

RECHERCHES TRANSPORT

BULLETIN D'INFORMATION SCIENTIFIQUE

385095

OCTOBRE 1995

VOLUME THÉMATIQUE

17 OCT 1995

Numéro 20

TRANSPORTS QUÉBEC

L'implantation d'un système de gestion des chaussées et les bénéfices à long terme :

l'exemple de l'Alberta

préparé pour
le ministère des Transports du Québec
à l'occasion de la journée des ateliers
traitant des systèmes de gestion des
chaussées (16 février 1995)

Ralph Haas, Ph. D. ing.
The Norman W. McLeod
Engineering Professor
Université de Waterloo

Michel Huot, M. Sc. A., ing.
Étudiant de 3^e cycle, génie civil
Université de Waterloo

Le ministère des Transports de l'Alberta a commencé au début des années 1980 l'élaboration et l'implantation d'un système de gestion des chaussées (SGC) pour l'ensemble du réseau de la province. Le travail a été fait en deux étapes :

- première étape : le système d'information et des besoins des chaussées (SIBC) a été achevé à la fin de 1982;
- deuxième étape : le système d'information des réfections et de programmation des priorités (SIRPP) a été terminé en 1983.

À la suite du succès d'implantation du SGC au niveau provincial, le ministère des Transports

de l'Alberta a décidé de financer un projet qui a débuté en 1988 et qui visait à modifier et à promouvoir l'utilisation du SGC par les villes de la province. Le but du projet était d'ajouter de la flexibilité au système visant à desservir 17 villes dont les ressources et les besoins diffèrent. Le nouveau système, appelé système de gestion des chaussées municipales (SGCM), incorpore les sous-systèmes SIBC et SIRPP en plus d'un sous-système de programmation de l'entretien et d'un système de design au niveau projet. Même si la plupart des villes de l'Alberta utilisent le SGCM et ont déjà formé un comité d'usagers, le Ministère n'a cependant pas encore rendu obligatoire l'usage de ce système.

(suite à la page 2)

SOMMAIRE

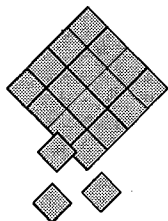
- 2 Les modules du SGCM de l'Alberta et la structure globale du système
- 5 Des exemples de produits et d'extrants du système de l'Alberta
- 15 Le coût et les bénéfices du SGC de l'Alberta
- 19 Résumé des commentaires relatifs au SGC de l'Alberta

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

Ce bulletin est produit par le Service de la documentation et de l'information scientifique, Direction de la coordination de la recherche et de l'information en transport, Ministère des Transports du Québec
700, boul. René-Lévesque Est, 21^e étage
Québec (Québec) G1R 5H1
Tél. : (418) 643-6039
Fax : (418) 646-2343
Recherche et coordination :
Richard Pagé
Conception et édition électronique :
Carole Robitaille

Dépôt légal -
Bibliothèque nationale
du Québec, 1995
ISSN 1198-1113

CANQ
TR
248
V.20



Les modules du SGCM de l'Alberta et la structure globale du système

La majorité des modules du SGCM sont semblables à ceux qui existent dans le SGC de l'Alberta. Ces modules sont montrés au tableau 1 et sont identiques à ceux du SGC du Minnesota (*Recherches Transport*, volume thématique no 19).

Une vue générale du système de l'Alberta apparaît à la figure 1.

Celle-ci renferme tous les modules du tableau 1 et indique les liens logiques entre les divers éléments. ♦

Tableau 1
Élaboration et implantation des modules du SGC au sein du réseau

Module	Produits finaux typiques
Données de base	Rapports sur l'état actuel (listes, programmations, etc.) de la dégradation de la surface, déflexion, rugosité, friction de surface, indices divers, drainage, géométrie, etc.
Analyse des besoins	- Histoire de la circulation, de l'entretien, des accidents, etc. - Modèles de détérioration - Sections représentant les besoins courants (listes, histogrammes) - Identification des choix possibles de réfections
Programmation des réfections	- Programmation (par année, par classe de route, par district ou secteur, etc.) - Analyse des niveaux budgétaires - Plan de financement (pour des niveaux de service particulier, pour un nombre maximal de kilomètres défectueux, etc.)
Planification et programmation de l'entretien préventif et correctif	- Mise en évidence des solutions de rechange pour l'entretien - Programmes d'entretien (par année, par classe de route, par district ou secteur, etc.) - Analyse des niveaux budgétaires
Programmation combinée	- Mise en évidence des solutions de rechange - Programmes combinés de réfection, d'entretien préventif et correctif (par année, par classe de route, par district ou secteur, etc.)



(suite de la page 1)

Le SGCM fonctionne sur micro-ordinateur, comparativement au SGC qui opère à partir d'un ordinateur principal utilisant une banque d'information centrale. Un entraînement d'envergure a été fait avec le SGCM. Le SGC provincial est en activité dans la Division des matériaux du ministère des Transports de l'Alberta, division située hors des bureaux de la gestion des chaussées.

Le texte qui suit décrit les principaux éléments du SGCM, qui est en fait une prolongation du SGC provincial, et montre plusieurs exemples de produits ou d'extrants. La façon employée pour déterminer les bénéfices à long terme de l'implantation du SGC sera aussi illustrée.

Figure 1
Structure du système de gestion des chaussées municipales (SGCM) de l'Alberta

