

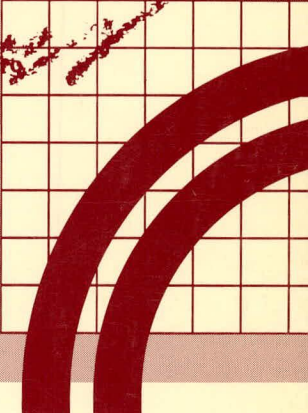
**ÉTUDES ET
RECHERCHES
EN TRANSPORTS**



PERFORMANCE DES TRAITEMENTS DE SURFACE SUR LES ROUTES GRAVELÉES

JEAN DUGRÉ

**GÉNIE
ET ENVIRONNEMENT**



CANQ
TR
OP
108

Québec 

179335

MINISTÈRE DES TRANSPORTS
Centre de documentation
35, rue de Port-Royal Est
3e étage
Montréal (Québec)
H3L 3T1

PERFORMANCE
DES TRAITEMENTS DE SURFACE
SUR LES ROUTES GRAVELÉES

Don - Cen - Mon

CANQ
TR
OP
108

Dépôt légal - 1^{er} trimestre 1988
Bibliothèque nationale du Québec
ISBN 2-550-18515-3



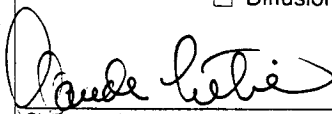
Titre et sous-titre du rapport Performance des traitements de surface sur les routes gravelées.				N° du rapport Transports Québec RTQ-88-09		
				Rapport d'étape ☐ An Mois Jour Rapport final ☒		
				N° du contrat		
Auteur(s) du rapport Jean Dugré				Date du début d'étude Date de fin d'étude		
				Coût de l'étude		
Étude ou recherche réalisée par (nom et adresse de l'organisme) Direction de la construction 700, boul. St-Cyrille Est (28e) Québec (Québec) G1R 5H1			Étude ou recherche financée par (nom et adresse de l'organisme) Ministère des Transports 700, boul. St-Cyrille Est Québec (Québec) G1R 5H1			
But de l'étude, recherche et renseignements supplémentaires Cette étude mesure la performance du traitement double de surface (TDS) sur les routes gravelées. La connaissance approfondie de cette méthode de revêtement utilisée sur les routes gravelées peut aider à définir une politique pour la construction et le resurfage des chemins municipaux.						
Résumé du rapport Les traitements de surface effectués à ce jour ont eu un taux de réussite de 72 %. Par ailleurs, 19 % ont nécessité un entretien important et 9 % sont considérés comme un échec. Les succès sont dus à de bonnes fondations et à un bon drainage de la route. Les causes des échecs sont les mauvaises conditions de la route ou de la température (saison tardive), une piètre qualité des matériaux et, quelquefois, une lacune dans la formation des surveillants de chantier. Pour une même durée de vie de 17,5 années, l'investissement actualisé d'un traitement double de surface, incluant un resurfage en traitement double après 8,5 ans, représente 80 % de l'investissement d'un revêtement bitumineux à chaud. Si l'on ajoute un traitement simple au traitement double de surface après 8,5 ans, l'investissement représente alors 74 % d'un revêtement bitumineux à chaud.						
Nbre de pages 44	Nbre de photos	Nbre de figures 3	Nbre de tableaux 7	Nbre de références bibliographiques	Langue du document ☒ Français ☐ Anglais	Autre (spécifier)
Mots-clés Traitement double de surface, revêtement bitumineux à chaud, routes gravelées, resurfage, traitement simple, fondations de la route, drainage, performance des traitements.				Autorisation de diffusion ☒ Diffusion autorisée ☐ Diffusion interdite		
				Signature du directeur général 		
				Date 31 03 88		

TABLE DES MATIÈRES

LISTE DES TABLEAUX.....	iii
LISTE DES FIGURES.....	iv
1. INTRODUCTION	1
1.1 Problématique.....	1
1.2 Objectif de l'étude.....	1
2. CUEILLETTE DES DONNÉES	2
3. MÉTHODOLOGIE	2
4. OBJECTIFS DU MINISTÈRE POUR LA RECONSTRUCTION DES CHEMINS MUNICIPAUX	2
4.1 La sécurité.....	3
4.2 Le confort.....	3
4.3 L'économie de matériaux.....	4
5. RÉSULTATS DU SONDAGE	5
6. ANALYSE DU TRAITEMENT DOUBLE DE SURFACE	6
6.1 Succès et échecs.....	7
6.1.1 Performance des TDS.....	7
6.1.2 Causes des succès.....	8
6.1.3 Causes des échecs.....	8
6.2 Problèmes de réalisation.....	9
6.3 Qualités que doit posséder la route avant la pose d'un TDS.....	10

7. TDS VERSUS RBC	13
7.1 Avantages et inconvénients.....	13
7.2 Coûts.....	14
7.2.1 Durée de vie.....	14
7.2.2 Coût d'investissement initial.....	15
7.2.3 Valeurs actuelles et futures.....	17
7.2.4 Autres coûts.....	19
8. CONCLUSION	20
ANNEXE	35

LISTE DES TABLEAUX

1. Les routes du Québec
catégories et types de surface.....23
2. Défauts des TDS et solutions curatives.....24
3. Coûts comparatifs pour un kilomètre de route
sans transport de matériaux, en fonction de
la variation du prix du bitume.....25
4. Prix moyen du bitume pour enrobé bitumineux.....26
5. Comparaison des prix pour un kilomètre de route
selon la liste des prix unitaires.....27
6. Traitement double de surface pour un kilomètre
de route.....28
7. Coûts comparatifs pour un kilomètre de route
avec transport de matériaux sur une distance
de 0 à 60 kilomètres.....29

LISTE DES FIGURES

1. Relevés météorologiques pour la région
de Québec de 1978 à 1981.....31
2. Moyenne pondérée du coût au kilomètre
pour la pose d'un revêtement.....32
3. Indice des coûts des contrats d'enrobé
bitumineux (couche d'usure).....33

1. INTRODUCTION

1.1 Problématique

Au Québec, 62% des routes ne sont pas numérotées, ce sont les chemins municipaux et ceux-ci représentent 93% des routes gravelées (tableau 1).

Les demandes pour reconstruire ces routes sont nombreuses et les budgets restreints. De plus, il n'existe pas, actuellement, de programme de gestion des investissements pour ce genre de travaux.

1.2 Objectif de l'étude

Cette étude, réalisée par la Direction de la construction du ministère des Transports du Québec (MTQ), présente la performance du traitement double de surface (TDS) sur les routes gravelées. La connaissance plus approfondie de cette méthode de revêtement utilisée sur les routes gravelées pourra aider à définir une politique ministérielle pour la construction et le resurfaçage des chemins municipaux.

2. CUEILLETTE DES DONNÉES

Un sondage a été fait en 1986 auprès des gestionnaires de 23 districts (questionnaire en annexe). Avec un taux de réponse de 100%, on a pu analyser 60 contrats de traitement de surface réalisés entre 1980 et 1986.

Les données recueillies portent sur le type de revêtement utilisé, ses caractéristiques, ses coûts de réalisation et d'entretien.

