de circulation. D'abord, sur des routes en secteur rurale ayant de forts volumes, les tests indiquent que ces écarts observés dans les roulières dans des conditions d'usure accélérée entraînent des écarts plus importants dans des conditions plus normales de circulation. Sur des routes en secteur rurale, ayant de faibles volumes, les écarts se maintiennent sans relativement augmenter de façon significative. Enfin, pour les routes en secteur urbain, et ayant de forts volumes, les écarts relatifs ne sont pas maintenus pour la visibilité de nuit. Il semblerait que les fréquents changements de voie auraient tendance à accélérer l'usure, même en-dehors des roulières. Dans ce cas, c'est-à-dire des conditions particulièrement difficiles pour des marques sur la chaussées, les écarts de qualité seraient beaucoup moins évidents et appréciables.

4- ANALYSE DES RESULTATS POUR 25 PAIRES DE MARQUES DE PEINTURE.

Nous venons d'établir que pour deux peintures données, les tests révèlent dans des conditions d'usure accélérée des écarts à partir desquelles on peut extrapoler des écarts encore plus importants dans des conditions normales.

Notre second objectif est de regarder l'ensemble des peintures testées en 1984, de former des paires de peintures de valeur inégale et de reproduire en quelque sorte sur ces paires l'analyse précédente.

Notre étude se fera, cependant, de façon plus globale. De plus, il existe, pour les tests de 1984, au-delà de 350 paires possibles. Nous avons pris un échantillon aléatoire de 25 paires parmi celles-ci, en posant comme unique restriction que les deux peintures d'une même paire devraient être de la même couleur (blanches ou jaunes). Finalement, ces peintures ne furent testées que sur les planches 1 à 3.

Nous avons fait une étude de corrélation entre les résultats pour chacun des facteurs de performance dans les roulières et les résultats en-dehors des roulières. Nous avons également considéré la corrélation entre les écarts des deux marques de peinture de chaque paire tels qu'observés dans les roulières, et les écarts observés en-dehors des roulières.

Suite à cette étude, dont nous ne reproduisons pas ici tous les détails, il apparaît que si une peinture est globalement meilleure qu'une autre dans les roulières, elle ne l'est pas nécessairement en-dehors des roulières. L'étude de corrélation démontre, de plus, que la corrélation linéaire est assez aléatoire entre les résultats obtenus dans les roulières et ceux obtenus à l'extérieur des roulières. Cette étude a été faite pour chacun des facteurs de performance.

Cette conclusion semble vouloir tempérer nos conclusions du chapitre précédent. Plusieurs motifs nous portent cependant à croire qu'il faut quand même garder nos premières conclusions.

Tout d'abord, l'étude de la corrélation indique que globalement (c'est-à-dire le facteur WT qui est le résultat d'une combinaison des 3 facteurs et du temps T), il existe à tout le moins une faible, mais positive, corrélation linéaire entre les valeurs dans les roulières et celles en-dehors des roulières. Deuxièmement, nous avons vu au chapitre précédent, que selon les planches d'essai, les résultats peuvent être assez différents et qu'en somme les volumes de circulation et les conditions de circulation ont une importance capitale; ainsi, il n'est donc pas possible d'expliquer la corrélation par un seul facteur. Lorsque nous faisons une analyse de corrélation pour chacun des endroits, nous obtenons les résultats suivants:

Tableau 15
Résultats de l'analyse de corrélation entre les valeurs du WT
dans les roulières et celles en dehors des roulières

Planche d'essai	Au centre de la bande	Au centre de la route
1	0,45	0,56
2	0,83	0,00
3	0,93	0,93
Global	0,66	0,34

Ces chiffres démontrent assez bien que lorsque les facteurs "volumes de circulation" et "conditions de circulation" sont ainsi éliminés, la corrélation devient beaucoup plus forte, sans toutefois être parfaite.

Finalement, sous cet aspect, il nous faut considérer un autre point. En effet, des différences égales dans les roulières pour plusieurs paires de peintures n'entraînent pas nécessairement des différences de même importance en-dehors des roulières. Une étude de la corrélation entre ces différences démontre très peu de corrélation entre les valeurs de la performance globale.

Pourtant, tout comme pour les peintures du test spécial, des écarts dans les roulières entraînent des écarts en-dehors des roulières.

En effet, au centre de la route, dans 16 cas sur 25, des écarts positifs dans les roulières ont entraîné des écarts positifs au centre de la route, et qui sont en moyenne 3 fois plus élevés que dans les roulières. Au centre de la bande, dans 22 cas sur 25, on a obtenu, en moyenne, des écarts plus élevés de 30%. Cela veut donc dire que dans plus de 75% des cas, les écarts dans les roulières entre les 2 peintures ont entraîné des écarts similaires en-dehors des roulières.

Le tableau no 16 résume l'ensemble de ces résultats:

Tableau 16
Fréquence et importance de la conservation des écarts observés dans les roulières pour les facteurs globaux de performance

Facteur de performance	Au centre de la bande		Au centre de la route	
	Fréquence en % (2)	Valeur de l'écart (1)	Fréquence en % (2)	Valeur de l'écart (1)
WT	88	1,3 fois	64	3,1 fois
W	80	0,7 fois	68	1 fois
T	93	2,0 fois	72	19,2 fois

- (1) Nombre de fois que l'écart en dehors des roulières vaut celui dans les roulières pour les cas où l'écart est demeuré positif.
- (2) Sur 25 paires de peintures, pourcentage de paires où un écart positif dans les roulières a entraîné un écart positif en dehors des roulières.

Ces résultats démontrent que dans la très grande majorité des cas, des écart positifs dans les roulières entraînent aussi des écarts positifs de performance en-dehors des roulières. De plus, lorsqu'il en est ainsi, en moyenne, les écarts sont, non seulement conservés, mais augmentés de façon appréciable.

Par conséquent, cette dernière conclusion renforce celle du chapitre précédent, en ce sens que ce que nous avons alors observé, se reproduit, en général, plus souvent qu'autrement.

5. CONCLUSION

De façon générale, nous retenons donc que les écarts observés entre les peintures dans les roulières reflètent des écarts encore plus importants en-dehors des roulières.

Nous retenons également que cela ne se manifeste pas également partout dans toutes les conditions et pour tous les volumes de circulation. Des peintures d'inégale qualité lors des tests auront une durabilité et une visibilité de nuit différentes dans des conditions réelles de circulation. Cependant, la tendance générale est qu'une peinture de meilleure qualité, telle que vérifiée dans les roulières, sera également et plus que proportionnellement de meilleure qualité dans des conditions normales.

Le besoin pour une telle peinture se détermine en fonction des programmes de marquage des chaussées et du besoin de l'automobiliste d'avoir toujours sous les yeux des marques bien visibles qui lui assureront une conduite confortable et sécuritaire sur nos routes. C'est ainsi que finalement, on pourra dire au Conseil du trésor que la politique du ministère, en matière de marquage, vaut les sous qui y sont investis.

