

**OPTIMISATION DE L'ENTRETIEN DES ROUTES EN HIVER
DANS LA ZONE MÉTROPOLITAINE DE MINNEAPOLIS-ST.PAUL
GRÂCE AUX OBJECTIFS DE RENDEMENT**

Présenté
au
XIe Congrès International de la Viabilité hivernale
à Sapporo, Japon
28-31 Janvier 2002

Paul F. Keranen, P.E.
Ministère des Transports du Minnesota

Résumé

Optimisation de l'Entretien Hivernal des Routes dans la Zone Métropolitaine de Minneapolis-St. Paul grâce aux Objectifs de Performance

La zone métropolitaine formée par Minneapolis - St. Paul est soumise à des conditions climatiques hivernales qui peuvent varier de la pluie glaciale à une lourde neige pourrie lorsque la température est modérée, à des vents de neige poudreuse lorsque la température est très froide. Avec un trafic moyen pouvant atteindre 300.000 véhicules par jour sur certaines chaussées de la région, il est indispensable de fournir aux usagers de la route, un niveau d'entretien routier hivernal de haut niveau et à toute heure. Des niveaux totalement différents de consommation en ressources furent notés dans les 19 zones de la métropole jusqu'à 1999-2000, principalement en chlorure de sodium et en sable. Il n'y avait aucun système complet permettant d'identifier et évaluer de façon précise les différences considérables existant dans les consommations en sel et sable qui étaient probablement dues à des conditions environnementales différentes durant les phénomènes de tempête, ou même à des philosophies opérationnelles différentes entre les divers contrôleurs de zones.

Après plusieurs années de développement à l'échelon national, des techniques de planification des activités d'entretien furent mises en application durant la saison hivernale 1999-2000. Ces techniques comprenaient le concept de perte de chaussée découverte lors des phénomènes de tempête et de temps de récupération de chaussée découverte après les phénomènes de tempête. Ce concept de temps de récupération de chaussée découverte (une chaussée découverte est une chaussée dégagée à 90 % de la glace ou de la neige) fût défini avec l'aide des usagers de la route qui participèrent à des études et/ou des groupes de travail. Des niveaux cibles de performance des chaussées découvertes pour chaque catégorie de routes furent établies pour l'état entier, reconnaissant différentes conditions de circulation, et de durée et gravité de tempête sur toute l'étendue de l'état. Une fourchette de niveaux cible fût établie en fonction des anciens résultats de performance, de l'expérience des contrôleurs et travailleurs sur le terrain, des études de marché menées en 1994 et 1996, des facteurs environnementaux et d'autres considérations. L'acquisition des données sur la consommation en ressources ainsi que la comparaison du déblaiement réel des routes et de la performance des zones avec la fourchette de niveaux cible durant la saison hivernale 1999-2000, ont fortement aidé la Division Métropolitaine du Ministère des Transports du Minnesota à évaluer de façon précise les performances de l'entretien hivernal général des 19 zones.

Introduction

L'entretien hivernal représente une des activités d'entretien la plus importante dans la zone métropolitaine de Minneapolis - St. Paul. Cette zone métropolitaine, dont la population atteint près de 2,8 millions de personnes, est située à l'est du centre du Minnesota, lui-même situé dans la partie nord du Midwest des Etats Unis, dans la région la plus froide, la plus soumise à la neige et au gel. La figure 1 montre une carte de la zone métropolitaine.