3. MÉTHODOLOGIE

Toute politique concernant le revêtement des routes gravellées doit être conforme aux priorités que s'est données le Ministère pour tout ce qui touche le réseau routier. Ainsi, après la présentation de ces priorités, nous étudierons les informations recueillies lors du sondage.

4. OBJECTIFS DU MINISTÈRE POUR LA RECONSTRUCTION DES CHEMINS MUNICIPAUX

La capacité physique d'une route doit correspondre à son utilisation. Ainsi, la capacité portante doit être celle qui permet de supporter le trafic. Pour les usagers, une bonne visibilité assure la sécurité, alors qu'une largeur suffisante de la chaussée est synonyme de confort. Le drainage est essentiel au maintien du bon état de la

route. Enfin, l'économie des matériaux, en particulier les produits du pétrole, peut se traduire par une diminution des travaux d'entretien ou encore par une reconstruction optimale répondant aux besoins réels.

Les objectifs du Ministère peuvent donc se résumer comme suit:

- la sécurité
- le confort
- l'économie de matériaux.

4.1 La sécurité

Actuellement, l'amélioration de la sécurité est un facteur très important lors de la planification des travaux de construction, alors que l'objectif principal était encore, il y a seulement quelques années, une expansion géographique du réseau routier et une augmentation de la capacité physique des routes.

Parce qu'elle influence la conception du design des routes, la sécurité est toujours présente dans les travaux du MTQ: redressement des courbes, contournement de villages, création de voies supplémentaires pour la circulation lente, création de haltes routières, plantation d'écrans d'arbres le long des autoroutes et diminution générale des limites de vitesse permises.

4.2 Le confort

Les demandes que font les usagers au MTQ sont très souvent liées au confort des routes. En fait, on devrait plutôt dire qu'elles sont le résultat de l'apparition du phénomène de l'inconfort, souvent causé par le mauvais état de la

chaussée, la présence de poussière ou par d'autres déficiences de la route.

Ces demandes ou réclamations indiquent alors au MTQ quelles sont les améliorations qu'il doit apporter au réseau routier. De plus, elles sont très souvent utiles lors de la conception de nouveaux travaux, car elles permettent d'éviter la répétition des causes de l'inconfort.

4.3 L'économie de matériaux

L'économie de matériaux est une préoccupation constante du MTQ. Économie qui se traduit principalement par la récupération et la réutilisation d'agrégats et de pavage.

De plus, l'augmentation du prix des produits pétroliers, au début des années 1980, a eu un impact important sur les coûts de construction et d'entretien du réseau routier. On a alors décidé d'économiser sur les coûts des bitumes utilisés dans la confection des enrobés bitumineux. Pour atteindre cet objectif, quatre méthodes ont été mises de l'avant, ce sont:

- l'utilisation de mélanges ouverts à granulats grossiers à basse teneur en bitume qui remplacent comme couche de base les mélanges bitumineux denses (à plus haute teneur en bitume);

- la récupération de vieux revêtements qui, lors de la réfection de routes, étaient auparavant laissés en place ou enfouis dans les remblais; ces vieux revêtements peuvent être réutilisés en les incorporant dans les nouveaux enrobés bitumineux;

- le planage des surfaces de chaussées déjà revêtues d'enrobé bitumineux qui, en plus de permettre la correction des profils et de sauver la pose d'un rapiéçage intensif, permet l'incorporation des résidus de planage dans le nouvel enrobé bitumineux;

- le traitement double de surface sur les routes gravelées pour remplacer un revêtement bitumineux conventionnel.

5. RÉSULTATS DU SONDAGE

L'analyse des informations recueillies lors du sondage indique quelles sont les principales raisons qui ont incité les gestionnaires à opter pour le traitement double de surface. Les raisons de ce choix, classées en cinq catégories, sont:

1-Le confort

L'amélioration de la surface de roulement.

L'élimination de la poussière.

2-La sécurité

L'adhérence des pneus sur la chaussée.

3-La technique

La plus grande flexibilité de la couche de surface.

Le faible débit et le type de circulation (peu de trafic lourd, clientèle composée surtout de propriétaires de chalets) ne justifient pas la pose d'un revêtement bitumineux à chaud (RBC).

4-Les coûts

Le TDS et un revêtement conventionnel en enrobé bitumineux à chaud stabilisent la chaussée, ce qui entraîne la disparition des coûts de grattage et de l'épandage de l'abat-poussière (calcium liquide ou en flocons).

La vitesse d'exécution du TDS permet d'économiser sur les coûts de surveillance des travaux.

Le coût initial du TDS est inférieur à celui du RBC, surtout si les centrales d'enrobage sont éloignées du lieu des travaux.

5-La gestion interne

Le MTQ désire effectuer des revêtements à des coûts les plus avantageux possibles.

Certains répondants ont mentionné que la seule possibilité pour le resurfaçage des routes gravelées était le TDS, puisqu'on leur disait de ne plus utiliser le RBC sur les chemins municipaux.

Ces réponses nous permettent donc d'évaluer les raisons qui ont amené les gestionnaires à opter pour le TDS.

6. ANALYSE DU TRAITEMENT DOUBLE DE SURFACE

La méthode de stabilisation d'une chaussée par un traitement double de surface rencontre bien les objectifs du Ministère présentés au point 4. Nous allons maintenant approfondir davantage ce type de revêtement en analysant ses aspects techniques.

6.1 Succès et échecs

Nous verrons ici quelle a été l'ampleur des succès et des échecs des TDS posés depuis 1980. Nous en étudierons les causes respectives, afin de connaître les conditions minimales requises pour obtenir un succès de cette méthode de resurfaçage. Nous aborderons aussi les qualités du mélange, ce qui nous permettra de comparer ensuite le TDS au RBC.

6.1.1 Performance des TDS

	<u>Longueur(km)</u>	<u>%</u>
Succès	359,65	72,33
Demi-succès	92,2	18,54
Échecs	<u>45,37</u>	<u>9,13</u>
Total	497,22	100%

La majorité (72,33%) des TDS se sont très bien comportés. Ils n'ont nécessité que peu ou pas d'entretien. D'autre part, les surfaces des TDS considérés comme des demi-succès ont dû, à cause de faiblesses localisées dans les fondations, être rapiécées dans une proportion de 25%. Enfin, toutes les routes où l'on a constaté un échec avaient une capacité portante défaillante, et le TDS a été, à cause de cela, un investissement perdu.

6.1.2 Causes des succès

Toutes les routes où la pose d'un TDS a été couronnée de succès ont ceci en commun: DE BONNES FONDATIONS ET UN BON DRAINAGE.

La fondation est solide, même sous le passage de véhicules lourds. La capacité portante répond aux besoins du trafic local. Aucun secteur mou n'apparaît sur ces routes au printemps. Le drainage est adéquat et les transitions de ponceaux sont bien exécutées. Si la construction de la route est récente, l'ajout de gravier n'est pas nécessaire avant la pose du TDS. Mais si on en ajoute, il ne s'agit que d'une correction mineure du profil.

6.1.3 Causes des échecs

Dans la majorité des cas, les causes des échecs sont les mêmes. IL ne s'agit pas ici de la qualité du TDS, mais de FONDATIONS FAIBLES ET/OU D'UN DRAINAGE INADÉQUAT.

Lorsque la route doit supporter du trafic lourd, les faiblesses des fondations se font sentir davantage.