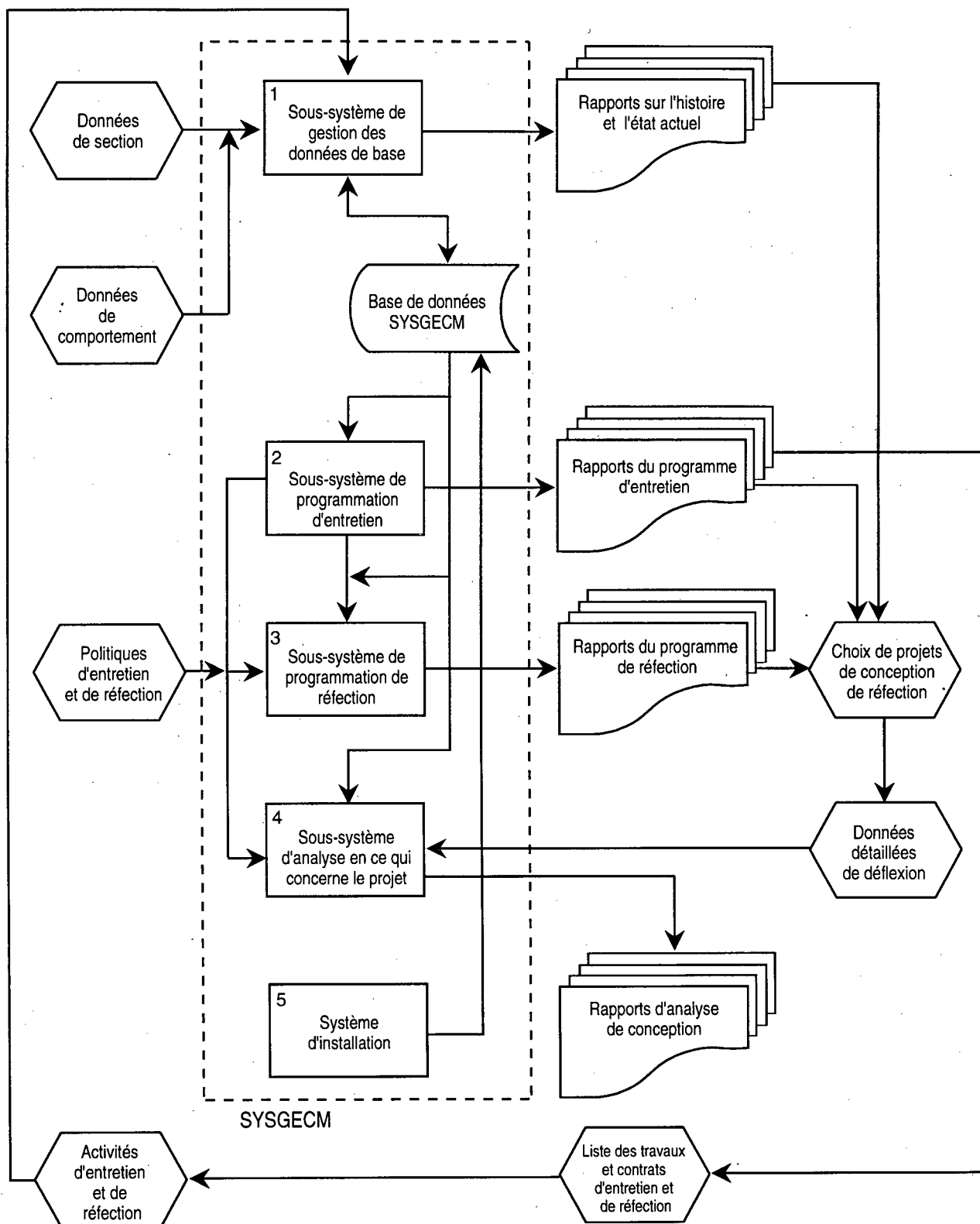
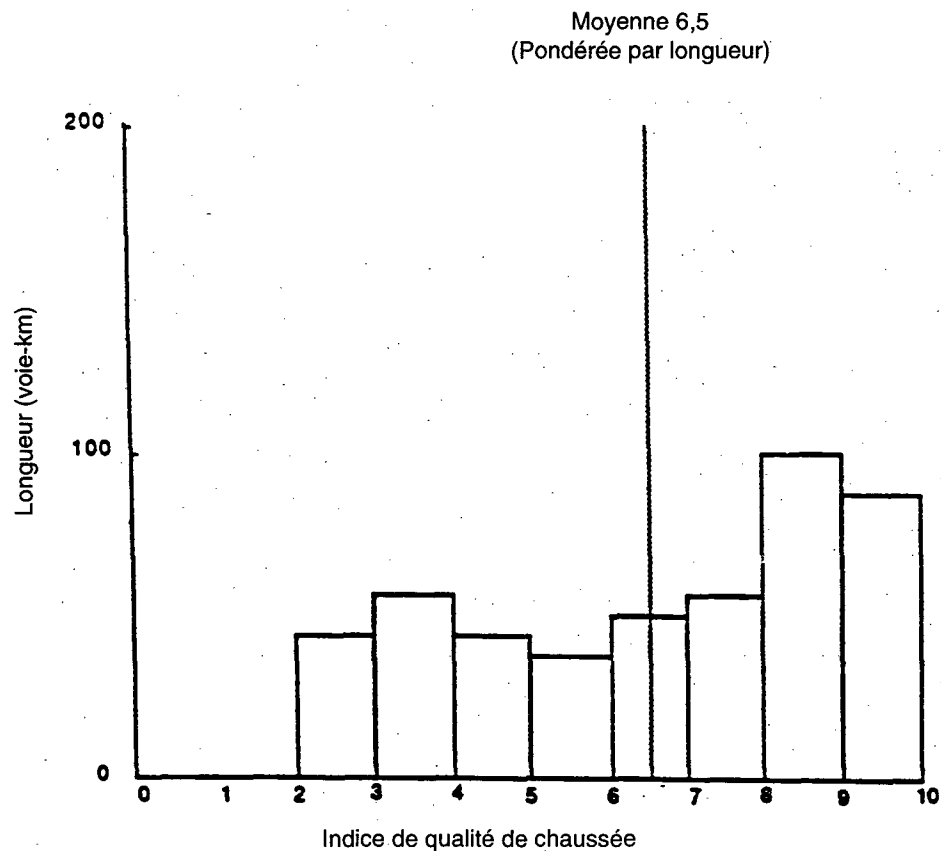


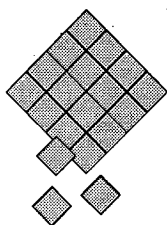
Figure 2
Exemple de distribution de l'IQC pour une petite ville canadienne

Projet: Distribution de l'indice de qualité de chaussée (IQC)

Date: Août 1988



IQC Intervalle	0 - 0,9	1 - 1,9	2 - 2,9	3 - 3,9	4 - 4,9	5 - 5,9	6 - 6,9	7 - 7,9	8 - 8,9	9 - 10	Total
Longueur (voie-km)	0,0	0,2	42,8	66,3	41,3	36,4	44,3	49,6	106,0	89,3	476,2
Nombre de sections	0	1	29	41	34	27	37	51	86	84	390



Des exemples de produits et d'extrants du système de l'Alberta

Un exemple d'utilisation d'une base de données pour créer les rapports d'état actuel

Les données détaillées de diverses sections dans une base de données de gestion des chaussées constituent la principale façon utilisée pour résumer, sur une échelle de 0 à 10, les données d'indice de roulement (IR), d'indice de qualité structurale (IQS), d'indice de condition visuelle (ICV) et d'indice composé de qualité des chaussées (IQC). L'enregistrement détaillé de ces mesures pour chacune des sections est généralement fait sous forme de tableaux auxquels sont ajoutés les volumes de circulation. De plus, des résumés sous forme d'histogrammes sont très utiles. La figure 2 illustre à titre d'exemple la distribution de l'IQC pour une ville comprenant 476 kilomètres de boulevard, divisés en 390 sections. Les distributions de l'IR, de l'IQS et de l'ICV (lesquels sont combinés pour calculer l'IQC) seront normalement produites de la même façon.

La principale raison expliquant la distribution relativement plane de l'IQC de cette ville en particulier est le nombre élevé de sections avec un faible IQS (par exemple l'existence d'une faible infrastructure). À noter que les distributions des composantes de l'IQC peuvent varier largement d'une ville à l'autre, selon l'âge du réseau, les budgets investis antérieurement dans l'entretien, les conditions de circulation, le niveau d'entretien préventif et correctif maintenu, les conditions de l'infrastructure, le climat, etc.

Un exemple des besoins d'analyse pour l'entretien

De manière à évaluer les besoins (par exemple, quelles sections sont maintenant ou deviendront déficientes), les points suivants doivent être pris en considération :

1. la décision, à savoir sur quelle(s) mesure(s) il faut baser les besoins (IR, IQS, ICV ou IQC);
2. la désignation d'un seuil d'alerte acceptable pour ces mesures;
3. la sélection de la période d'analyse ou de programmation au cours de laquelle les besoins vont être mis en évidence (cinq ans, dix ans, etc.);
4. l'élaboration des modèles de prédiction de comportement pour l'IR, l'IQS, l'ICV et l'IQC de façon à préciser les besoins futurs.

Les trois premiers points sont établis sur la base de la pratique courante et du jugement de ce qui est approprié pour une municipalité en particulier. L'élaboration des modèles de comportement est le plus important point puisque l'établissement des besoins futurs en dépend.

Un exemple d'application d'analyse des besoins du réseau est montré à la figure 3. Il porte sur la même ville que l'exemple de la figure 2 et est basé sur le niveau minimal de l'IQC (4,5). Cependant, les modèles de prédiction des comportements sont absents.