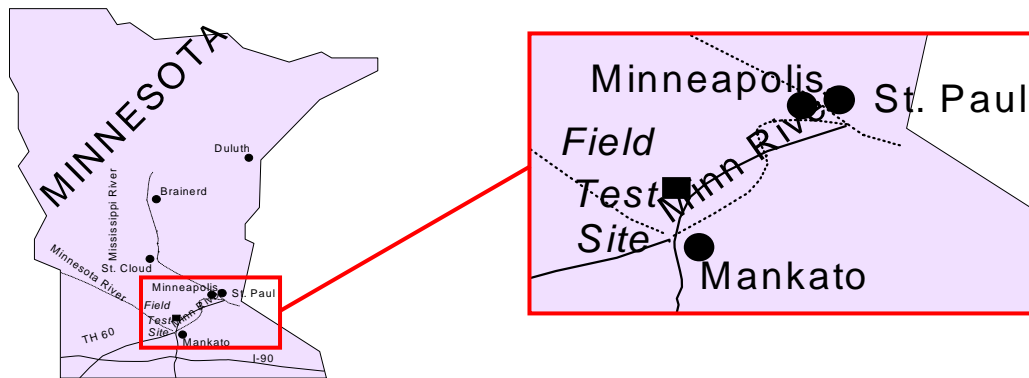


Figure 1. Minnesota

La Division Métropolitaine du Ministère des Transports du Minnesota entretient un total d'environ 6500 kilomètres de chaussée. Assurer un même ou meilleur entretien hivernal représente un défi toujours plus important. Au cours des 9 dernières années, le trafic routier de la métropole a augmenté d'environ 59 pour cent. Les embouteillages se sont accrus au point d'absorber près de 38 heures par an. La zone de la métropole détient la deuxième place aux E.-U. en termes de croissance d'embouteillages et elle est la 15^e zone la plus embouteillée au niveau national. Cet embouteillage rend l'entretien des routes en hiver devient de plus en plus difficile et coûteux. S'ajoutent à ces problèmes d'entretien hivernal, les ressources financières et en main d'œuvre qui demeurent invariables. Le personnel d'entretien, principalement des conducteurs de chasses-neige, a diminué d'environ 15 pour cent au cours des 8 dernières années. Le budget pour l'entretien n'a guère changé au cours des cinq dernières années, excepté de petits accroissements de budget consacrés à des innovations telles que les techniques de pré-liquéfaction et d'anti-verglas dans la zone de la métropole. Durant les années de neige et de gel intenses, les dépenses accrues en sel, en heures supplémentaires, etc., absorbent une part plus importante du budget laissant une plus petite part pour la réparation des fondrières au printemps et à l'entretien des routes en été. La Division Métropolitaine a donc dû procéder à un choix difficile : financer un entretien hivernal répondant aux attentes des usagers de la route ou investir plus dans l'entretien de l'infrastructure d'une route en dégradation ?

L'octroi d'un financement limité pour la mise en application de nouvelles techniques telles que la pré-liquéfaction et l'anti-verglas a permis d'améliorer la qualité de l'entretien hivernal. Plusieurs stations de camions dans la zone de la métropole ont été équipées de nouveaux systèmes d'entreposage et de distribution. L'utilisation de produits chimiques de remplacement pour le déglacage a également facilité les tâches liées à l'entretien hivernal. Et, tout récemment, l'achèvement d'un système automatisé fixe vaporisant du dégivrant sur la I-35W qui traverse la Rivière Mississippi à Minneapolis,

permettra d'alléger le trafic en réduisant les accidents et les embouteillages dans cette zone.

D'autres facteurs ont par ailleurs affecté le rendement des activités d'entretien en hiver : il est de plus en plus difficile d'engager des conducteurs qualifiés vu la concurrence des sociétés privées et publiques qui paient mieux. Des tentatives pour accroître les effectifs par le biais de programmes de base pour la diversification de la main d'œuvre ont apporté une aide mais requièrent des cours de formation onéreux.

Gérer l'entretien de façon commerciale

Selon l'ancienne manière de procéder, les quantités de sel et de sable utilisées ainsi que les coûts étaient présentés sous forme de tableaux mensuels. Ces données indiquaient pendant quelques mois que la consommation en ressources d'une des stations de camions était plus importante par rapport aux autres. Durant quelques mois, c'était le tour à une autre station de camions. Bien que ces données et leurs diverses implications étaient disponibles, il était impossible de calculer de façon cohérente les coûts réels de l'entretien hivernal d'un ou plusieurs itinéraires existant dans la métropole pour le déneigement ou le déglacage, par rapport à d'autres. Il était également impossible d'évaluer le niveau du service rendu à la clientèle pour l'entretien hivernal. Vu ces problèmes ainsi que la nécessité de garder un niveau de service acceptable, la Division Métropolitaine a décidé de s'impliquer dans une planification des activités d'entretien au niveau de l'Etat, planification qui vient d'être développée et mise en application.