Annexe 1:

**Projet d'expérience pour déterminer la durabilité
réelle des peintures**

PROJET D'EXPÉRIENCE AVEC LA DENSITOMÉTRIE
POUR DÉTERMINER LA DURABILITÉ RÉELLE DES PEINTURES

Juillet 1983

Jean David
Service de la statistique
Ministère des Transports

Lors des tests de 1984, on effectuera une expérience qui visera essentiellement les deux buts suivants. Premièrement, on cherchera à déterminer avec précision dans quelle mesure la densitométrie permet de mesurer la durabilité des peintures de pavage. Lors des tests de 1981, nous avons fait une première tentative mais, cependant, nous avons fait plusieurs erreurs et les résultats sont douteux. Nous voulons donc, d'une part, reprendre cette expérience en espérant que cette fois-ci, elle sera concluante. Pour s'assurer de meilleurs résultats, nous avons l'intention de consulter des spécialistes dans le domaine.

Deuxièmement, nous essayerons de quantifier en termes de durée et de qualité ce que peut représenter sur la route, une peinture de meilleure qualité tel qu'établi lors des tests de qualité. Par cet objectif, on vise particulièrement à chercher une réponse à la préoccupation du Conseil du trésor, à savoir si cela vaut vraiment la peine de payer pour une meilleure qualité de peinture. En d'autres termes, les différences de WT, le critère de performance, conduisent-elles vers des différences appréciables dans la qualité et la durabilité de la peinture lors de son application régulière. Actuellement, cela est établi de façon indirecte lors des tests et on n'a pas le moyen de l'établir directement et de façon incontestable.

Le présent rapport a pour but essentiel d'établir un avant-projet d'expériences pour répondre au deuxième objectif. Cet avant-projet sera discuté lors de la prochaine réunion du comité de normalisation. Quant au premier objectif, nous espérons bien le remplir au cours de la même expérience, mais à proprement parler, il n'est pas l'objet du présent rapport.

DESCRIPTION DU PROJET

Actuellement, on teste les peintures à l'aide de bandes transversales et les mesures sont prises dans les roulières. Cela correspond donc à des conditions extrêmes et l'usure de la peinture se trouve en quelque sorte à être accélérée. Les peintures sont classées selon les résultats obtenus lors de ces tests. La question qui est posée est de savoir si les écarts observés lors de ces tests entre les peintures sont significatifs d'un écart de qualité appréciable lors de leur utilisation dans des conditions normales, c'est-à-dire pour le marquage des routes. Plus précisément, peut-on espérer un gain réel à utiliser la meilleure peinture compte tenu du prix dans un rapport direct, par le fait d'une durabilité accrue, ou encore d'une meilleure visibilité de nuit pendant une période de temps donnée. En d'autres termes, si l'on doit payer plus cher pour une peinture parce qu'elle est plus que proportionnellement meilleure lors des tests, aura-t-on, dans les conditions normales, une espérance de durée et de qualité qui tout au moins compensera pour son coût d'achat plus élevé.

Il nous faut donc trouver un moyen d'analyser les peintures dans des conditions normales d'usure. En théorie, cela voudrait dire qu'il faudrait utiliser toutes les peintures testées pour des marquages normaux sur la route et essayer de le faire dans des conditions similaires pour toutes les peintures. En d'autres termes, c'est à peu près impossible à réaliser de façon concrète. Il y a également un autre problème d'envergure, soit celui de l'hiver. En effet, à compter du mois de décembre, le pavage est souvent mouillé et pour cette raison, par exemple, on ne peut pas mesurer la visibilité de nuit. Il y a également la présence des pneus à crampons qui ont tendance à accélérer l'usure de la peinture, ou encore les épandages d'abrasifs ou encore le nettoyage de la chaussée à l'aide de charrues à neige. Tous ces facteurs ne rendent pas nécessairement justice aux peintures.

En résumé, nous avons les deux problèmes suivants pour la réalisation d'une expérience permettant d'analyser les peintures:

a) il nous faut reproduire quelque part les conditions normales d'application des peintures, afin que celles-ci soient toutes sur le même pied;

b) en second lieu, nous avons le problème de la chaussée mouillée qui ne permet pas toujours de faire des observations au moment voulu, la chaussée pouvant demeurer mouillée pendant plusieurs jours consécutifs.

Il n'y a pas, à proprement parler, de solutions parfaites à ces deux problèmes. En ce qui concerne le premier, il y a, je crois, une possibilité assez intéressante et qui n'exigerait pas un effort trop important. En effet, on pourrait réaliser cette expérience lors des tests habituels. Les bandes transversales sont appliquées sur la voie de droite d'une autoroute. Alors, on pourrait ajouter aux mesures traditionnelles dans les roulières au moins deux mesures additionnelles: l'une près du bord de la route et l'autre près du centre de la route. Ces deux endroits sur les bandes de peinture se rapprochant beaucoup des conditions normales et c'est là le point intéressant. Ainsi, lors des tests habituels, on aurait des conditions se rapprochant beaucoup des conditions de marquage des routes. Les tests sont toutefois effectués sur des autoroutes, et non pas sur une route secondaire ou principale où les volumes de circulation sont moins importants. On évaluerait donc plutôt ce qui se passe sur une autoroute. On pourra toutefois tenter certaines extrapolations, puisque les volumes de circulation ne sont pas les mêmes aux trois endroits.

En résumé, le projet consisterait à évaluer les peintures, à la fois dans les roulières comme auparavant et à deux autres endroits au bord de la route et près du centre de la route. On évaluerait séparément les peintures pour les deux types de mesure et nous serions en mesure de voir s'il y a ou non un bénéfice à prendre la meilleure

peinture, par la mesure de l'écart entre les deux ensembles de peintures. Ainsi, nous verrions si cet écart est proportionnel à la qualité de la peinture. Dans le cas d'une réponse affirmative, nous aurions, dans une large mesure, répondu aux interrogations du Conseil du trésor.

En 1981, lors des essais, nous avons photographié les bandes de peintures à quatre reprises et avons pris des lectures densitométriques. Nous avons déjà remarqué dans un rapport précédant que notre technique n'était pas encore au point, mais que les résultats semblaient tout de même prometteurs. Nous avons alors suggéré de reprendre cette expérience en 1984. Je suggère que nous utilisions la densitométrie pour calculer cet écart dont nous venons de parler au paragraphe précédent. Une des principales motivations pour utiliser la densitométrie vient du fait que la dégradation sera plutôt lente sur le bord et au centre et cela pourrait être plus difficile pour les évaluateurs. On remarquera ici que lors des tests de 1981, nous avons pris une lecture densitométrique au centre entre les deux roulières et on a pu observer que l'écart entre la valeur moyenne dans les roulières et au centre s'agrandissait au fur et à mesure de la dégradation ou de l'usure des bandes. Cela indiquerait donc que la densitométrie pourrait être très utile.