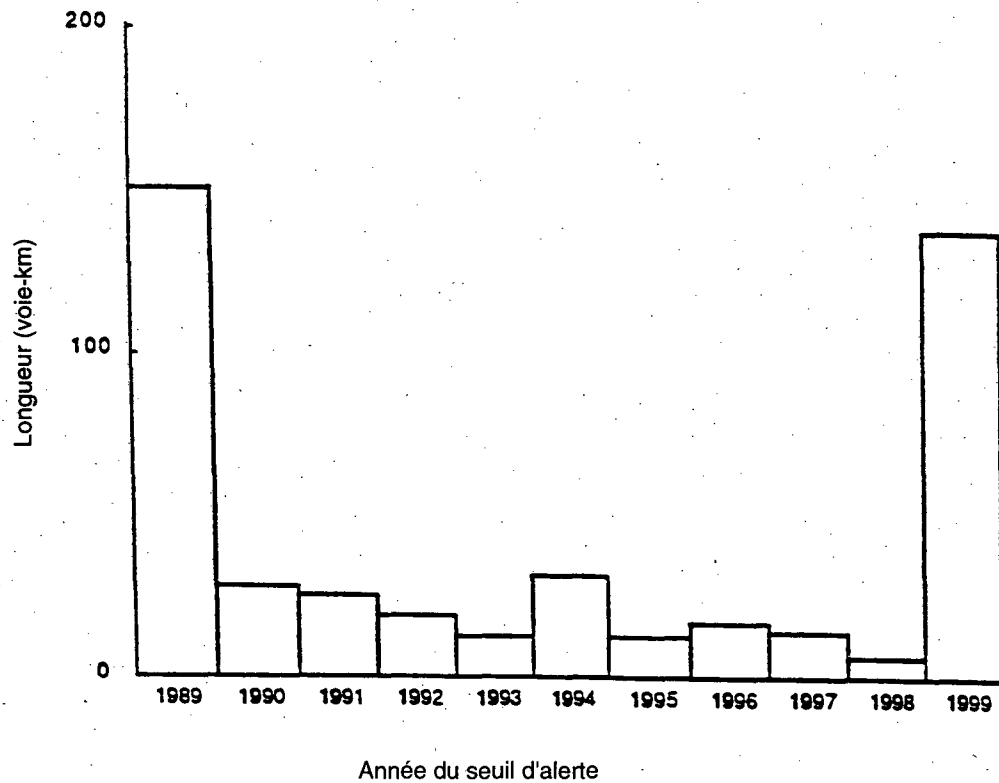
Le nombre élevé de besoins pour la première année de la période de programmation est une situation typique qui existe dans plusieurs villes. À moins que ces besoins ne soient tous financés dès la première année, ce qui est peu probable, les projets non financés devront être reportés à la seconde année, et ainsi de suite, tant que les budgets nécessaires ne seront pas disponibles.

Connaître les sections qui constitueront des besoins et l'année de ces besoins ne permet cependant pas de déterminer, en considérant des contraintes normales de budget, quelles sections devraient être réparées et lesquelles devraient voir leur réfection reportée, ou encore de choisir la stratégie optimale de réfection qui devrait être appliquée à chaque section. Ces éléments sont établis à l'aide du troisième module du tableau 1, appelé «programmation des réfections».

Figure 3
Exemple de distribution des besoins de réfection

Projet: Distribution des années des seuils d'alerte des projets

Date: Août 1988



Année du seuil d'alerte	1989	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	Total
Longueur (voie-km)	151,1	27,7	25,7	16,2	13,3	32,5	14,9	20,7	19,4	8,3	138,1	467,9
Nombre de sections	100	23	24	15	11	23	13	16	19	8	133	385,0
% du réseau	32,29	5,92	5,50	3,46	2,85	6,93	3,19	4,42	4,14	1,78	29,51	100,0

Un exemple de programme de réfection

Le sous-système du programme de réfection du SGCM est d'application générale très large et peut être utilisé

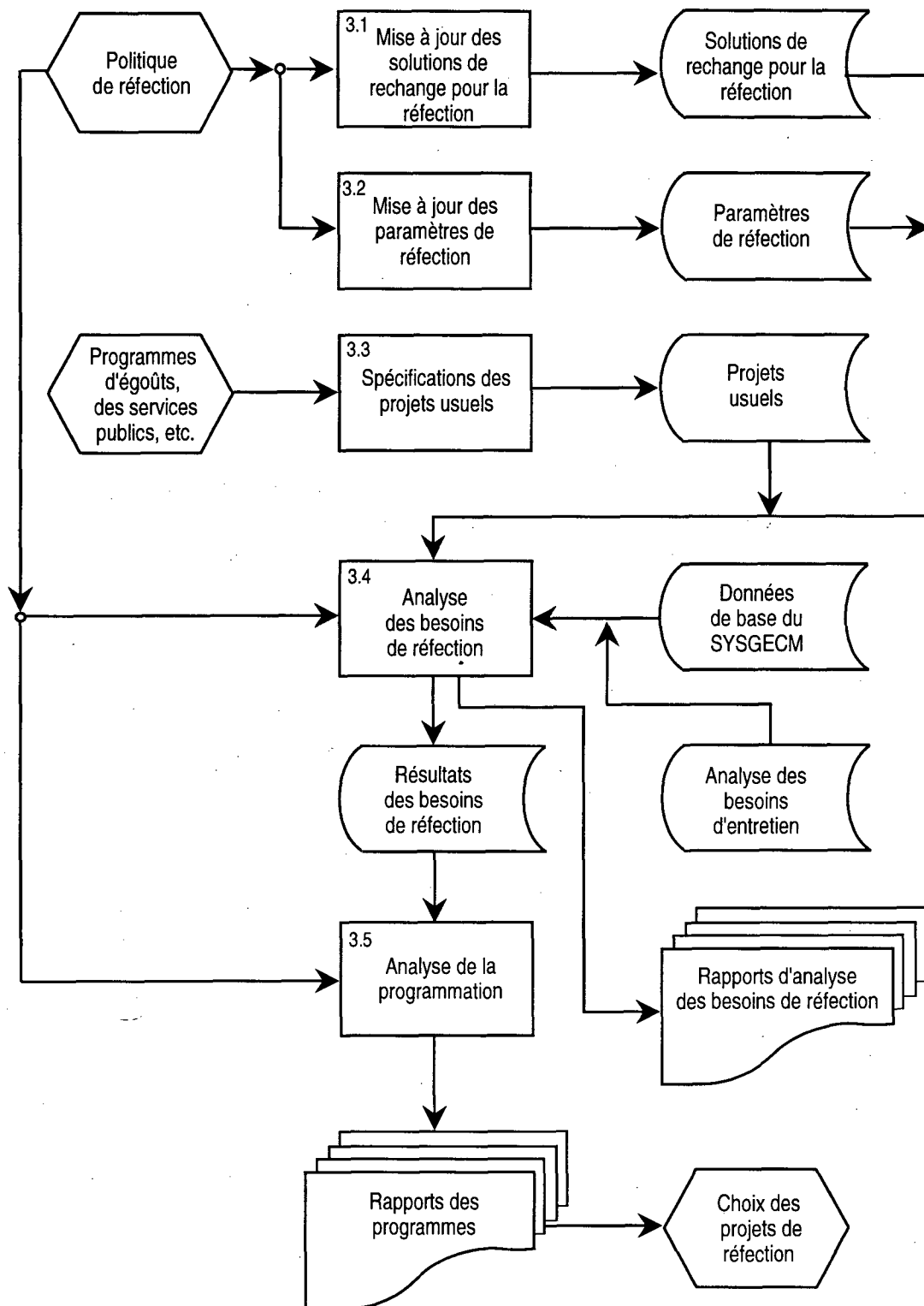
comme base pour le présent exemple (tableau 2). Premièrement, la structure globale de ce sous-système (élément 3 de la figure 1) est donnée à la figure 4. Il emploie la base de données du SGCM à titre d'intrants (voir plus loin la description détaillée) en plus de l'analyse des

besoins d'entretien (préventif et correctif). En outre, le sous-système comprend l'analyse des besoins de réfection (élément 3,4 de la figure 4). Un exemple du produit final de cette analyse a été décrit dans le numéro précédent de *Recherches Transport*.