Planification des activités d'entretien

Qu'est ce que la "Planification des Activités d'Entretien" ? Tout simplement : traiter les activités d'une compagnie de service d'entretien publique comme si elle était une société privée. De plus, la Planification des Activités d'Entretien implique que l'existence et les tâches de toute organisation ne se justifient que par le service qu'elles apportent à leurs clients. Une liste de sept produits et services de base, énumérés ci-après, a été établie afin de mieux évaluer les services rendus par le Ministère des Transports du Minnesota à ses clients :

- Chaussées dégagées
- Revêtement lisse et sûr
- Ponts disponibles
- Bas-côtés attrayants
- Equipement de sécurité
- Permis/règlements des autoroutes
- Services aux Automobilistes

Ce qui nous intéresse plus particulièrement dans cet exposé est le service "Chaussées dégagées" qui comprend la fonction de maintenir les chaussées dégagées de glace et de neige. Une étude de marché conduite en 1994 et en 1996 par le Ministère des Transports du Minnesota montra que les cinq points d'entretien fondamentaux pour l'usager sont :

- Feux / panneaux de stop qui fonctionnent et visibles
- *Routes déneigées et déglacées*
- Panneaux d'autoroute lisibles

Signalisation horizontale visible
Routes dégagées de débris

Cette étude de marché, qui indique l'entretien des routes en hiver comme étant le deuxième point important, fût refaite en 2000 avec les mêmes résultats.

Evaluation du rendement de l'entretien hivernal

Suite à l'étude de marché effectuée en 1994, 1996 et en 2000, le Ministère des Transports du Minnesota a appris qu'une des valeurs de l'entretien hivernal chère au client est la rapidité avec laquelle un niveau adéquat de viabilité est atteint suite à une tempête. C'est ainsi que naquit le concept de "temps de récupération de chaussée découverte." Initialement, la chaussée découverte représentait les 95 % de chaussée dégagée de glace et de neige. Cependant, une étude ultérieure de marché montra que le public était grandement satisfait pour un service de niveau légèrement inférieur. Le revêtement découvert, ou chaussée découverte, fût donc redéfini comme une chaussée découverte à 90 pour cent. La couverture de 10% de neige et de glace peut être une des combinaisons suivantes d'états de route :

- 10 taches, chacune séparée par 50 pieds (15 m), sur 1 mile (1,6 km)
- 2 taches, chacune séparée par 250 pieds (75 m), sur 1 mile
- 2 miles sur 20 miles
- 2 taches séparées par ½ mile, sur 10 miles
- 8 taches, chacune séparée par ¼ mile, sur 20 miles

Après une brève étude de tous les états de revêtement possibles, le conducteur de chasse-neige doit être rapidement capable d'évaluer quand les 90% de revêtement/chaussée découverte sont atteints. Ceci est important car le conducteur est tenu de noter les durées du phénomène et les états des revêtements, nécessaires pour calculer le temps de récupération de chaussée découverte. La détermination du temps de récupération de chaussée découverte est montrée dans la Figure 2.