On a ainsi remarqué que les véhicules lourds causaient des bris au traitement de surface, notamment dans les côtes, les courbes et près des intersections. Un manque évident de moyens permettant d'évaluer correctement la capacité portante d'une route gravelée serait à l'origine de cette situation. Et l'ajout d'un rechargement de gravier avant la pose d'un traitement de surface n'améliore pas nécessairement une infrastructure déficiente.

Il faut corriger les lacunes là où elles sont, et souvent une reconstruction est nécessaire. On peut présumer que l'échec aurait été le même, compte tenu des causes invoquées, si un revêtement bitumineux à chaud avait été utilisé.

6.2 Problèmes de réalisation

Les problèmes rencontrés par les gestionnaires peuvent être regroupés dans les catégories suivantes: fondations, qualité des matériaux, pose et entretien. La connaissance de ces problèmes permettra au surveillant de chantier d'être plus vigilant là où il y a des possibilités d'erreur.

Les fondations

Des fondations molles et détrempées, un mauvais drainage et de mauvaises transitions aux ponceaux sont les principales lacunes rencontrées.

La qualité des matériaux

Dans quelques cas, les émulsions RS2K ou RM20 n'étaient pas conformes aux exigences. Souvent, la température de l'émulsion était trop élevée (72°C au lieu de 40°C).

La granulométrie de la pierre était quelquefois défectueuse.

La pose

Les problèmes de pose sont l'arrachement de la couche d'imprégnation, le ressuage et la présence, à cause du mauvais fonctionnement du gravillonneur, de l'aspect "planche à laver" de la surface de la route. La pose d'un TDS tard à l'automne entraîne des problèmes de curage à cause des pluies fréquentes et de la baisse de la température. À quelques occasions, il est aussi apparu une dégradation du joint longitudinal.

L'entretien

Les opérations de déneigement et de déglacage risquent quelquefois d'arracher la couche de surface. Il semble que c'est un mauvais rapport dans les dimensions des granulats qui est responsable de cette situation.

Note: Une liste des défauts des TDS et leurs solutions curatives est présentée au tableau 2.

6.3 Qualités que doit posséder la route avant la pose d'un TDS

Une route, avant de recevoir un traitement de surface, doit avoir:

DE BONNES FONDATIONS
UN EXCELLENT DRAINAGE
DES TRANSITIONS BIEN FAITES.

Si la route ne possède pas ces qualités, on se dirigera très certainement vers un échec. Il ne faut pas croire qu'un petit rechargement de gravier peut donner à une route défaillante la capacité portante requise. Si l'infrastructure est mal drainée, s'il y a présence d'argile molle, de terre noire ou de mauvaises transitions, le gravier ne fera que masquer le défaut et, au printemps, tous les défauts réapparaîtront et détruiront le TDS. Pour illustrer ces faits, on n'a qu'à analyser les causes des demi-succès et des échecs de nos expériences passées. Dans la majorité de ces contrats, on constate qu'il y a eu rechargement de gravier, ce qui n'a pas corrigé les défaillances de l'infrastructure.

Pour le curage, qui est une autre étape importante lors de la pose d'un TDS, la température ne doit pas descendre sous les 10°C. Dans certaines régions, les conditions climatiques sont bonnes de mai à la mi-septembre (figure 1). En dehors de cette période, les risques d'un échec augmentent considérablement, puisque l'émulsion n'aura plus les conditions nécessaires à sa cure. En effet, aux trois jours nécessaires à la cure des émulsions, s'ajoute une période d'environ trois semaines pour que les granulats, sous l'effet de la circulation routière, se placent en une fine mosaïque.

Pour certains contrats de revêtement de routes gravelées, quelques districts ont demandé qu'il y ait équivalence structurale entre le TDS et le RBC. Cette équivalence s'obtient en ajoutant une couche de gravier au TDS, ce qui égalise la capacité portante d'un RBC. Mais les différentes raisons énumérées en 6.1.3 montrent la précarité de cette façon de procéder. En effet, comme l'état de la route doit être impeccable pour recevoir un revêtement, que ce soit un TDS ou un RBC, l'ajout de gravier constitue une dépense superflue.

D'un autre côté, si la capacité structurale de la route est adéquate, l'ajout de gravier au TDS ne vise donc qu'à faire correspondre, pour les soumissions, les coûts du TDS et ceux du RBC. Mais on ne doit pas laisser l'entrepreneur faire lui-même le choix du procédé de resurfage; la décision revient au concepteur avant l'appel d'offres.

7. TDS VERSUS RBC

7.1 Avantages et inconvénients

TDS

Avantages:

- .scelle la surface,
- .élimine la poussière, la pose d'abat-poussière et le grattage,
- .améliore le confort de l'usager,
- .augmente l'adhérence,
- .grande flexibilité,
- .élimine la nécessité des rechargements,
- .la distance des travaux a peu d'impact sur les coûts, car peu de matériaux sont transportés par camion,
- .les travaux se font très rapidement,
- .ne se fissure pas.

RBC

- .scelle la surface,
- .surface plus durable
- .élimine la poussière, la pose d'abat-poussière et le grattage,
- .améliore le confort de l'usager,
- .moins adhérent que le TDS,
- .peut être posé dans des topographies accidentées,
- .élimine la nécessité des rechargements,
- .supporte très bien le trafic lourd,
- .récupération possible du revêtement.

Inconvénients:

- .les fortes pentes et les courbes sont à éviter,
- .supporte mal le trafic lourd dans les pentes, les courbes et aux intersections,
- .la saison de pose est courte et les conditions climatiques doivent être excellentes (mai/mi-septembre),
- .réaction négative du public au début.
- .peu flexible,
- .entretien plus dispendieux,
- .centrales d'enrobage parfois éloignées du lieu des travaux, ce qui implique un coût de transport élevé,
- .risques élevés de fissurations.

7.2 Coûts

Le facteur "coût" joue, bien sûr, un rôle important dans le choix d'un revêtement. Nous ferons donc ici la comparaison entre les coûts d'un TDS et ceux d'un RBC.

7.2.1 Durée de vie

TDS

Une étude américaine (1) portant sur 3,003 projets de TDS construits sur routes gravelées, nous donne les renseignements suivants sur leur durabilité:

- au moins 85% n'ont pas demandé de resurfaçage avant un minimum de 5 ans;
- 50% n'ont pas eu besoin de resurfaçage avant 10 ans ou plus;
- 25% n'ont pas été resurfacés avant 15 ans;
- 10% ont eu une durée de vie de 20 ans et plus;
- 5% n'ont pas eu besoin de resurfaçage avant 25 ans et parfois davantage.

On doit ici souligner que plusieurs resurfaçages ont été faits pour d'autres raisons que des bris au revêtement initial.

De plus, si la fondation est gélive, la durée de vie du TDS ne sera pas affectée, puisque ce traitement est flexible.

(1) Mill, William, H. Evaluation of surface Treatment and slurry seal. Georgis Department of Transportation, GDOT project no 7301.

Les résultats de notre sondage indiquent que les TDS n'ont pas nécessité d'entretien important lorsque les fondations étaient bonnes, et ceci même après une période de 5 ans.