Tableau 2
Exemple de programmation de réfection annuelle, tiré du système de gestion des chaussées municipales (SGCM) de l'Alberta

CITY OF										MPS Rehabilitation Programming Subsystem				
PRIORITY PROGRAM REPORT BY YEAR FOR 1989										09/01/1989				
FUNCTIONAL CLASS : ARTERIAL										Page 1				
STREET	SECT. I.D.	LENGTH	PAVE TYPE	WANT DIST	POI NEED YEAR	RCI NEED YEAR	VCI NEED YEAR	SAI NEED YEAR	REHAB YEAR	REHABILITATION ALTERNATIVE	COST	EFFECT	COST-EFF	POI NEED YEAR
Bellerose Dr. Boudreau Rd. (N) E.O.P.	10042	780	GB		1989	1898	1989	1992	1989	Overlay 60 mm	16380	447719	27.33	2009
Gervais Rd. Levasseur Rd. Hwy 92	10280	919	SC		1990	1991	1989	1994	1989	Overlay 60 mm	21780	204726	9.40	2000
Gervais Rd. Hwy 92 Levasseur Rd.	10290	919	FC		1989	1993	1989	1989	1989	Overlay 60 mm	21780	257444	11.82	2003
Hebert Rd. Arlin Akins Dr.	10400	870	FD		1989	1991	1989	1989	1989	Overlay 60 + Crk Rep	24133	190634	7.90	2003
Perron St. St. Anne St. Mission Ave.	10540	185	FD		1989	1989	2002	1989	1989	Overlay 50 mm	6937	34082	8.08	2003
:	:	:	:		:	:	:	:	:	:	:	:	:	:
:	:	:	:		:	:	:	:	:	:	:	:	:	:
:	:	:	:		:	:	:	:	:	:	:	:	:	:

Figure 4
Structure du sous-système de programmation des réfections faisant partie
du système de gestion des chaussées municipales (SGCM) de l'Alberta



Au coeur du sous-système, on trouve l'analyse de programmation (élément 3,5 de la figure 4). Sont aussi inclus les modèles de comportement (voir l'exemple des courbes d'IQC à la figure 5 pour sept possibilités de réfection sur une chaussée sol-béton), les calculs des valeurs présentes du coût pour les solutions de rechange, un modèle des frais d'entretien préventif et correctif, en plus d'un modèle du coût efficacité. Ce dernier modèle est basé sur le calcul de chacune des combinaisons possibles suivantes : section $\longleftrightarrow$ solution de rechange pour le traitement $\longleftrightarrow$ année de programmation:

$$CE = E/C_p$$

où

CE = Coût efficacité (ce rapport est un concept inverse du rapport coût bénéfice: par exemple, la plus petite valeur est la meilleure)

C_p = Valeur totale présente du coût

E = Efficacité (voir figure 6)
 $= [\sum_i (IQC_R - IQC_L) - \sum_j (IQC_M - IQC_N)] \cdot JMA \cdot \text{longueur de la section}$

IQC_N = IQC avant la réfection

IQC_R = IQC après la réfection

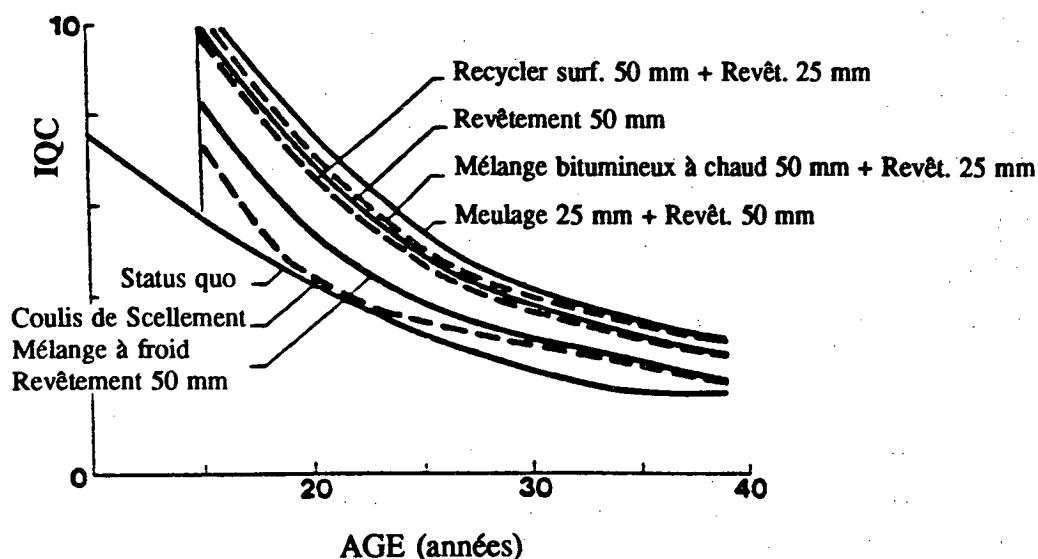
IQC_L = IQC_N si IQC_N > IQC_M
 et
 IQC_L = IQC_M si IQC_M > IQC_N

IQC_M = IQC minimal acceptable

i = année à partir de l'implantation de la réfection jusqu'à IQC_R ≤ IQC_M

j = année à partir de l'année du seuil d'alerte à l'année du seuil d'intervention.

Figure 5
Exemple de courbes de comportement (détérioration) pour les solutions de rechange pour la réfection des chaussées sol-béton incluses dans le SGCM de l'Alberta



Les calculs suivants sont effectués pour les solutions de rechange pour l'année du seuil d'alerte en plus des années ultérieures, c'est-à-dire toutes les années possibles de la période de programmation. Dans l'exemple de la figure 6, la solution montrée a été différée de l'année du seuil d'alerte à l'année d'implantation.

Pour une vraie optimisation, toutes les combinaisons possibles des sections, des solutions de rechange pour la réfection et des années d'implantation doivent être comparées. Cependant, la technique de quasi-optimisation, laquelle s'est avérée ne pas être significativement trop différente de la vraie optimisation, peut être calculée de façon beaucoup plus efficace à l'aide d'un ordinateur. Elle est notamment utilisée dans le SGCM de l'Alberta.

Supposons deux stratégies quelconques «1» et «q», dont «q» offre le meilleur coût efficacité. La méthode de quasi-optimisation consiste à commencer l'analyse avec la stratégie offrant le meilleur coût efficacité, soit «q», et à calculer par la suite le rapport marginal de chacune des autres stratégies, entre autres «1», lesquelles sont mutuellement exclusives à «q», de la façon suivante :

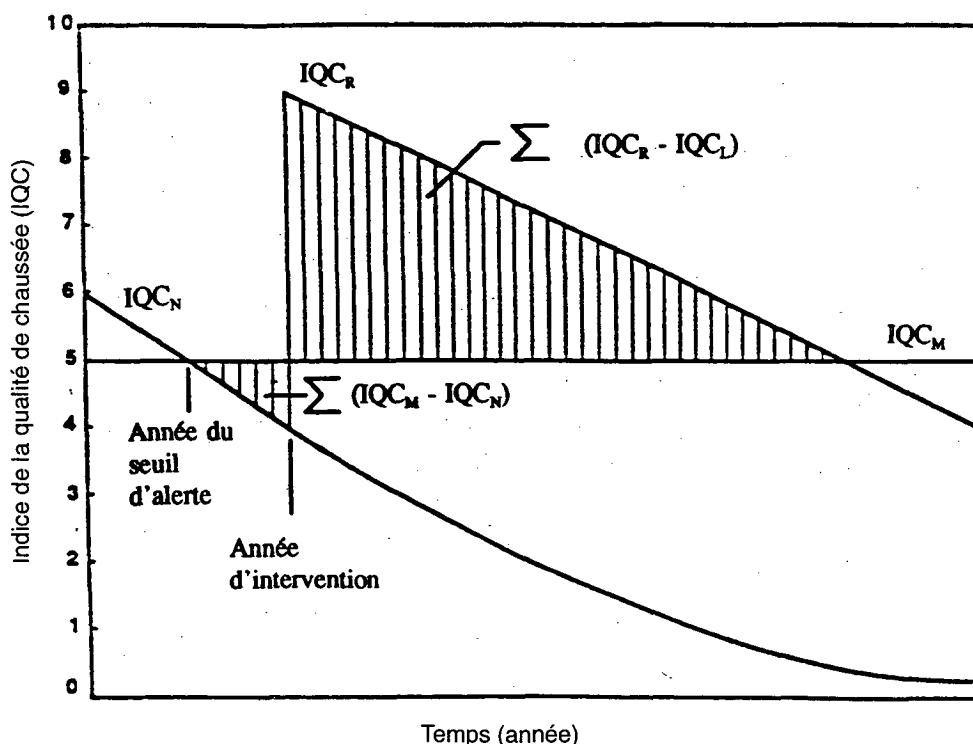
$$CME_{1/q} = \frac{E_q - E_1}{C_{pq} - C_{pl}}$$

Si le coût marginal effectif (CME) est négatif ou si $E_1 < E_q$, alors la stratégie «1» est éliminée. Dans le cas contraire, elle remplace «q». Le procédé est répété jusqu'à ce qu'il n'y ait plus de sélection possible dans les années de la période de

programmation (par exemple : lorsque le budget est épuisé).