La modification la plus importante à apporter aux essais traditionnels touche au problème que représente l'hiver. En effet, au mois de décembre, la peinture se dégrade rapidement et on doit prendre des mesures sur des périodes beaucoup plus courtes. Les conditions climatiques font en sorte que la chaussée est souvent mouillée et pour cette raison, il n'est pas toujours facile de prendre les mesures dans des conditions idéales. En ce qui concerne notre expérience, il faut considérer que les mesures ne sont pas prises dans les roulières, mais à des endroits où la dégradation est moins importante. Dans ce cas, nous pouvons nous permettre d'espacer davantage nos observations et s'il le faut, attendre que les conditions soient idéales. Cette façon de procéder ne fait pas disparaître le problème, mais elle le simplifie

énormément. En d'autres termes, on pourrait faire nos observations d'hiver à des périodes assez espacées et profiter des périodes où la température nous donne une chaussée sèche. On procéderait ainsi à des observations jusqu'à ce que la valeur 4 soit atteinte aux extrémités des bandes. Il va de soit que durant toute cette période, des observations sont également faites dans les roulières. On notera également que le travail des observateurs pourrait se terminer avec la fin des essais normaux et que, par la suite, on utiliserait uniquement la densitométrie pour la durabilité et l'appareil Ecolux pour la visibilité de nuit. Quant à l'apparence, on pourrait l'associer à la durabilité.

C'est là l'essentiel du projet. Il reste à déterminer avec précision tous les détails relatifs à cette expérience et à espérer que la densitométrie nous donnera les résultats souhaités.

COMITÉ DE NORMALISATION DES PEINTURES

POUR LE MARQUAGE DES ROUTES

Sous-comité chargé de formuler un projet permettant de
déterminer la relation: résultats des essais de performance
et vie réelle des peintures

Procès-verbal de la réunion du 25 novembre 1983

tenue au Complexe scientifique à Ste-Foy

Etaient présents:

MM. Bossé, André

Service de la Signalisation
Ministère des Transports

David, Jean

Service de la Statistique
Ministère des Transports

Traversy, Yves

Service de l'Approvisionnement
Ministère des Transports

Hébert, Jean-Claude

Laboratoire central
Ministère des Transports

BUT DE LA RÉUNION

Le responsable du sous-comité, Jean-Claude Hébert, rappelle aux participants le mandat reçu du comité de normalisation des peintures pour le marquage des routes qui est: Formuler un projet permettant de déterminer la relation entre les résultats des essais de performance et la vie réelle des peintures.

On vise particulièrement à chercher une réponse à la préoccupation du Conseil du Trésor à savoir si cela vaut vraiment la peine de payer plus cher pour une meilleure qualité de peinture. En fait, les différences de WT, le facteur de performance, conduisent-elles vers des différences appréciables dans la durabilité de la peinture dans les conditions normales d'utilisation?

Deux rapports, dont l'un concernant essentiellement le but de la réunion et l'autre des informations sur la densitométrie avaient été préalablement soumis par M. Jean David aux membres du comité. D'un commun accord, ils ont convenu d'étudier les propositions qu'ils contenaient.

RECOMMANDATIONS DU SOUS-COMITÉ

Le projet recommandé par le sous-comité se subdivise en deux études. Une autre aussi s'y ajoutera et concernera l'influence du contenu en microbilles de verre dans les peintures. Ces études sont identifiées par les lettres A, B et C. Elles peuvent se résumer ainsi:

A- En utilisant les essais courants de performance sur les autoroutes, ajouter aux mesures habituelles qui se font dans les roulières deux autres séries de mesure: l'une prise au bord de la route et l'autre au centre de la voie de circulation utilisée pour les essais. Ces deux sections des bandes d'essais se rapprochent, de l'avis des participants, aux conditions normales d'application sur les autoroutes.

L'étude consiste à évaluer séparément les peintures pour les deux types de mesure. Par l'évaluation de l'écart entre les deux ensembles de mesure, mesures habituelles et mesures dans les sections ci-haut mentionnées, il sera possible de déterminer si cet écart est proportionnel à la qualité de la peinture.

B- En utilisant deux (2) peintures ayant des performances connues très différentes en WT, faire des essais sur une route secondaire.

Cet essai aura pour but de déterminer si, sur une route secondaire, l'écart de performance est proportionnel à l'écart observé sur une autoroute.

C- L'étude sur les microbilles de verre a pour but de poursuivre les travaux entrepris à ce sujet en 1982. Décidée à cette réunion, elle découle de l'interrogation d'un membre à savoir si les résultats des études mentionnées précédemment seront affectés par l'influence des contenus en microbilles. À celle-ci, il est répondu par la négative du fait que toutes les comparaisons impliquées se feront dans des conditions identiques.

DÉTAILS SUR LES ÉTUDES

- À l'exception de l'étude sur les microbilles de verre, dont les évaluations se feront uniquement par les méthodes habituelles, les deux autres se réaliseront en utilisant également la méthode densitométrique. Celle-ci sert à mesurer la durabilité. Quant à l'apparence, elle pourra être associée à cette mesure.
- Chaque peinture sera appliquée sur une plaque de métal lors de la réalisation des essais de performance. Chacune servira de référence au moment des évaluations par la densitométrie.
- Des inspections se feront jusqu'en décembre par la densitométrie (4 évaluations) et la méthode conventionnelle (6 évaluations). Par la suite, les évaluations se feront uniquement par la densitométrie. Si possible, des évaluations de la visibilité de nuit par le rétroréfléctomètre Ecolux seront également effectuées.
(Évaluation: janvier ou février et mars ou avril)

Les évaluations seront arrêtées à la suite de consultations entre Jean David et Jean-Claude Hébert.

- Afin d'en retirer le plus d'information possible, les calculs relatifs à la performance seront faits en considérant simultanément et aussi séparément les mesures faites près du bord de la route et près du centre de la route.

- La route secondaire utilisée sera constituée:

a) d'un pavage neuf

b) d'un accotement de béton bitumineux.

On y installera un compteur de véhicules pour établir la relation performance et nombre de véhicules.

M. Jean David a été chargé de contacter les responsables pouvant indiquer des sections de route appropriées aux essais. Le choix final de la route utilisée sera fait en collaboration par la suite avec Jean-Claude Hébert.

- Les peintures utilisées pour l'étude sur la route secondaire seront achetées des fournisseurs dont les peintures blanches se seront classées, si possible, première et dernière en WT lors des essais de performance de 1983.

- Sur la route secondaire et sur les trois (3) planches d'essais de 1984, cinq (5) séries de trois (3) bandes de chacune des deux (2)

peintures choisies seront faites.

- L'étude sur les microbilles de verre sera effectuée sur les trois (3) planches d'essais de 1984. La peinture utilisée sera celle qui se sera classée première parmi les peintures blanches soumises aux essais de performance de 1983. Cette peinture sera en fait la même que celle utilisée pour l'étude sur la route secondaire.
- Pour cette étude sur les microbilles, selon les possibilités, une (1) ou trois (3) séries de trois (3) bandes de peinture seront appliquées sur chaque planche d'essai.
- Les quantités de microbilles utilisées seront respectivement 4, 5, 6 et 7 livres par gallon de peinture.

Le deuxième document étudié lors de la réunion constituait une ébauche de travail relatif à la mesure de l'usure des bandes de peinture à l'aide de la densitométrie.

Quelques modifications et éclaircissements ont été apportés au document.