Bien que l'émulsion du TDS se durcisse avec les années, la mince épaisseur de la couche permet une flexibilité plus grande qu'un revêtement conventionnel.

RBC

Les directeurs régionaux adjoints à la construction ont donné une approximation de la durée de vie d'un RBC et d'un TDS. Cette estimation donne les valeurs moyennes suivantes:

- revêtement en enrobé bitumineux à chaud: 17,5 années
- traitement de surface: 8,5 années

Bien sûr, cette estimation n'est pas basée sur une étude technique approfondie, mais plutôt sur l'expérience des gens en place. Ainsi, les gestionnaires du Ministère estiment que la durée de vie d'un RBC est le double de celle d'un TDS.

7.2.2 Coût d'investissement initial

Depuis 1980, le traitement double de surface et sa couche d'imprégnation ont toujours eu un coût d'investissement initial inférieur à un RBC (figure 2). Les économies réalisées avec le TDS ont, de 1980 à 1986, varié de 19% à 47%.

Comme on peut le constater à la figure 3, c'est le coût des émulsions qui est responsable des importantes fluctuations de prix, les autres secteurs de pose étant relativement stables. Dans le cas d'un RBC, le bitume représente 30% du coût total d'un contrat. Par contre, pour les traitements de surface, le pourcentage de l'émulsion est beaucoup plus élevé, soit 40% pour un traitement simple et 43,2% pour un traitement double sur gravier. Donc, le coût du traitement de surface varie plus que celui d'un revêtement bitumineux conventionnel, surtout lorsqu'il y a une baisse dans les coûts du bitume (tableau 3). Ainsi, le prix du bitume ayant diminué en 1987 par rapport à 1986, on peut espérer une baisse du coût du TDS en 1987 (tableau 4). Par contre, lorsque le prix du bitume augmente, la différence entre le TDS et le RBC s'amoindrit.

On retrouve aux tableaux 5 et 6 une comparaison des prix entre un RBC et un TDS pour un kilomètre de route. Le coût de transport des matériaux influence peu l'écart des prix entre ces deux procédés de resurfage. En effet, le prix actuel d'un TDS est de 65,1% du coût d'un RBC quand il n'y a pas de transport de matériaux à effectuer. Ce pourcentage passe à 60,4% si des matériaux sont transportés sur une distance de 60 kilomètres. Cet écart de 5% vient alors s'ajouter à la différence du coût initial entre les deux procédés (tableau 7).

7.2.3 Valeurs actuelles et futures

Utilisons les données suivantes pour faire une étude sommaire de nos choix d'investissement:

-durée de vie:

RBC = 17,5 années

TDS = 8,5 années

- coût initial d'un projet pour un kilomètre de route où le transport des matériaux se fait sur une distance de 30 kilomètres (tableau 7):

RBC = 27 998 \$

TDS = 17 271 \$

La valeur actuelle d'un projet se calcule avec la formule suivante:

$$C_F = V (1+i)^{-n}$$

Le taux d'intérêt utilisé est 11% (1) et l'indice des prix à la consommation est de 4% (2).

Actuellement, la valeur d'un deuxième TDS sans imprégnation est de 9 000\$/km (tableau 6). En utilisant un taux d'inflation de 5%, ce montant vaudra dans 8,5 années:

$$V_F = 9\ 000 \times (1+.04)^{8,5}$$

$$V_F = 12\ 561,05 \$$$

(1)Taux d'intérêt garanti à long terme, source: Ministère des finances.

(2)I.P.C., source: Statistiques Canada.

Ce montant de 12 561,05 \$ doit être actualisé avec le taux d'intérêt de 11%:

$$C = V_F(1+i)^{-n}$$

$$C = 12\,561,05 \$ (1 + .11)^{-8,5}$$

$$C = 5\,173,45 \$$$

Comparons maintenant les valeurs actuelles des deux procédés:

RBC, une couche, durée de vie de 17,5 ans = une valeur d'investissement de 27 998 \$,

TDS, 1ère couche de 8,5 ans avec imprégnation, 2ième couche d'une durée de vie de 9 ans sans imprégnation = une valeur d'investissement de 17 271 \$ + 5 173 \$ = 22 444 \$.

Pour une durée de vie égale, soit 17,5 ans, le TDS est moins dispendieux que le RBC. Cependant, le coût du TDS baisserait à 20 720 \$ si, après 8,5 ans, on ajoutait un traitement simple au lieu d'un traitement double.

Dans l'exemple qui suit, une extrapolation des données présentées plus haut nous permet de déterminer combien coûterait, après 20 ans, un traitement double de surface selon que sa durée de vie soit de 5 ou de 10 ans, tout en supposant que la durée de vie du RBC est fixée à 20 ans.

Investissement d'un TDS sur 20 ans

<u>Durée de vie</u>	<u>Avec Traitements doubles ajoutés</u>	<u>Avec Traitements simples ajoutés</u>
5 ans	31 849 \$	26 990 \$
10 ans	21 963 \$	20 399 \$

Ainsi, d'après la première hypothèse, un TDS d'une durée de vie de 5 ans coûterait 31 849 \$ si un traitement double

était ajouté tous les 5 ans. Mais ce prix baisse à 26 990\$ si, toujours à tous les 5 ans, le traitement double est remplacé par un traitement simple.

Notre seconde hypothèse suppose que le TDS a une durée de vie de 10 ans. Dans ce cas, l'ajout, après 10 ans, d'un traitement double porterait le coût du TDS à 21 963 \$, alors qu'il serait de 20 399 \$ si on choisissait d'y ajouter un traitement simple.

Comme on a supposé que la durée de vie du RBC, qui est de 17,5 ans, se prolonge de 2,5 ans pour atteindre 20 ans, l'investissement initial reste à 27 998 \$.

En se basant sur l'étude américaine présentée en 7.2.1, la durée de vie d'un TDS au Québec pourrait se situer quelque part entre 5 et 10 ans. Nos projections indiquent qu'un RBC d'une durée de vie de 20 ans et un TDS ayant une durée de vie de 5 ans, et auquel on ajoute des traitements simples, impliquent tous deux le même investissement en valeur actualisée. Dans ce cas, si la durée de vie du RBC diminue ou si celle du TDS augmente, les calculs indiquent que le TDS devient un investissement plus intéressant.

7.2.4 Autres coûts

Un autre élément dont on doit tenir compte est la vitesse d'exécution de chacun des deux procédés de resurfaçage. Ainsi, la vitesse d'exécution du TDS étant supérieure à celle du RBC, les frais de surveillance sont donc moins élevés.

8. CONCLUSION

Le revêtement des routes gravelées, peu importe qu'on utilise un TDS ou un RBC, entraîne toujours des économies substantielles, car:

- les rechargements de gravier ne sont plus nécessaires;
- la pose d'abat-poussière disparaît;
- le grattage disparaît;
- la chaussée étant stabilisée, sa longévité s'accroît;
- le nettoyage des fossés est moins fréquent parce que le gravier reste sur la route;
- les sources d'agrégats sont protégées par la disparition des rechargements;
- les coûts sociaux diminuent, puisque le revêtement entraîne une baisse du taux d'accidents et de réclamations faites par les usagers.

La majorité des réclamations faites par les utilisateurs de routes gravelées portent sur:

- le mauvais état de la chaussée,
- le manque d'entretien des fossés,
- et, parfois, sur la contamination de l'eau potable par le sel et le calcium.