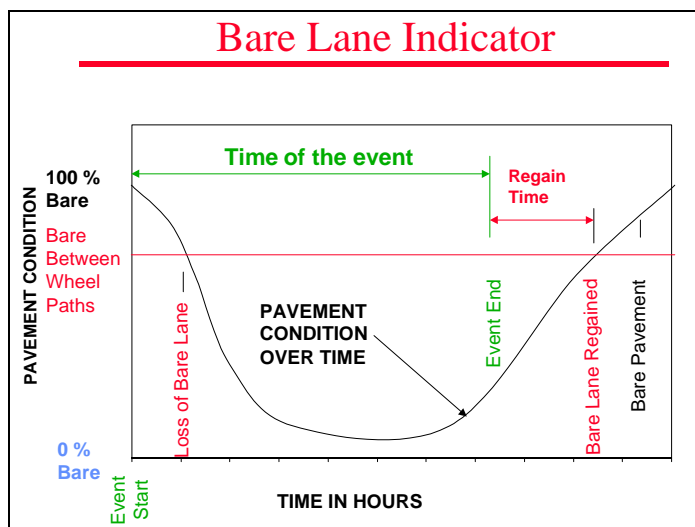
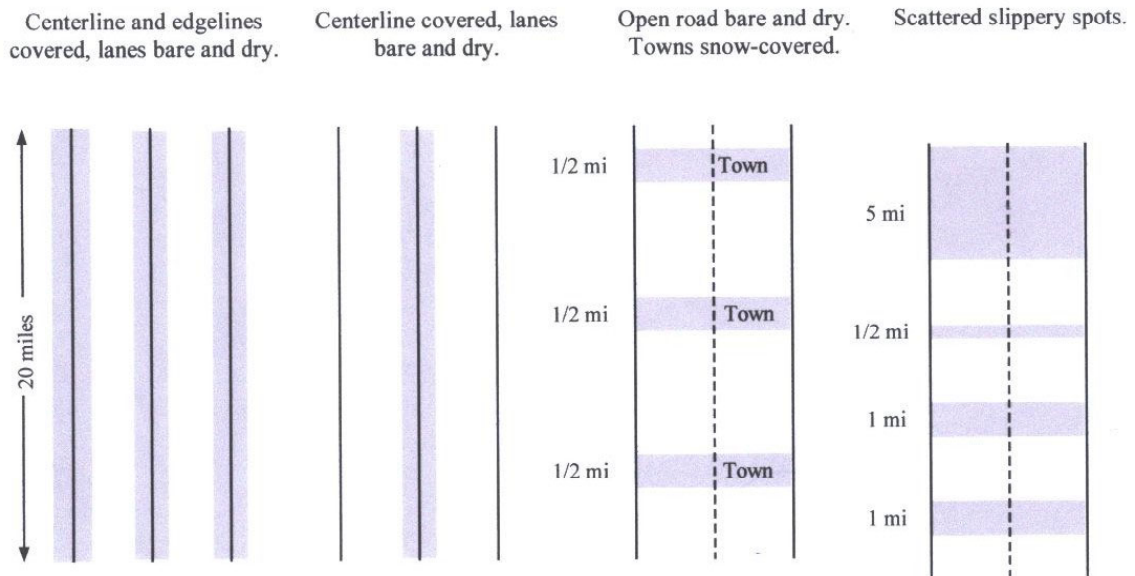


Figure 2. Détermination du temps de récupération de chaussée découverte (2)

La Figure 3 montre des exemples de chaussée découverte perdue et de chaussée découverte non perdue.

Examples of lost bare pavement are shown below:



Examples of no lost bare pavement are shown below:

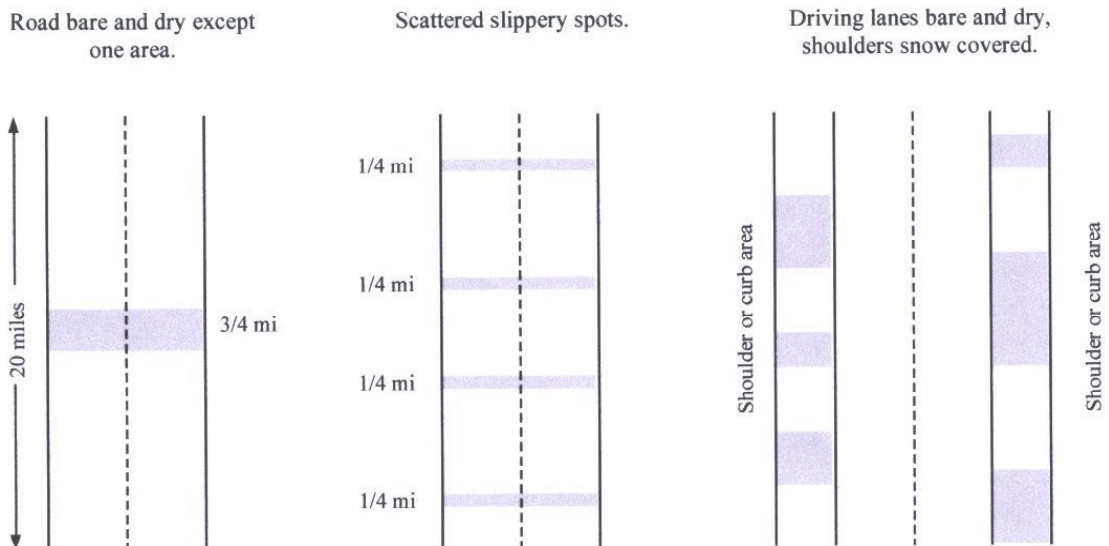


Figure 3. Exemples de revêtement découvert perdu et non perdu

Rassemblement des données du revêtement découvert

D'habitude, les données du revêtement découvert sont rassemblées à chaque station de camion par un ouvrier d'entretien désigné ou parfois par un des employés de bureau.

Le conducteur note les données telles que le numéro de la route, le début et la fin des phénomènes, les temps de récupération du revêtement découvert.

Fourchette à atteindre au niveau de l'Etat pour le temps de récupération de chaussée découverte

Divers facteurs ont été pris en considération pour aboutir aux valeurs idéales du temps de récupération de chaussée découverte. On a tenu compte des anciens rendements de chaque district du Ministère des Transports du Minnesota. Ce rendement reflète les différences de philosophie de gestion existant entre les districts ainsi que l'ancien rendement du district qui possédait des ressources bien déterminées. L'étude de marché fut conduite sur des groupes particuliers pour évaluer l'acceptation, par les usagers des routes, du temps de récupération de chaussée découverte lié à des conditions de tempête et de routes déterminées. L'expérience des conducteurs est un facteur de plus en plus important vu que 40 pour cent de la main d'œuvre d'entretien compte prendre sa retraite au cours des 5 prochaines années. Les différences de rendement peuvent être dues aux différences climatiques dans l'Etat. La pluie glaciale dans le sud de l'Etat, les vents de neige dans la zone ouverte à l'ouest et la lourde neige poudreuse dans le nord auront un impact sur l'utilisation des ressources et sur le temps de récupération de chaussée découverte. Les fourchettes des indicateurs-cibles pour les types de routes sont données ci-dessous.

<u>Types de routes</u>	<u>Fourchette au niveau de l'Etat (heures)</u>
Navette très fréquentée (>30.000 AADT*)	SC1 à SC 10
Navette urbaine (10.000-30.000)	U1 à U10
Navette rurale (2.000-10.000)	R1 à R 10
Principale (800-2.000)	P1 à P10
Secondaire (<800)	S1 à S10

*Trafic quotidien moyen par an

Les valeurs-cibles pour le temps de récupération de chaussée découverte (indicateur) pour la zone de la métropole Minneapolis – St. Paul sont les suivantes :

<u>Types de route</u>	<u>Indicateur de chaussée découverte</u>
Navette très fréquentée	1,5 à 2 heures
Navette urbaine	2 à 3 heures
Navette rurale	4 heures

Utilisation des données de chaussée découverte dans la gestion de la route en hiver

Les données de chaussée découverte sont utiles à tous les niveaux de la gestion des routes en hiver de la Division Métropolitaine du Ministère des Transports du Minnesota et au Bureau d'Entretien Central. Le rapport sur les conditions de tempête, sur la consommation des ressources et sur les temps de récupération de chaussée

découverte donne aux directeurs de l'entretien au niveau de l'Etat une rapide vue d'ensemble sur le rendement de l'entretien hivernal pour une tempête qui vient de se terminer. Le compte-rendu annuel fournit un état détaillé quant au matériel, à la main d'œuvre et à l'équipement utilisés au niveau de l'Etat et procure des indications pour les budgets futurs. A titre d'exemple, les résultats pour tout l'Etat du temps en heures de chaussée découverte sont les suivants :