Jean-Claude Hébert, chim.
Secrétaire du sous-comité

SAINTE-FOY, le 23 janvier 1984

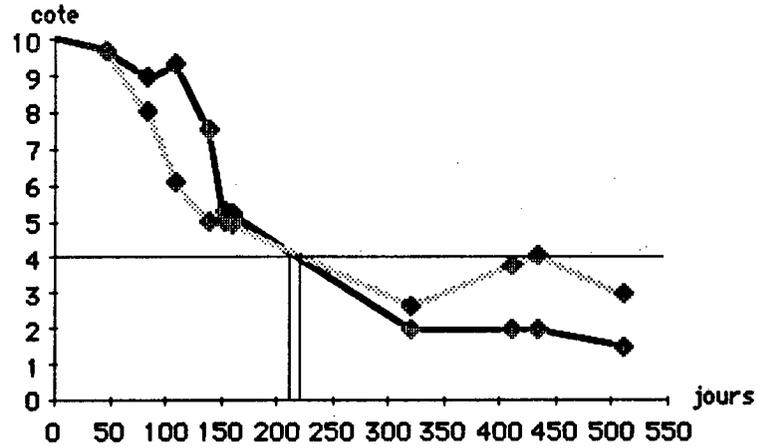
JCH/fg

Annexe 2:

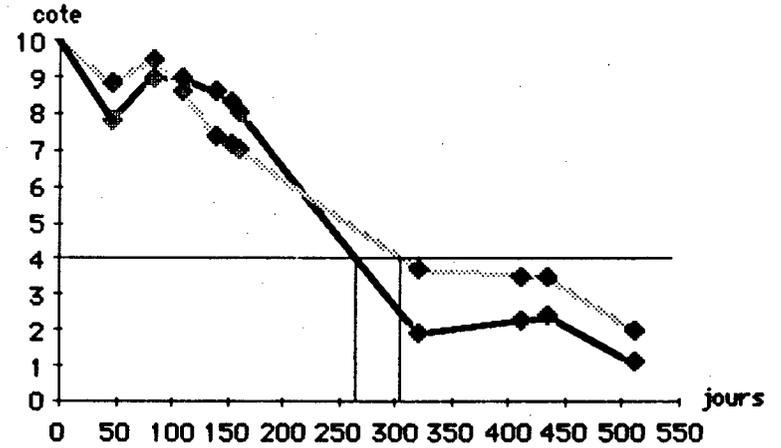
**Graphiques illustrant la dégradation
pour chacun des facteurs de performance**

Graphique 1
APPARENCE
 Mesures dans les roulières

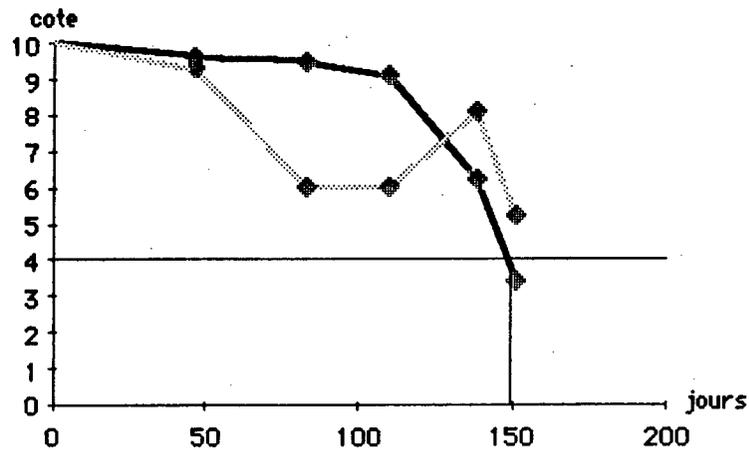
Autoroute 20 (St-Appolinaire)



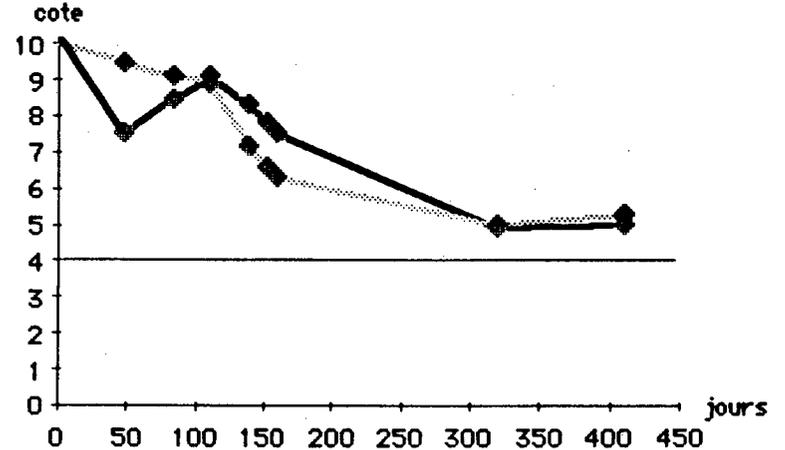
Autoroute 20 (St-Romuald)



Autoroute 40 (Beauport)



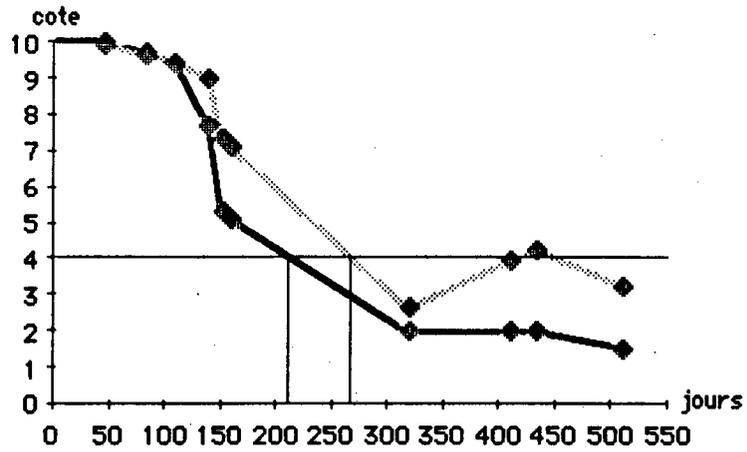
Autoroute 73 (Breakeyville)