L'application des techniques précédentes pour l'analyse des priorités peut être employée afin de produire différents rapports, allant d'une liste de programmation de routes pour une certaine année (voir le tableau 2) à un rapport sommaire (voir la figure 7). Dans l'exemple particulier de la figure 7, les fonds ont été programmés pour les cinq premières années, et les résultats montrent clairement, pour cette période, un accroissement substantiel de la moyenne de l'IQC du réseau (de 6,8 à 8,2) et une diminution du pourcentage du kilométrage du réseau inférieure à l'IQC minimal acceptable (de 27 p. 100 à 1 p. 100).

Figure 6
Calcul de l'efficacité représentée par l'aire sous la courbe de comportement (pondéré à l'aide du JMA et de la longueur de la section)



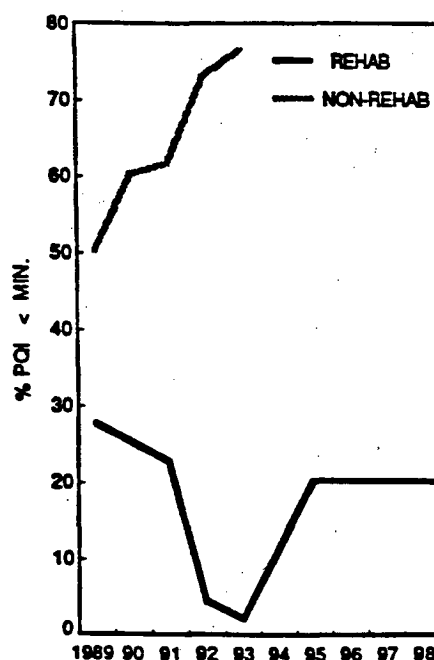
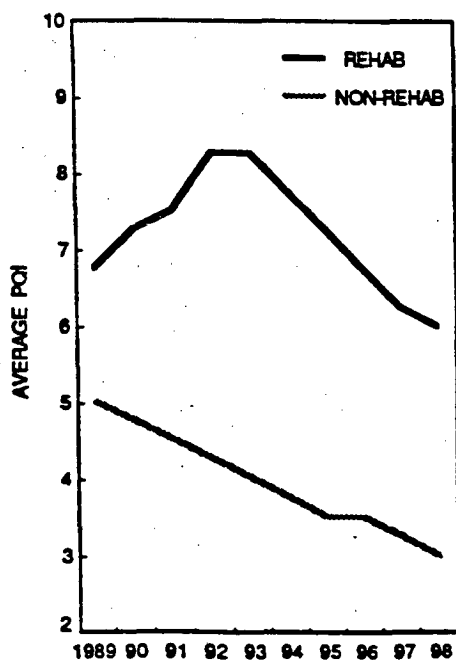
Il est aussi montré, à l'aide de lignes pointillées sur les graphiques, les résultats extrêmes d'un budget sans réfection pour une période complète de dix années de programmation.

Même dans le cas où les fonds sont retirés pour les cinq dernières années, les effets se font ressentir par une baisse moyenne de l'IQC à 6,0 et par un accroissement jusqu'à

19 p. 100 du pourcentage du kilométrage du réseau inférieur au minimum acceptable.

Figure 7
Exemple de rapport de synthèse de réfection, produit par le SGCM de l'Alberta

CITY OF	MPMS REHABILITATION PROGRAMMING SUBSYSTEM									
PRIORITY PROGRAM PERFORMANCE SUMMARY REPORT										09/01/1989
FUNCTIONAL CLASS : ARTERIAL										
YEAR	1989	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998
FUNDS PROGRAMMED	162399	133148	67762	192745	87916	0	0	0	0	0
PROGRAMMED AVERAGE PQI	6.8	7.3	7.5	8.3	8.2	7.7	7.2	6.8	6.4	6.0
STD. DEV.	2.6	2.9	2.9	2.4	1.7	1.7	1.6	1.5	1.4	1.4
NON-REHAB AVERAGE PQI	5.0	4.7	4.4	4.2	4.0	3.7	3.6	3.4	3.2	3.0
STD. DEV.	1.5	1.5	1.4	1.4	1.3	1.2	1.2	1.1	1.0	1.0
PROGRAMMED % PQI < MIN	27	25	22	4	1	9	19	19	19	19
NON-REHAB % PQI < MIN	50	60	61	73	77	86	96	96	96	96



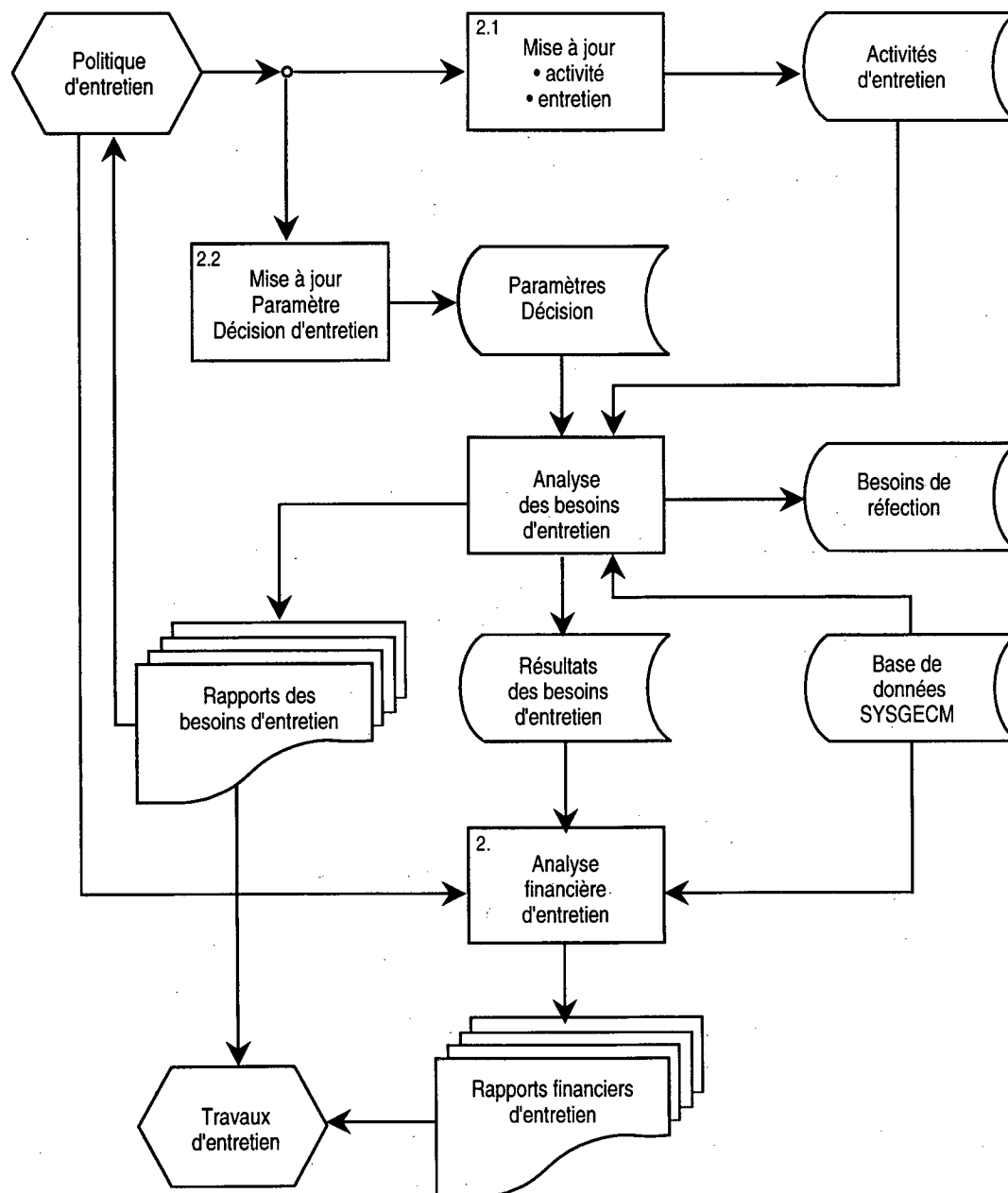
Un exemple d'application d'un programme d'entretien préventif et correctif

Un sous-système du programme d'entretien préventif et correctif est

inclus dans le SGCM de l'Alberta (élément 2 de la figure 1). Il produit non seulement l'intrant au sous-système du programme de réfection, mais il peut aussi être employé seul. Cela fournit un degré additionnel de flexibilité aux usagers des municipalités. La figure 8 montre un organigramme de la structure du sous-système.