Le nouveau revêtement fait alors disparaître les causes de la plupart de ces réclamations. De plus, l'utilisateur y gagne en confort de roulement, car le TDS élimine la poussière, les trous, (communément appelés nids de poule) et les surfaces cahoteuses.

Toutes les raisons invoquées ici démontrent clairement qu'une surface bitumineuse sur une route gravelée augmente le confort et la sécurité de l'utilisateur.

Quel que soit le type de revêtement choisi, la qualité de la fondation et le drainage doivent être impeccables. En effet, comme la majorité des chemins municipaux gravelés ont un JMA inférieur à 200, leur resurfaçage pourrait entraîner une importante augmentation de circulation. Si les fondations n'ont pas été prévues pour du trafic lourd, par exemple, la route va très rapidement se détériorer.

Les traitements de surface effectués à ce jour ont eu un taux de réussite de 72%; 19% ont nécessité un entretien important et 9% sont considérés comme un échec. Les succès sont dus à de bonnes fondations et à un bon drainage de la route. Les causes des échecs sont les mauvaises conditions de la route ou de la température (saison tardive), une piètre qualité des matériaux et, quelquefois, une lacune dans la formation des surveillants de chantier.

Pour une même durée de vie de 17,5 ans, l'investissement actualisé d'un TDS, incluant un resurfaçage en traitement double après 8,5 ans, représente 80% de l'investissement d'un RBC. Si on ajoute un traitement simple au TDS après 8,5 ans, l'investissement représente alors 74% d'un RBC.

De nombreuses variables influençant le gestionnaire dans le choix qu'il a à faire entre le TDS et le RBC, celui-ci doit donc analyser chaque cas séparément.

TABLEAU 1

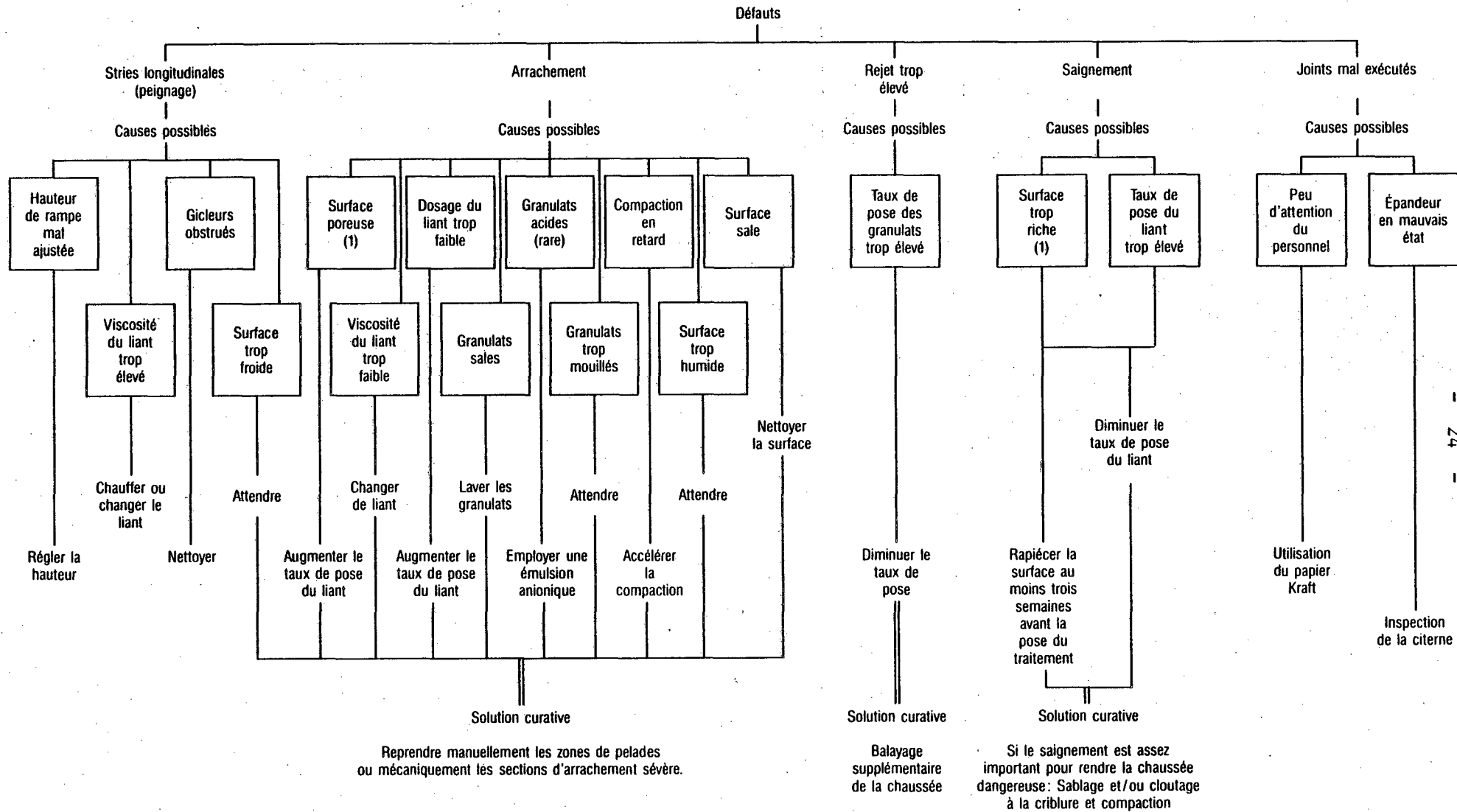
Les routes du Québec
Catégories et types de surface

<u>Route</u>	<u>Longueur (km)</u>	<u>% du total</u>	<u>% pavé</u>	<u>% gravier</u>	<u>% en gravier du total des routes grave- lées (21001)</u>
Autoroutes	2 914	4,94%	99,35%	0,7%	0,09%
Routes pro- vinciales	10 069	17,09%	95,29%	4,71%	2,26%
Routes ré- gionales	9 316	15,81%	89,19%	10,81%	4,79%
Chemins mu- nicipaux	36 636	62,16%	46,77%	53,23%	92,86%
Totaux	58 935	100%	64,37%	35,63%	100%

Source: Direction de la programmation, Transports Québec, 1985

TABLEAU 2

Défauts des TDS et solutions curatives



(1) Rapiéçage récent

Source: *Tratamientos superficiales, conservacion de carreteras*,
 Elsan, cedaceros 4, Madrid 14. Adapté de l'espagnol par Anne-Marie Leclerc, Direction de l'entretien, Transports Québec.

Source : Direction de la construction, Transports Québec, 1987.

TABLEAU 4

Prix moyen du bitume pour enrobé bitumineux

Année	Québec	Montréal
1980	166 00 \$	188 00 \$
1981	191 00 \$	192 00 \$
1982	162 00 \$	166 00 \$
1983	222 00 \$	225 00 \$
1984	283 00 \$	286 00 \$
1985	300 00 \$	307 00 \$
1986	217 00 \$	220 00 \$
1987	204 00 \$	206 00 \$

N.B. : La taxe de vente provinciale est incluse dans ces prix.

Source: Direction de la construction, Transports Québec, 1987.