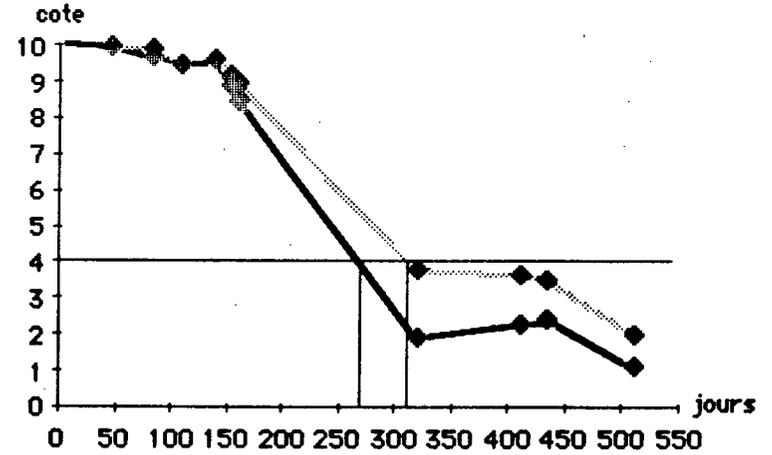
— BF8301 BF8302

Graphique 2
DURABILITÉ
 Mesures dans les roulières

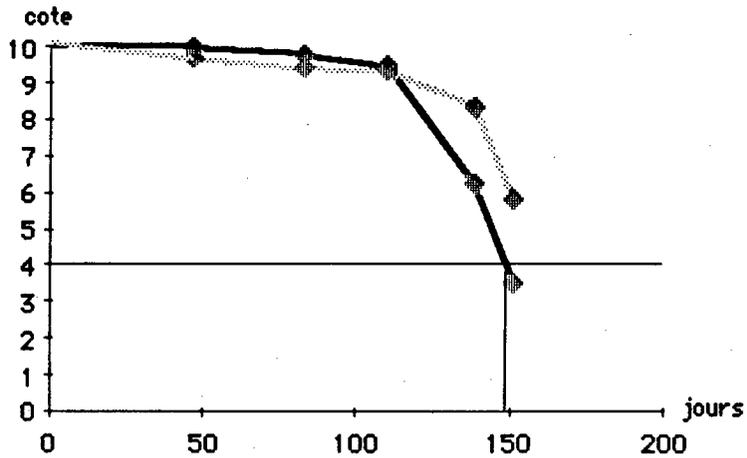
Autoroute 20 (St-Appolinaire)



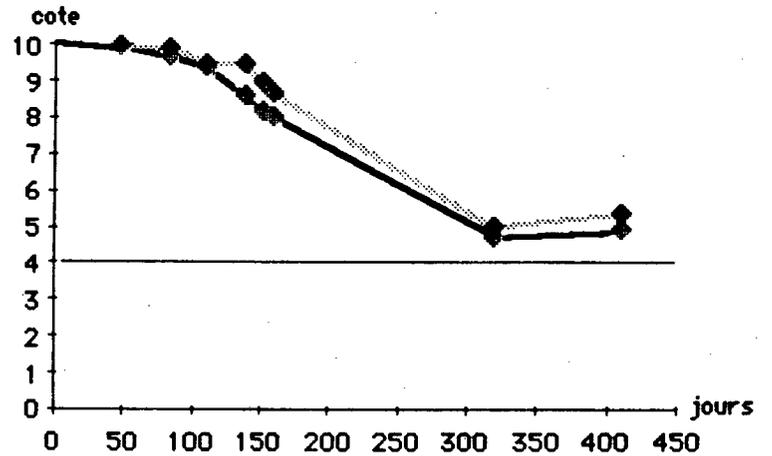
Autoroute 20 (St-Romuald)



Autoroute 40 (Beauport)



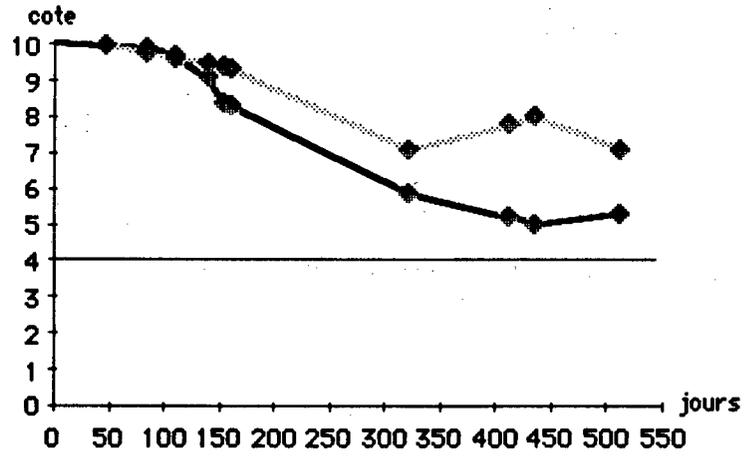
Autoroute 73 (Breakeyville)



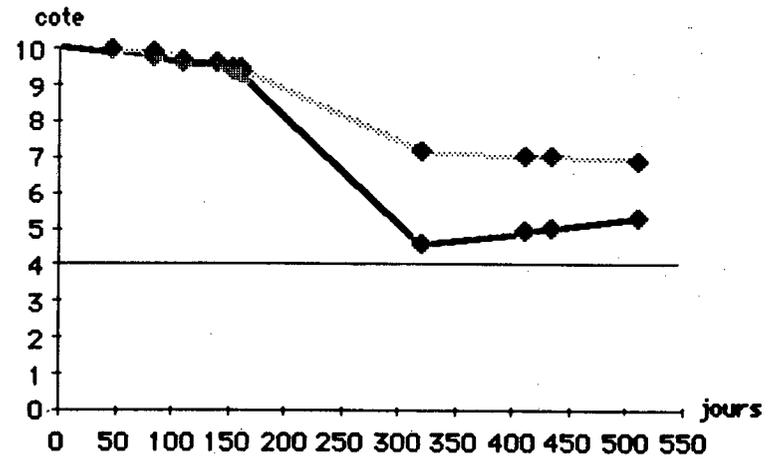
— BF8301 BF8302

Graphique 3
DURABILITÉ
 Mesures au centre de la bande

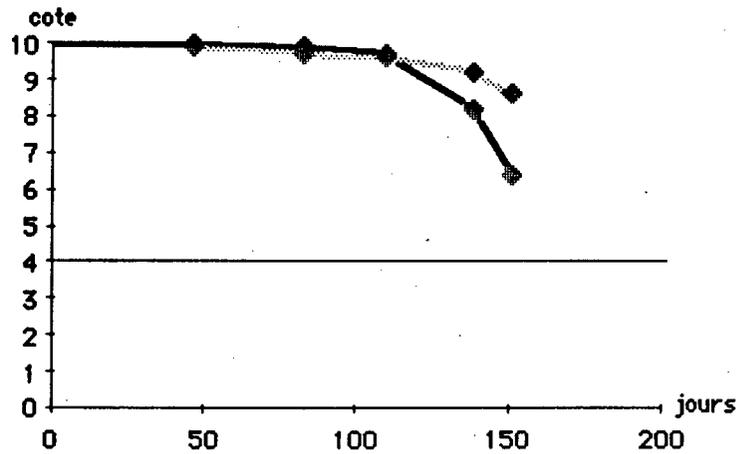
Autoroute 20 (St-Appolinaire)