Ce sous-système peut être utilisé pour produire les rapports sur les besoins d'entretien préventif et correctif, basés sur le type de traitement qui devrait être réalisé afin de prévenir et de corriger les dégradations de surface ou de déterminer les stratégies d'entretien en considérant les contraintes budgétaires. Il utilise un modèle coût

Figure 8
Structure du sous-système de programmation de l'entretien préventif et correctif faisant partie du système de gestion des chaussées municipales (SGCM) de l'Alberta



efficacité basé sur l'amélioration de l'indice de condition visuelle (ICV) résultant de l'application du traitement.

Les arbres de décision sont aussi incorporés dans le sous-système afin de repérer, pour l'analyse coût efficacité, les traitements possibles pour tous les types de dégradations selon différentes densités et sévérités.

Les produits disponibles du sous-système de programmation d'entretien préventif et correctif sont semblables à ceux du sous-système de programmation de réfection et varient entre une liste de programmation de routes pour l'entretien préventif et correctif (voir le tableau 3) et des rapports sommaires de comportement pour la programmation complète du réseau (voir la figure 9).

L'exemple de la figure 9 montre que la distribution de l'indice de condition visuelle (ICV) change de façon significative à partir d'une situation de budget nul pour l'entretien préventif et correctif jusqu'à un niveau de budget annuel de 83 836 \$ où tous les besoins sont satisfaits. Un rapport sommaire des activités d'entretien et du coût correspondant pour un niveau budgétaire un peu plus faible, soit 59 881 \$, est aussi présenté à la figure 9.

Tableau 3
Exemple d'une liste de programmation d'entretien préventif et correctif,
produit par le SGCM de l'Alberta

CITY OF

RPMS MAINTENANCE PROGRAMMING SUBSYSTEM

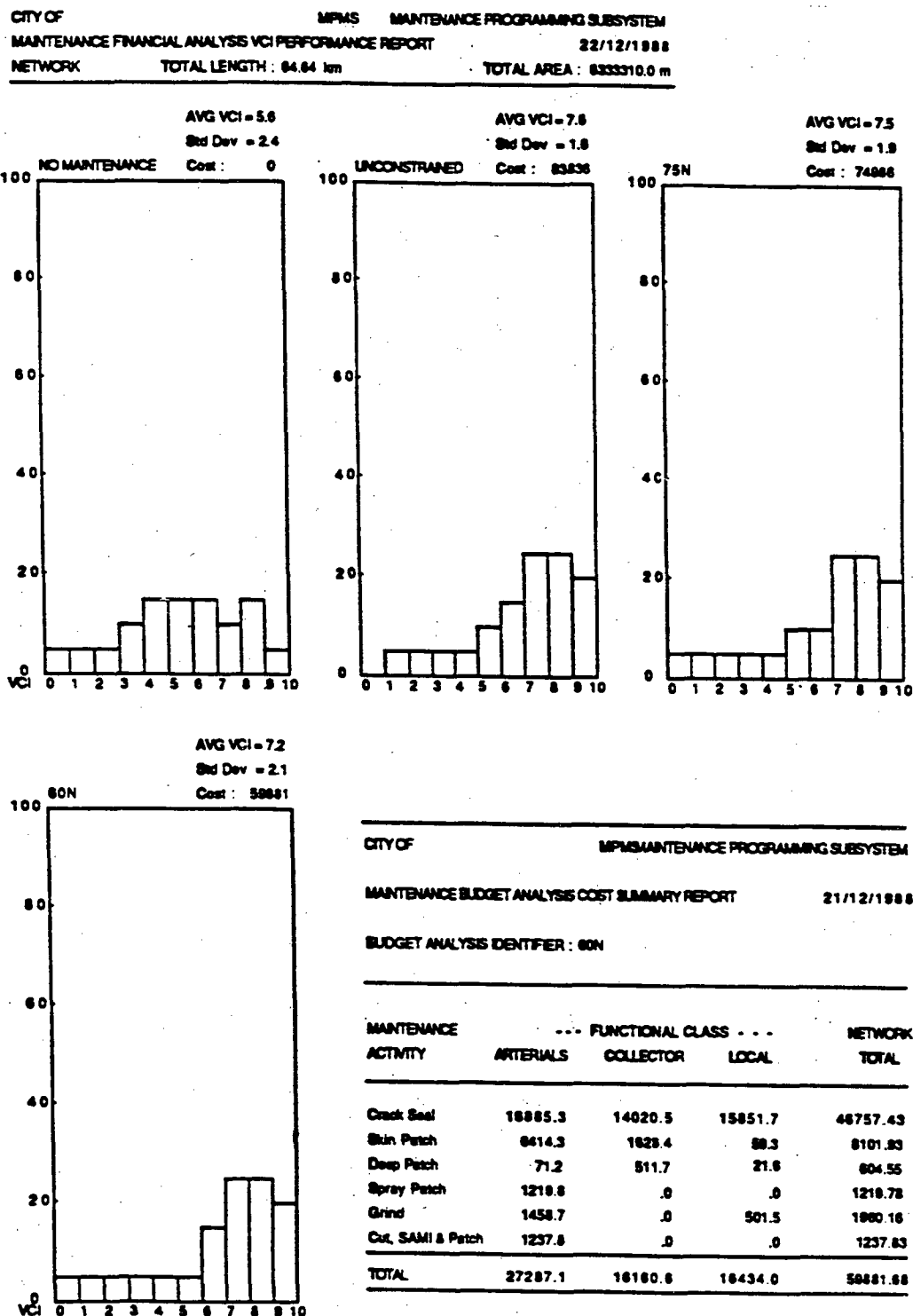
MAINTENANCE BUDGET ANALYSIS MAINTENANCE PROGRAM REPORT

21/12/1988

BUDGET ANALYSIS IDENTIFIER: 604

SECTION			FUNC	MAINT	MAINTENANCE		AREA	PREV	INC.	COST-
STREET	FROM	TO	CLAS	DIST	ACTIVITY	COST	(m2)	VC1	VC1	EFFECT
FINCH CR	FOREST DR (S)	FOREST DR (N)	3		Crack Seal	7.2	9.6	3.6	3.7	314.688
POIRIER AVE	PINEVIEW DR	CARNAGIE DR	1		Grind	160.6	44.6	6.6	7.3	303.053
POIRIER AVE	PINEVIEW DR	CARNAGIE DR	1		Crack Seal	66.4	88.6	7.5	7.8	292.879
SW CHURCHILL AVE	GRESHAM BL	PERRON ST	1		Grind	134.2	37.3	5.1	5.7	267.984
PERRON ST	SW CHURCHILL AVE	ST. ANNE ST	1		Crack Seal	62.4	83.3	6.2	6.6	265.900
PERRON ST	SW CHURCHILL AVE	ST. ANNE ST	1		Skin Patch	21.5	11.3	6.6	6.7	255.187
GATE AVE	GRANGE DR	WY 82	2		Crack Seal	181.1	134.9	7.5	8.3	253.969
BOUDREAU RD	TEMP	CAMPBELL RD	1		Crack Seal	8.1	10.7	7.3	7.5	241.026
CHATELAIN DR	BOUDREAU RD	CALDER PL	2		Crack Seal	7.5	10.0	8.7	8.9	237.220
SW CHURCHILL AVE	GRESHAM BL	PERRON ST	1		Skin Patch	47.2	24.9	5.7	5.9	235.150
POIRIER AVE	PINEVIEW DR	CARNAGIE DR	1		Skin Patch	41.8	22.0	7.8	8.0	220.957
GRANDIN RD	GATE AVE	SW CHURCHILL AVE	1		Crack Seal	1772.5	2363.3	6.0	8.8	192.607
GATEWOOD AVE	SW CHURCHILL AVE	GRENFELL AVE	2		Skin Patch	30.8	16.2	1.5	1.7	192.055
SW CHURCHILL AVE	GRESHAM BL	PERRON ST	1		Crack Seal	573.2	744.3	5.9	7.7	189.581
STURGEON RD	BOUDREAU RD	SW CHURCHILL AVE	1		Grind	147.4	41.0	6.2	7.0	188.452
STURGEON RD	SW CHURCHILL AVE	(N) CITY LIMIT	3		Skin Patch	46.8	24.6	.1	1.3	182.475
CAMPBELL RD	BOUDREAU RD	(S) CITY LIMIT	2		Crack Seal	9.4	12.6	3.8	4.0	179.131
GRANDIN RD	GATE AVE	SW CHURCHILL AVE	1		Skin Patch	178.3	93.8	8.8	9.1	176.989
SW CHURCHILL AVE	GRESHAM BL	GATEWOOD AVE	1		Crack Seal	22.6	30.1	8.6	8.9	165.943
STURGEON RD	BOUDREAU RD	SW CHURCHILL AVE	1		Crack Seal	77.9	103.8	7.0	7.3	164.897
BEAVERBROOK CR	BOUDREAU RD	BEAVERBROOK CR	3		Deep Patch	21.6	4.8	5.4	5.6	160.711
GERVAIS RD	WY 82	LEVASSEUR RD	1		Skin Patch	22.1	11.6	4.8	4.9	157.525