TABLEAU 5

Comparaison des prix pour 1 kilomètre de route, selon la liste des
prix unitaires

Revêtement bitumineux à chaud (taux de 110 kg/m²)

Pose du mélange 660 t x 5,12 \$ = 3 379,20 \$

Préparation de la surface granulaire
1000 m x 6 m x 0,35 \$/m² = 2 100,00 \$

Enrobé bitumineux MB-4 rural (prix de base)
1000 m x 6 m x 0,110 t/m² x 14,80 \$ = 9 768,00 \$
(14,80 \$, prix moyen à une centrale)

Transport du bitume pour enrobé
39,6 tonnes x 40 \$ = 1 584,00 \$
(pour les régions très éloignées)

Achat du bitume (prix moyen en juillet)
39,6 tonnes x (176,47 \$ + 9%) = 7 617,15 \$

Sous-total 24 448,35 \$

À ce prix, il faut ajouter le transport pour les 660 tonnes.

# km	coût	1er km	0,8811 \$
1	581,52 \$	2e @ 30e km	0,1551 \$
2	683,88 \$	31e @ 65e km	0,0946 \$
5	990,98 \$		
10	1 502,81 \$		
20	2 526,47 \$		
30	3 550,13 \$		
40	4 174,49 \$		
50	4 798,85 \$		
60	5 423,21 \$		

TABLEAU 6

Traitement double de surface pour un kilomètre de route

Granulats calibre 20, 12, 5-0	
Achat incluant lavage	7,50 \$
Taxe 9 %	0,68 \$
Adm. & profit	0,82 \$ = 9,00 \$

Ajouter le transport des agrégats.

Préparation de la surface granulaire 1000 m x 8 m x 0,35 \$	=	2 800,00 \$
Bitume d'imprégnation (pose) 1000 m x 6 m x 0,13 \$/m ²	=	780,00 \$
Liant 2 applications (pose) 2 x 1000 m x 6 m x 0,093 \$/m ²	=	1 116,00 \$
Gravillon (pose) 1000 m x 6 m x 0,21 \$/m ²	=	1 260,00 \$
Gravillon (achat) 1000 m x 6 m x .045 ton./m ² x 9,00 \$	=	2 430,00 \$
Liant (fourniture et transport) 1000 m x 6 m x 3,9 ℓ/m ² x 0,25	=	5 350,00 \$
Bitume d'imprégnation (fourniture et transport) 1000 m x 6 m x 0,7 kg/m ² x 0,40 \$/kg	=	<u>1 680,00 \$</u> 15 916,00 \$

Le transport des liants et du bitume d'imprégnation sont prévus pour 110 km et représente 10 \$/ton. pour le bitume d'imprégnation et 0,01 \$/ℓ pour les liants; total = bit. imprég. 42 \$, liant 468 \$ = 510 \$ pour 110 km.

Transport des gravillons (270 ton.)

km	Coût		
10	564,90 \$	1er km	0,7755 \$
20	959,91 \$	2e à 30e km	0,1463 \$
30	1 354,92 \$	31e à 65e km	0,0946 \$
40	1 610,34 \$		
50	1 865,76 \$		
60	2 121,18 \$		

Note : Les prix unitaires en proviennent de la moyenne des prix soumissionnés en 1987 au mois de juillet.

Traitement de surface double sans imprégnation:

Selon la Direction de l'entretien, l'estimation d'un traitement double est de 1,5 fois le coût d'un traitement simple.

$$6\ 000 \$ \times 1,5 = 9\ 000 \$/\text{km}.$$

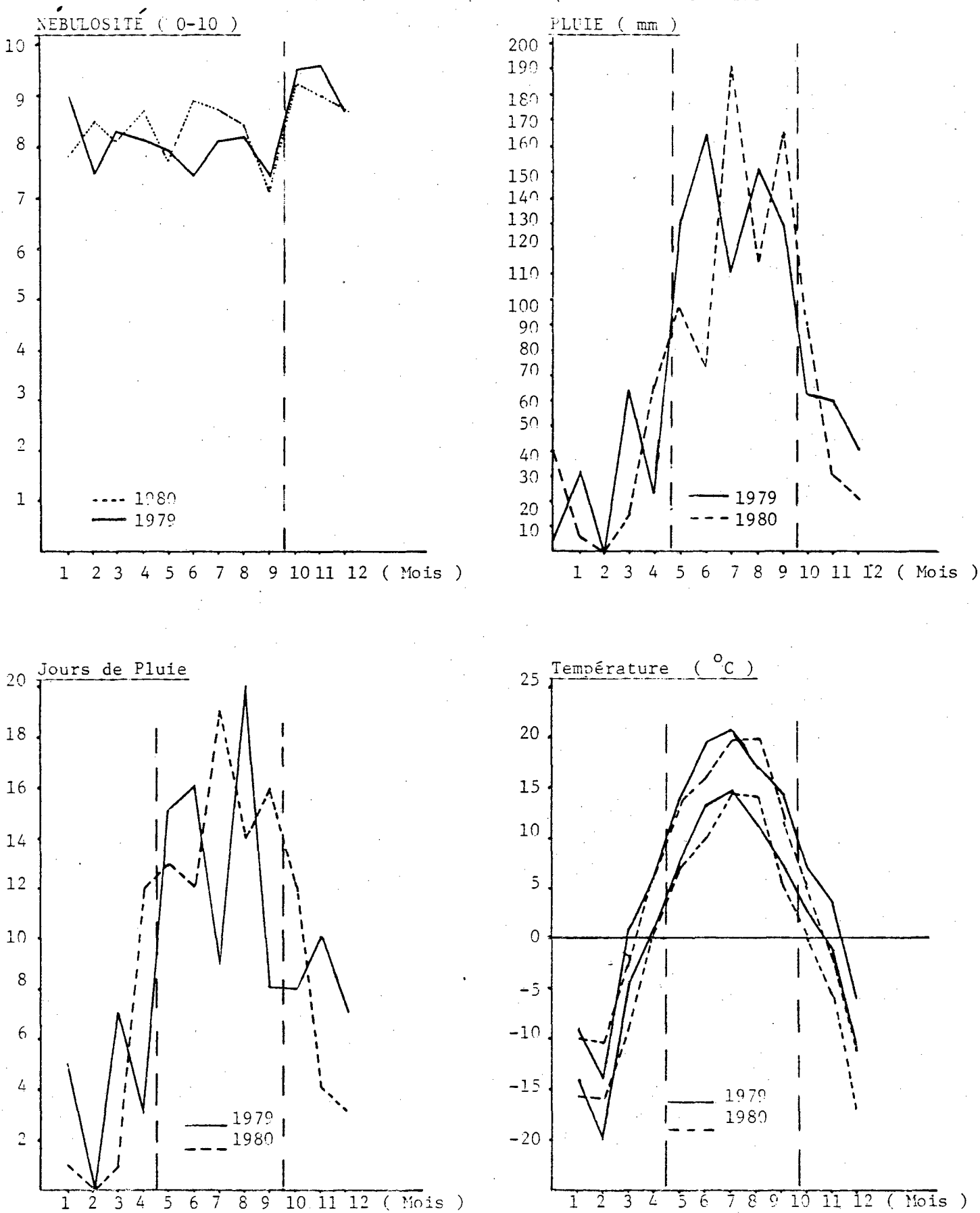
TABLEAU 7

Coûts comparatifs pour un kilomètre de route
avec transport de matériaux sur une distance de 0 à 60 kilomètres