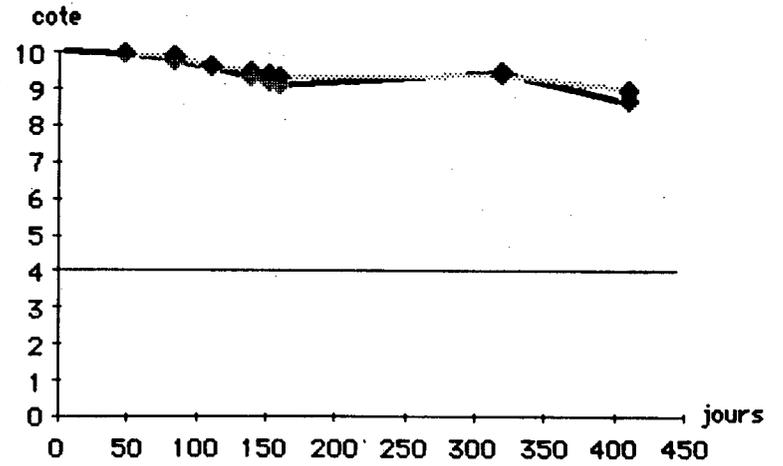
Autoroute 20 (St-Romuald)



Autoroute 40 (Beauport)



Autoroute 73 (Breakeyville)

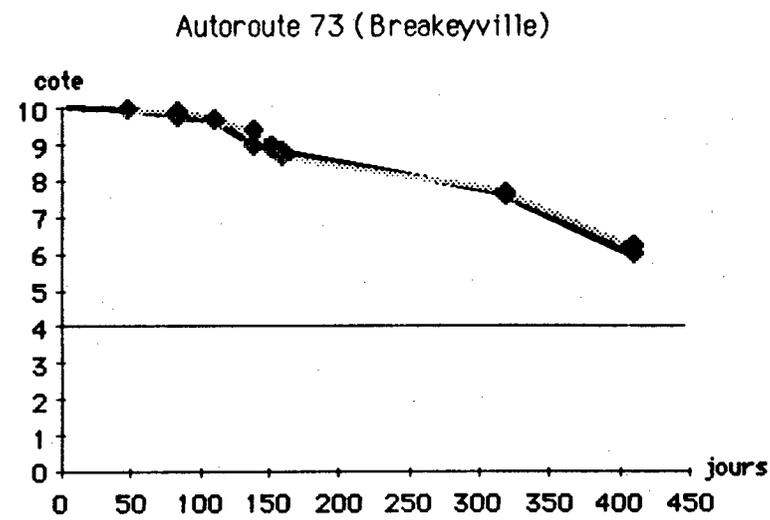
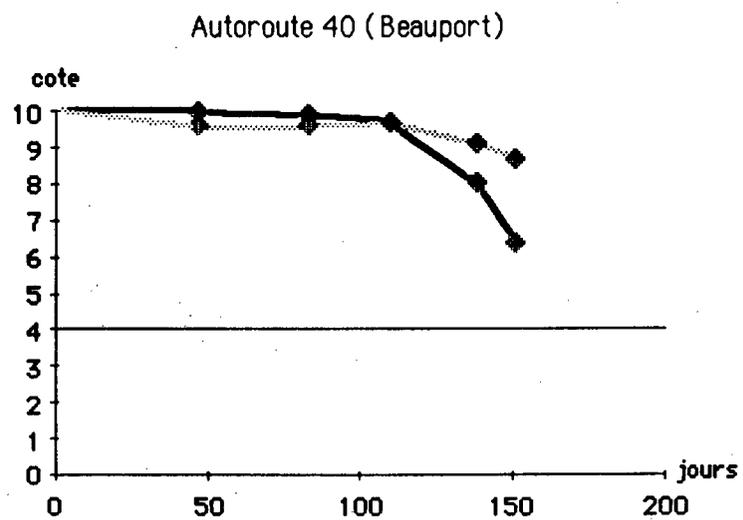
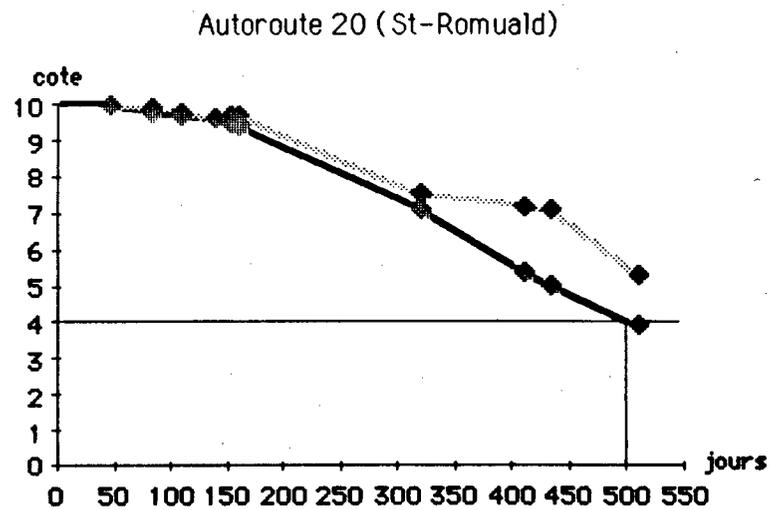
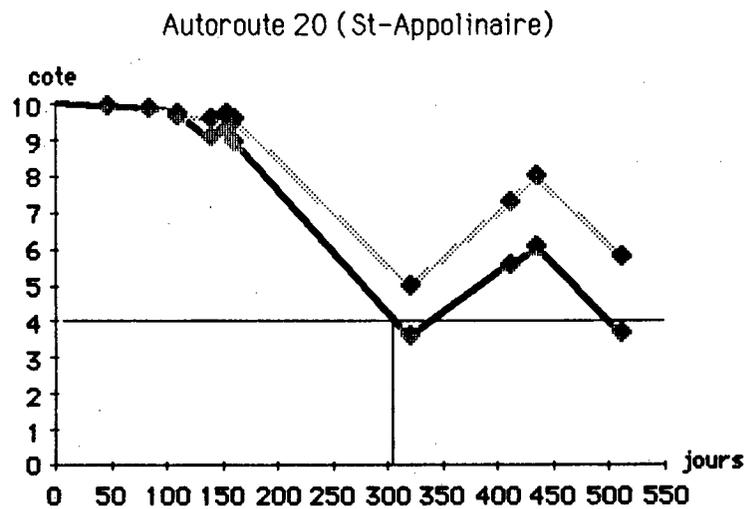