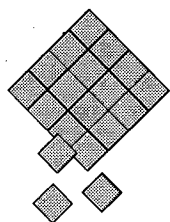
Figure 9
Exemple de distribution de l'indice de condition visuelle (ICV) pour le réseau d'une petite ville
avec comparaison de différents niveaux budgétaires d'entretien préventif et correctif
et rapport de synthèse pour un budget annuel de 59 881 \$



L'approche utilisée dans le sous-système de programmation d'entretien préventif et correctif de l'Alberta (SGCM) le rend facilement adaptable à chacune des municipali-

tés en particulier. En effet, l'arbre de décision, l'analyse coût efficacité, le degré d'amélioration de l'ICV pour divers traitements et la possibilité d'ajouter ou de rejeter des

traitements signifie qu'il peut être calibré pour des conditions locales. De plus, la capacité d'évaluer différents niveaux de budgets le rend très flexible. ♦



Le coût et les bénéfices du SGC de l'Alberta

Le cas de l'Alberta offre une excellente occasion de faire l'analyse coût bénéfice d'un SGC, et ce pour plusieurs raisons, y compris le fait que le SGC y est opérationnel depuis le milieu des années 1980 et que des données précises sont disponibles sur la condition d'implantation et le coût du réseau.

Les paragraphes qui suivent font la synthèse de l'analyse coût bénéfice réalisée pour le réseau autoroutier principal de l'Alberta. Cela ne comprend pas les villes; cependant, il est possible, pour chacune des villes utilisant le SGCM, de produire une analyse similaire.

Un résumé des données du réseau autoroutier principal est présenté au tableau 4. Entre 1986 et 1990, la longueur pavée du réseau a augmenté de 7,2 p. 100, soit de 11 909 à 12 767 kilomètres de deux voies équivalentes d'autoroute.

La condition du réseau principal exprimée sous forme d'indice de qualité de chaussée (IQC) était de 6,3 en 1986 et de 6,8 en 1990. Ce qui est remarquable à propos de cet accroissement de performance est qu'au cours de deux périodes consécutives de cinq années, durant lesquelles les fonds disponibles pour la réfection étaient fixés à 40 millions de dollars par année (sans ajustement pour l'inflation), et durant lesquelles le réseau s'est étendu et a vieilli, une amélioration de 7,9 p. 100 de la condition générale du réseau a eu lieu dans la seconde période de cinq ans. La seule différence entre les deux périodes a été l'utilisation des sous-systèmes SIBC et SIRPP et l'addition de 858 kilomètres de chaussée neuve.

Tableau 4
Résumé des données du réseau autoroutier principal de l'Alberta

Période	IQC réseau principal	Longueur du réseau principal (km)
1982	--	--
1986	6,3	11 909
1987	6,3	12 226
1988	6,6	12 519
1989	6,8	12 693
1990	6,8	12 767

L'analyse du coût bénéfice a été menée à partir de cette information et est présentée au tableau 5. Les hypothèses qui ont conduit à cette évaluation sont les suivantes :

1. l'IQC de 1986 reflète l'investissement annuel de 40 millions de dollars fait au cours des cinq années antérieures, et l'IQC de 1990 est le résultat des investissements de 40 millions de dollars pour chacune des années de la période allant de 1986 à 1990;

2. même si les frais d'entretien sont inclus dans le système de gestion des chaussées, aucune valeur ne leur est assignée pour les raisons suivantes:

- des données précises sur les frais d'entretien liés aux chaussées sont difficiles à obtenir;
- le SIBC et le SIRPP expriment les besoins de réfection seulement;

- les frais d'entretien sont relativement faibles en comparaison des frais de réfection, et il est raisonnable d'assumer qu'ils sont demeurés constants;

3. aucune valeur n'est considérée pour la valeur résiduelle même si elle peut être aussi élevée que 20 p. 100 de la valeur originale des matériaux, car le pourcentage du réseau nécessitant une reconstruction complète est inconnu;

4. le nombre de véhicules enregistrés en Alberta est estimé à 1,8 million pour une moyenne de 20 000 kilomètres par année pour chaque véhicule. Le nombre actuel de kilomètres parcourus par véhicule a été calculé à partir des données de Statistique Canada pour la consommation d'essence : la transition sur cette base (véhicule-kilomètre) est cependant difficile à faire à cause d'un changement dans la moyenne de consommation d'essence des véhicules et d'un

changement du type de véhicules composant la flotte de la province. Les données proviennent donc de l'Association des automobilistes du Canada (AAC) et de la Division provinciale des véhicules moteurs;

5. les achats d'équipement en vue de l'acquisition de données sur les chaussées sont inclus dans le calcul et représentent un dixième du prix d'achat original plus la valeur de la dette. Cette façon de faire s'explique par la désuétude de l'équipement après une période de 10 à 15 ans, et par le fait que le coût doit être réparti uniformément sur cette période.

Les économies de coût pour les usagers

Les coûts d'opération des véhicules (COV) ont été calculés sur la base d'une étude menée au Brésil (adaptée aux conditions canadiennes) et s'expriment comme suit :

$$COV_j = (a + b \cdot IQC_j) \cdot (VMV) \cdot FI_j \cdot FD_j$$

où

COV_j = COV pour l'année j

IQC_j = IQC pour l'année j

VMV = véhicule-mille voyagé

FI_j = facteur d'inflation

FD_j = facteur d'escompte

a = 0,31182 (1986 est l'année de référence)

b = -0,02735 (1986 est l'année de référence).

L'économie des COV représente la différence entre 1,8 million de véhicules voyageant sur un réseau ayant un IQC de 6,3 et le même nombre de véhicules voyageant sur un réseau ayant un IQC de 6,8. L'économie des COV, ou l'économie pour les usagers, est estimée à 492 millions de dollars canadiens, représentant l'amélioration de la condition du réseau.