<u>km</u>	<u>0</u>	<u>10</u>	<u>20</u>	<u>30</u>	<u>40</u>	<u>50</u>	<u>60</u>
Coût du RBC	24 448	24 448	24 448	24 448	24 448	24 448	24 448
Coût du transport	---	1 503	2 526	3 550	4 174	4 799	5 423
Coût total du RBC	24 448	25 951	26 974	27 998	28 622	29 247	29 871
% du coût du transport p/r au coût total du RBC	0	6,1 %	10,3 %	14,5 %	17,1 %	19,6 %	22,2 %
Coût du TDS	15 916	15 916	15 916	15 916	15 916	15 916	15 916
Coût du transport	---	565	960	1 355	1 610	1 866	2 121
Coût total du TDS	15 916	16 481	16 876	17 271	17 526	17 782	18 037
% du coût du transport p/r au coût total du TDS	0	3,4 %	5,7 %	7,8 %	9,2 %	10,5 %	11,8 %
% du coût du TDS p/r au coût du RBC (RBC = 100 %)	65,1 %	63,5 %	62,5 %	61,7 %	61,2 %	60,8 %	60,4 %

RBC = revêtement bitumineux à chaud
TDS = traitement double de surface

FIGURE 1
Relevés météorologiques pour la région de Québec de 1978 à 1981



Source : Ministère de l'Environnement du Québec

Dollars
(X 1000)

FIGURE 2 - Moyenne pondérée du coût au kilomètre pour la pose d'un revêtement

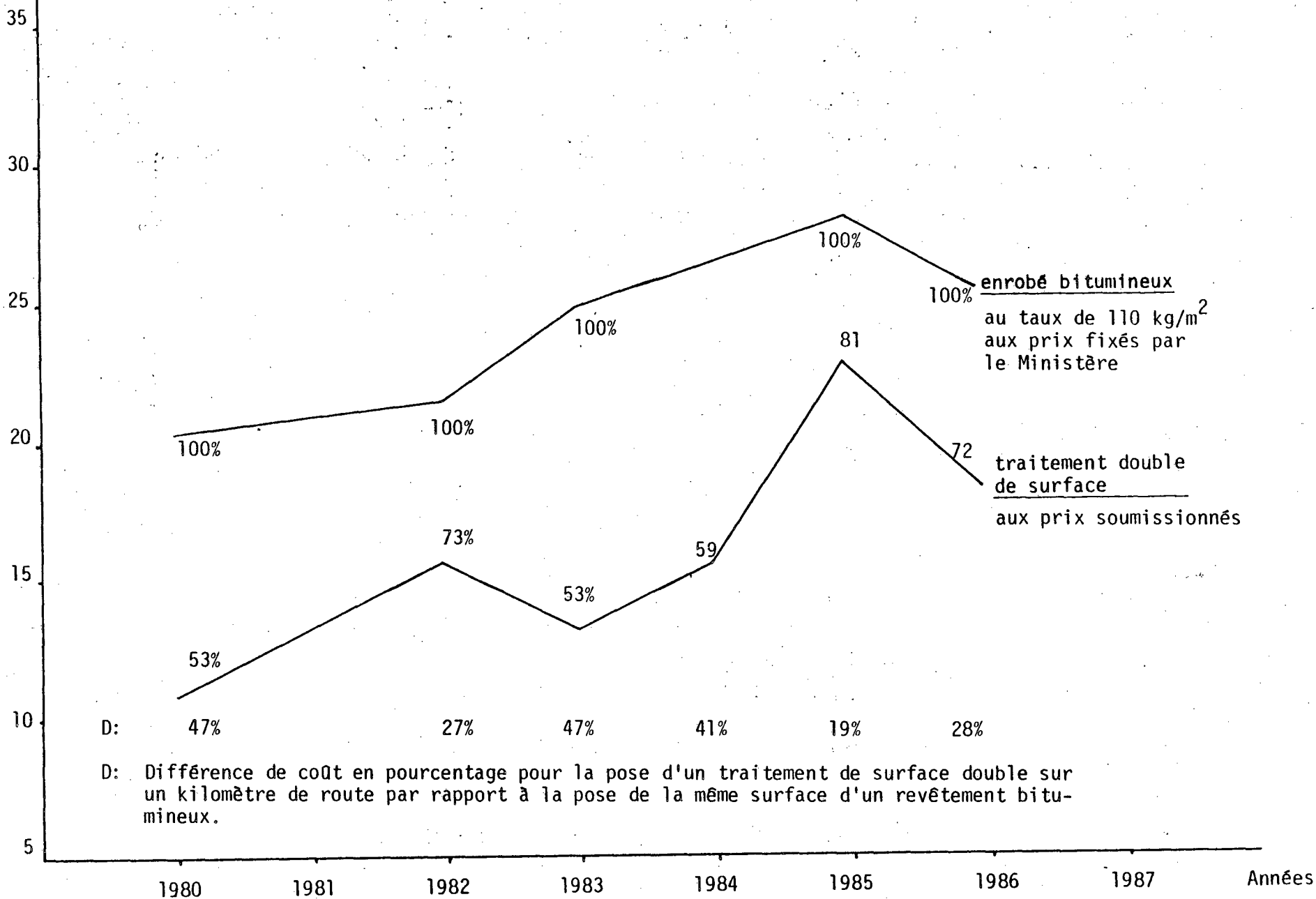
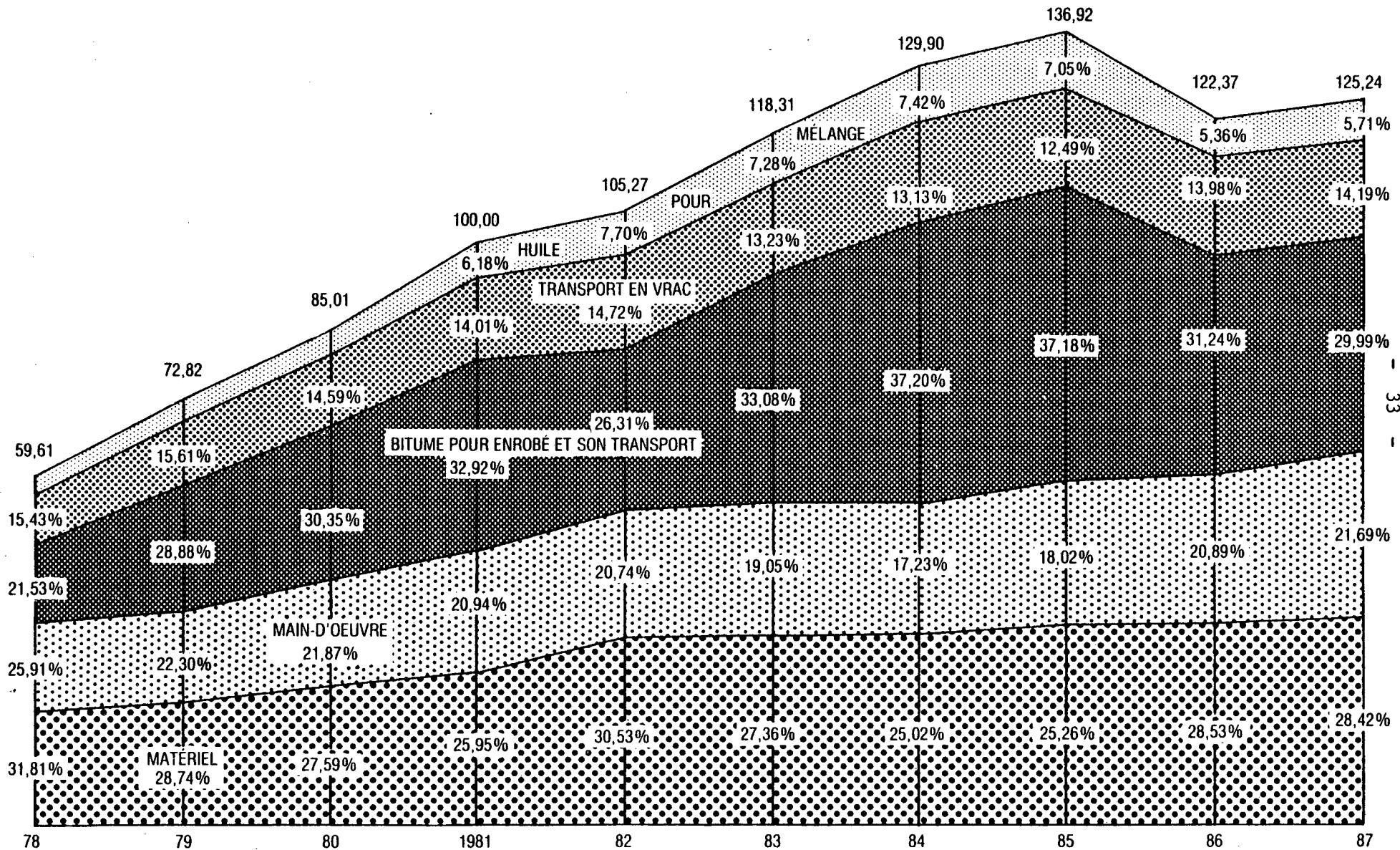