— BF8301 BF8302

Graphique 4

DURABILITÉ

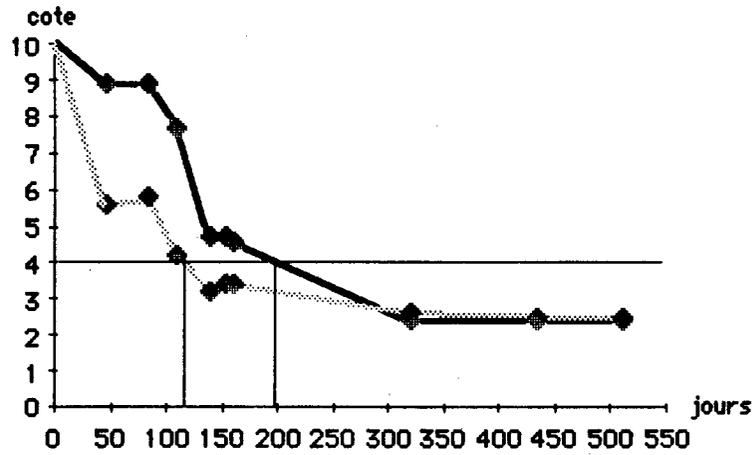
Mesures au centre de la route



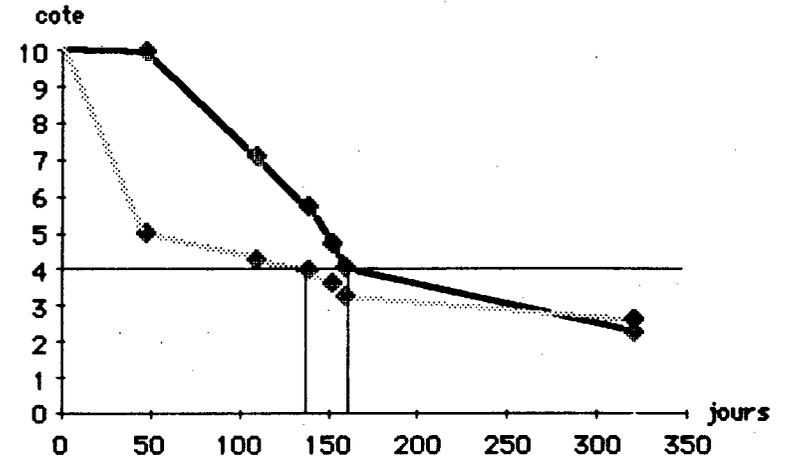
— BF8301 BF8302

Graphique 5
VISIBILITÉ DE NUIT
Mesures dans les roulières

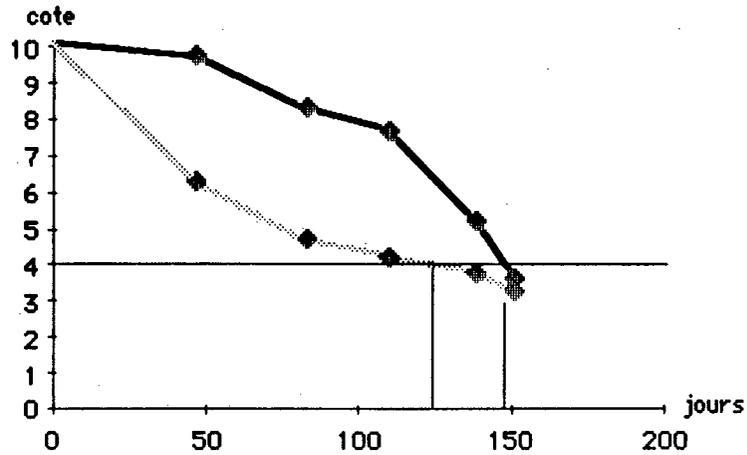
Autoroute 20 (St-Appolinaire)



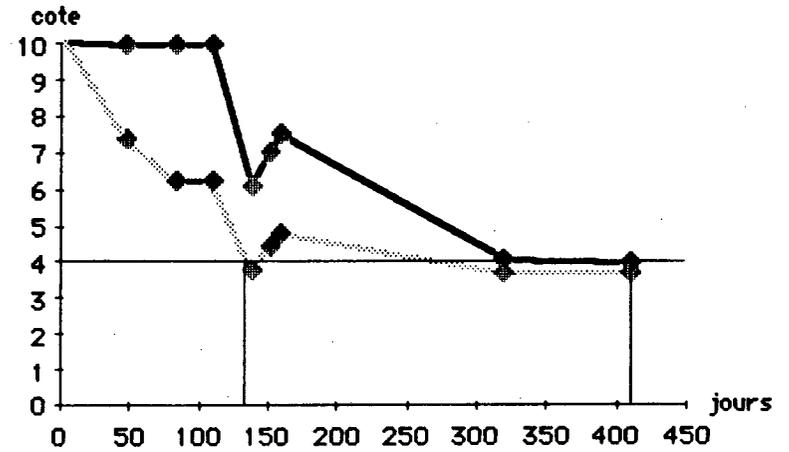
Autoroute 20 (St-Romuald)



Autoroute 40 (Beauport)



Autoroute 73 (Breakeyville)

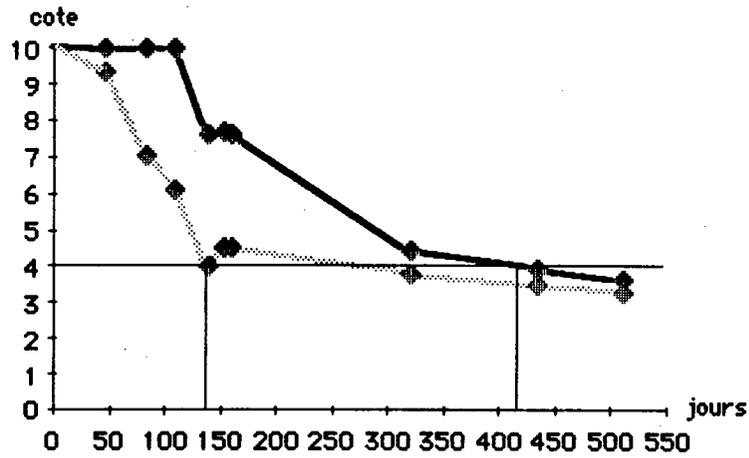


— BF8301 BF8302

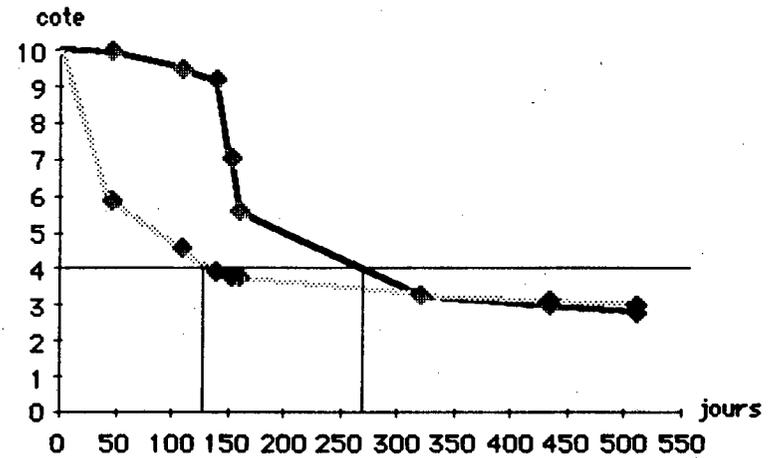
Graphique 6

VISIBILITÉ DE NUIT Mesures au centre de la bande

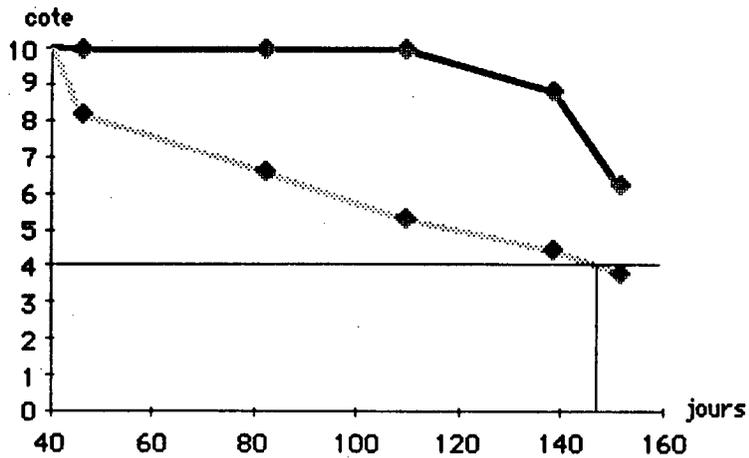
Autoroute 20 (St-Appolinaire)