Tableau 5
Résumé de l'analyse coût bénéfice (\$ CAN) pour l'Alberta

Description	Besoins routiers 1981-1986	SIBC /SIRPP 1986-1990
Fonds de réfection	200 millions de dollars	200 millions de dollars
IQC	6,3 (1986)	6,8 (1990)
Longueur	11 909 km	12 767 km
Économie des frais d'exploitation des véhicules	492 millions de dollars	
Valeur de remplacement • ajustement de l'IQC	5,38 en milliards de dollars 3,39 en milliards de dollars	5,80 milliards de dollars 3,94 milliards de dollars
Augmentation de la valeur (économie pour l'organisme)	550 millions de dollars	
Économie totale	1 042 millions de dollars	
<u>Coût</u>		
Élaboration du SGC	650 000 dollars	(1)
Frais d'exploitation (cinq années)		
a) 42 \$/km (incluant le contrôle des charges)	5,0 millions de dollars	(2)
b) 25 \$/km (incluant le contrôle des charges)	2,9 millions de dollars	(3)
Coût de l'équipement à 60 000 dollars par an	300 000 dollars	(4)
Coût total		
a) 1+2+4	5,95 millions de dollars	
b) 1+3+4	3,85 millions de dollars	

Les bénéfices faits par l'organisme

Les économies réalisées par l'organisme ont été déterminées en estimant la valeur projetée du réseau exprimée en fait d'économie. La valeur du réseau a été évaluée à 5,8 milliards de dollars canadiens de 1990 par le ministère des Transports de l'Alberta. Une tentative a été faite pour ajuster cette valeur de «remplacement» pour la condition du réseau en adoptant le raisonnement suivant. Si la valeur de remplacement est égale à un IQC de 10 (par exemple, toutes les routes du réseau sont neuves), en conséquence un IQC de 6,8 représente une valeur d'ajustement du système de 3,94 milliards de dollars, et un IQC de 6,3 représente une valeur d'ajustement du système de 3,39 milliards de dollars. La différence entre les deux valeurs est l'économie réalisée, soit 550 millions de dollars. Cet accroissement de la valeur a été rendu possible par des dépenses de 200 millions en réfection, de 35 millions en constructions nouvelles et de 5,95 millions pour les sous-systèmes SIBC/SIRPP. Le retour sur l'investissement est donc de 310 millions de dollars.

Le coût du système

Le coût de mise au point du SGC a été calculé à 495 000 dollars canadiens de 1990 sur la base des données suivantes :

honoraires du consultant	450 000 \$ can
ingénierie à l'interne	45 000 \$ can
total	495 000 \$ can

Cette somme a été ajustée en dollars de 1986, pour un coût total ajusté de 650 000 dollars canadiens.

Les frais annuels d'exploitation du système étaient de 980 000 dollars canadiens en 1989, lesquels incluent tout le temps du personnel et l'utilisation de l'équipement (incluant les entrepreneurs extérieurs) et les frais d'exploitation d'équipement au chantier et d'enregistrement des données au bureau. Ce prix était de 42 dollars par kilomètre. Le réseau principal a été mesuré dans son entier pour les défauts de surface et la rugosité sur la base d'une période de rotation de deux ans, et de façon similaire pour la capacité. Les frais de collection de données de chantier incluaient la glissance, les tubes de gel, la gestion du contrôle printanier des charges. Si l'on considère un prix unitaire de 42 dollars par kilomètre pour l'ensemble des frais, le coût de cinq ans d'exploitation des sous-systèmes SIBC/SIRPP est de cinq millions de dollars canadiens. Si l'on retranche le programme de contrôle, la glissance et les programmes de mesure de capacité, le prix unitaire sera réduit approximativement à 25 dollars par kilomètre, ce qui correspond à 2,9 millions de dollars canadiens pour une période de cinq ans.

Les frais d'implantation du système de gestion des chaussées peuvent être comparés à la valeur totale du réseau routier ou à l'investissement total de réfection ou aux deux, pour la période de mise au point. En Alberta, les frais d'implantation et d'exploitation du SGC pour cinq ans équivalent à 2,5 p. 100 du budget de réfection (5 millions/200 millions de dollars) et à 0,08 p. 100 de la valeur totale du réseau (5 millions/5,8 milliards de dollars). Il ressort, par comparaison, que le budget annuel de réfection équivaut à seulement 0,69 p. 100 de la valeur totale du réseau routier (40 millions/5,8 milliards de dollars).

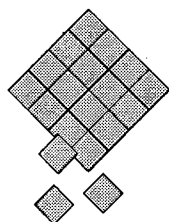
Les rapports coût bénéfice

Les rapports coût bénéfice dans le cas de l'Alberta peuvent être estimés par l'utilisation des économies de coût pour les usagers, par les économies de l'organisme en fait de valeur, ou les deux (voir le tableau 6).

À remarquer que l'ensemble des économies de coût (usagers et organisme) n'est pas seulement le résultat de l'implantation du SGC et que des économies ont été réalisées par l'investissement de 235 millions de dollars en réfection et en construction nouvelles. Le pourcentage exact des économies directes attribuables au SGC est impossible à calculer. Cependant, il est bon de rappeler que durant la période de 1981-1985 la province a dépensé 40 millions de dollars par année en réfection pour terminer avec un IQC de 6,3. Avec l'introduction du SGC, un changement dans la façon de sélectionner les solutions de rechange pour la réfection est apparu et a eu comme résultat, pour un niveau de dépenses de 40 millions de dollars par année pour la période englobant les cinq années suivantes, un accroissement allant jusqu'à 6,8. Cet accroissement s'est produit en dépit du vieillissement du réseau et de la baisse de la valeur du dollar. ♦

Tableau 6
Analyse coût bénéfice (\$CAN) pour l'Alberta, 1986-1990

Coût	Économie de coût pour les usagers 492 millions de dollars	Valeur de l'économie de l'organisme 550 millions de dollars	Total 1,04 milliard de dollars
1. Incluant le contrôle des charges de 5,95 millions de dollars	1:820	1:920	1:175
2. Excluant le contrôle des charges de 3,85 millions de dollars	1:132	1:142	1:271



Résumé des commentaires relatifs au SGC de l'Alberta

Un SGC bien planifié devrait être implanté par étapes et devrait incorporer des modules incluant une banque d'information, un module d'évaluation des besoins actuels et futurs ainsi qu'un module de programmation des travaux de réfection et d'entretien.

Un SGC bien planifié devrait aussi avoir suffisamment de flexibilité pour être en mesure de considérer les ressources et conditions de différentes régions et villes.

A long terme, le rapport coût bénéfice d'un SGC peut s'avérer très substantiel.

RÉFÉRENCES

KARAN M. A., T. J. CHRISTISON, A. CHEETHAM et G. BURDAHL. *Development and Implementation of Alberta's Pavement Information and Needs System (PINS)*. Transportation Research Board 938, 1983.

KARAN M. A., R. HAAS, A. CHEETHAM et Sue KHALIL. *Development and Implementation of a New Rehabilitation Information and Priority Programming System (RIPPS)*. Transportation Research Board 997, 1984.

HAAS R., M. A. KARAN, A. CHEETHAM et Sue KHALIL. *Pavement Rehabilitation Programming : A Range of Options*. Proceedings of the **First North American Pavement Management Conference**. Toronto, mars 1985.

MARCOTTE B., A. CHEETHAM, M. A. KARAN et Ralph HAAS. *Alberta's Municipal Pavement Management System*. Proceedings of the **Second North American Conference on Managing Pavements**. Toronto, novembre 1987.

BEIN P. J., J. COX et N. LEA. *Adapting the Brazil/UNDP Cost Research to Canadian Conditions*. Proceedings of the **Roads and Transportation Association of Canada**. Calgary, septembre 1989.

HAAS R., M. A. KARAN et Frank MEYER. *Municipal Pavement Management Tailored to Varying Needs and Resources*. Proceedings of the **Roads and Transportation Association of Canada**. Calgary, septembre 1989.

FALLS L. C., S. KHALIL et Ralph HAAS. *A Cost-Benefit Analysis of Network Level Pavement Management*. Proceedings of the **Roads and Transportation Association of Canada**. Québec, septembre 1992.

HAAS R. *Results of Inventory Survey of Current Pavement Design and Management Practices in Canada*. Préparé pour le **Project Steering Committee**. Association des transports du Canada. 18 septembre 1993.

NATIONAL PROJECT TEAM. *Final Report on Phase 1 : Preparation of an Updated Pavement Design and Management Guide*. Préparé pour le **Project Steering Committee**. Association des transports du Canada. 30 juin 1993.

HAAS R. et T. KAZMIEROWSKI. *Pavement Design and Management Practices in Canada*. Actes de l'association des transports du Canada. Calgary. Juillet 1994.