FIGURE 3

INDICE DES COÛTS DES CONTRATS D'ENROBÉ BITUMINEUX (COUCHE D'USURE)



ANNEXE

Questionnaire

Traitement de surface sur fondations granulaires

Région

District

1. Description du contrat

Contrat no:

Période d'exécution: du:
au:

Route (s):

Longueur:

Municipalité (s):

Année de construction ou de reconstruction de (s) la route (s):

Montant du contrat:

Montant des matériaux:

Montant final des travaux:

2. État de la route avant les travaux

- Classement de la route:

a) Chemin municipal:

b) Sortie de village:

- JMA: (la meilleure approximation possible):

- Pourcentage de trafic lourd:

- État de la route

a) secteurs mous saisonniers:

b) drainage:

c) largeur de la plate-forme:

d) commentaires:

- En quelle année a été fait le dernier rechargement de gravier?

3. Le choix du revêtement (traitement de surface ou revêtement à chaud)

- La route était-elle prête à recevoir le traitement de surface?

Sinon, quelles ont été les opérations effectuées pour préparer la route?

- Qu'est-ce qui a motivé votre choix pour un traitement de surface plutôt qu'un revêtement bitumineux à chaud?

- Si vous aviez posé un enrobé bitumineux à chaud, auriez-vous exécuté les mêmes opérations que celles du traitement de surface pour préparer la route?

Sinon, quelles auraient été les différences?

- Était-il nécessaire d'augmenter la capacité portante de la route avant de poser le traitement de surface?

Quelles opérations étaient requises?

Qu'est-ce que ce a été fait?

4. Le coût comparatif par rapport à un pavage conventionnel à chaud

Établir le coût d'un contrat négocié d'enrobé bitumineux à chaud pour la même superficie que le traitement de surface . Utiliser les prix unitaires en vigueur lors de l'exécution des travaux.

- enrobé bitumineux:
- Type MB4; taux de pose 110 kg/m²
 - Utiliser la centrale la plus près à ce moment
 - La liste des prix unitaires pour l'année en cause est dans les recueils des directives.
 - Pour le coût du bitume, voir annexe ci-joint.

Bordereau à annexer:

Transmettre un bordereau pour chaque segment du contrat. Les items suivants devront faire partie du bordereau. On devra indiquer les quantités, les prix unitaires et les totaux.

- m² Préparation de la surface granulaire (rural)
- t Enrobé bitumineux, MB-4, prép. et posé à chaud (rural), transp. 1er km inclus
- t.km Transport additionnel pour enrobé bitumineux, zone..., jusqu'à ...km
- t Allocation pour les côtes.
- t Transport du bitume pour enrobé
- t Bitume pour enrobé

5. Le coût du gravier

S'il n'y a pas d'item «granulat calibre 20-0» au bordereau du contrat de traitement de surface, évaluer les items suivants: (comme si vous aviez exécuté une correction avant pavage.)

- a) Le coût d'une tonne de granulat calibre 20-0 (incluant l'achat, le concassage, le chargement, la pesée, le transport du 1er kilomètre, l'épandage et la compaction.)
- b) Le coût du transport additionnel et de l'allocation pour les côtes pour transporter cette tonne de granulats au chaînage du début des travaux. Indiquer la distance de transport.

Si, par contre les coûts pour les granulats calibre 20-0 sont déjà inclus au bordereau, veuillez ignorer cette demande.

6. L'exécution des traitements de surface

A) Problèmes

- Décrire les problèmes d'exécution des travaux qui ont été rencontrés?

par exemple:

mauvaises granulométries; ressuage; manque d'uniformité dans l'épandage du liant; température et humidité lors de la pose; état de la surface granulaire; arrachement de la couche d'imprégnation; perméabilité de la couche granulaire; surqualité ou sous-qualité de la pierre; compactage; etc.

B) Matériaux utilisés

Agrégats	gravier	agrégats lavés
	pierre	non lavés

- Quels étaient les types d'émulsions utilisés pour:
 - . l'imprégnation:
 - . le traitement de surface:
- Quel a été le pourcentage de bitume résiduel de l'émulsion
 - a) du traitement de surface?
 - b) l'imprégnation?

7. Les opérations d'entretien depuis la pose du traitement de surface

- S'il y a lieu, quels types de rapiécages y a-t-il eu sur cette route (enrobé à chaud, à froid ou émulsion et granulat)
- Quelle a été la fréquence du rapiéçage?
- A-t-on rajouté un traitement simple de surface ou revêtement bitumineux à chaud sur ce projet? Si oui, après combien de temps?
- Le rapiéçage était-il mécanisé ou manuel?
- Identifiez les faiblesses qui ont causé les opérations d'entretien rencontrées après la pose du traitement de surface?
- Quel pourcentage de la route a été rapiécé?
- Quel a été le coût annuel de l'entretien depuis la pose du traitement de surface double?

- Quel est, à ce jour, le coût total de l'entretien de ce traitement de surface double?
- Prévoyez-vous exécuter d'autres traitements de surface sur une fondation granulaire à l'avenir?
- Autres commentaires

District

Région



MINISTÈRE DES TRANSPORTS

QTR A 067 244