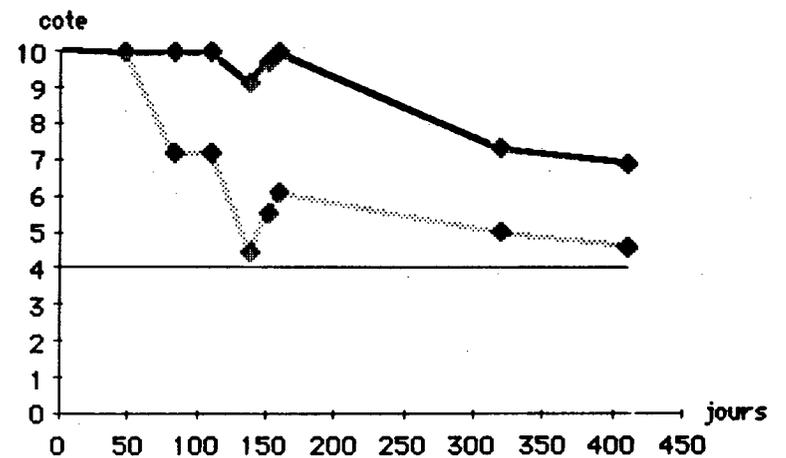
Autoroute 20 (St-Romuald)



Autoroute 40 (Beauport)



Autoroute 73 (Breakeyville)

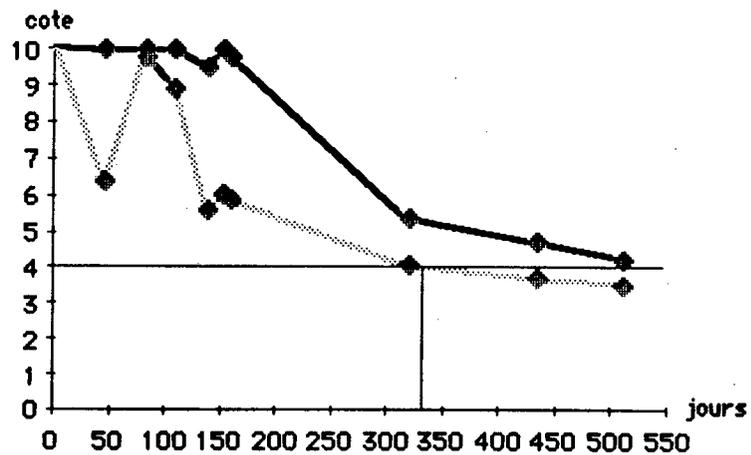


— BF8301 BF8302

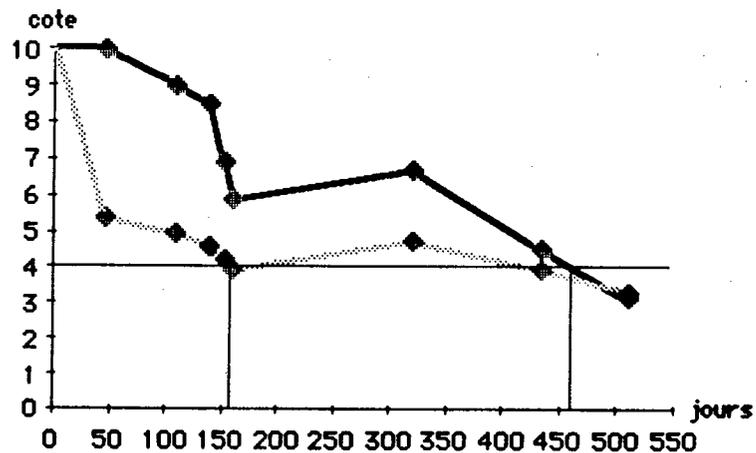
Graphique 7

VISIBILITÉ DE NUIT Mesures au centre de la route

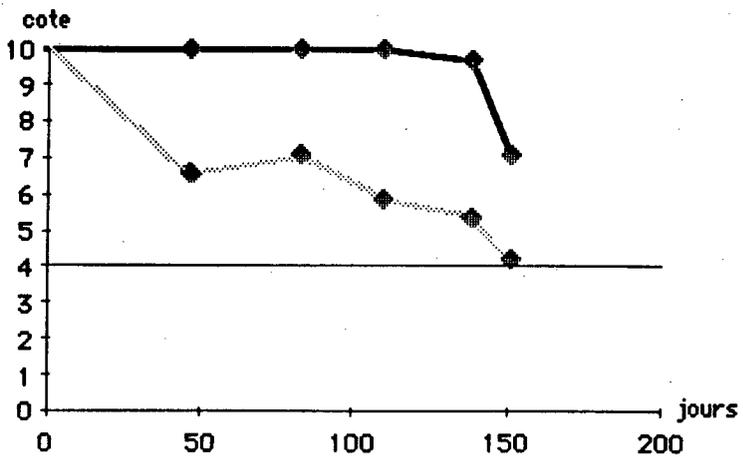
Autoroute 20 (St-Appolinaire)



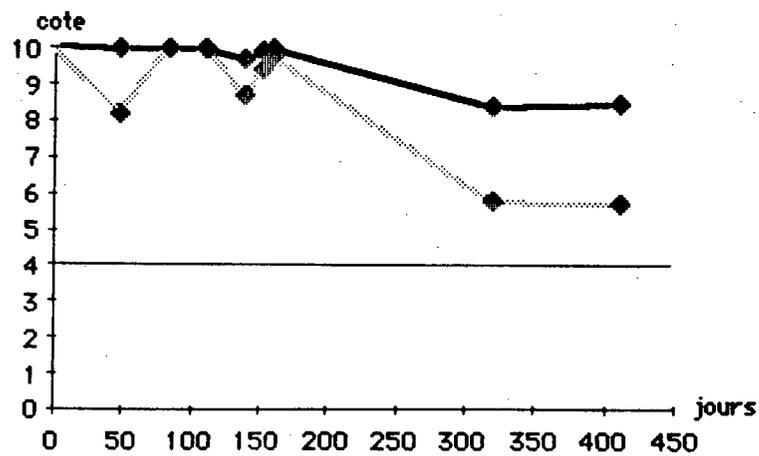
Autoroute 20 (St-Romuald)



Autoroute 40 (Beauport)



Autoroute 73 (Breakeyville)



— BF8301 BF8302

MINISTÈRE DES TRANSPORTS



QTR A 092 480