Navette très fréquentée	2,7	Primaire	7,5
Navette urbaine	3,9	Secondaire	32,9
Navette rurale	11,2	Tous types	10,5

Le personnel de gestion de l'entretien du district utilise les rapports des deux jours et de fin d'année de façon semblable mais il a également le moyen d'évaluer le rendement d'une zone. Un rapport mensuel procure un rapport de rendement pour toute la durée de l'hiver, quasi en temps réel. Les responsables et ouvriers des stations de camions sont particulièrement intéressés par le rapport des deux jours après le phénomène car il apporte une comparaison, route par route, du rendement durant le phénomène de tempête. La figure 4 ci-dessous montre une feuille de rapport utile à tous les échelons de gestion de l'entretien de la Division Métropolitaine.

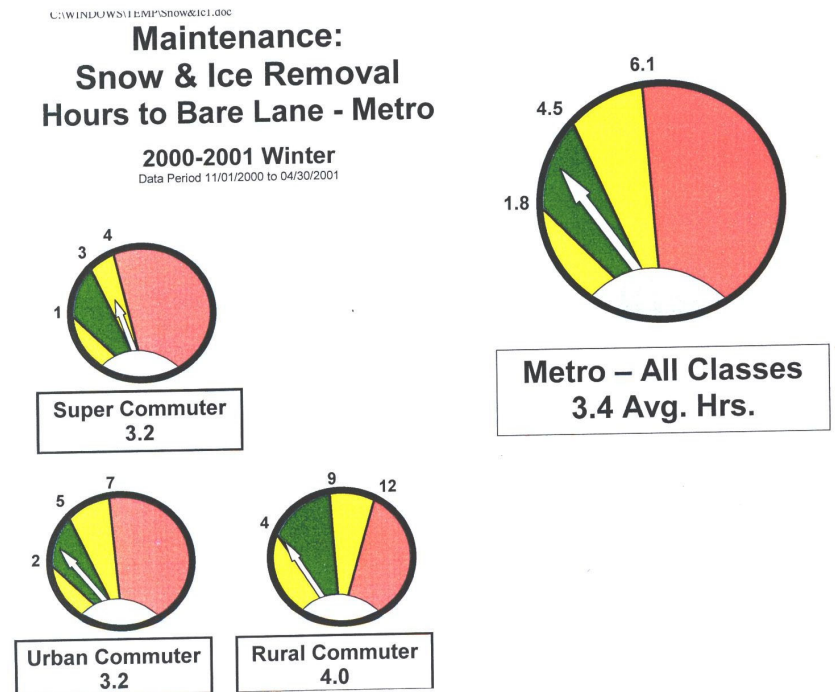


Figure 4. Heures de chaussée découverte – Division Métropolitaine (3)

Entretien : déneigement & déglçage
Heures de chaussée découverte – Division Métropolitaine
Hiver 2000-2001
Données de la période du 01/11/2000 au 30/4/2001

Navette très fréquentée 3,2	Métropole – Tous types : moyenne 3,4 heures
Navette urbaine 3,2	Navette rurale 4

La figure 5 montre une comparaison détaillée, route par route, des temps de récupération et perte de chaussée découverte.

Dates: 10/15/1998 to 04/15/1999



OPERATIONS MANAGEMENT SYSTEM

BARE PAVEMENT COMBINED LIST

Friday, May 21, 1999

Metro Division

Class : SC Super Commuter

Plow Route : MTCM225 I94 - TH55 to Henn/Ramsey Co Line

Mostly	Begin Date	Begin Time	End Date	End Time	Event Hours	Lost Date	Lost Time	Regain Date	Regain Time	Lost Hours	Recov. Hours	Comments	
snow	12/16/1998	01:00 PM	12/16/1998	04:00 PM	3	12/16/1998	05:00 PM	12/16/1998	09:00 PM	4	5	REFREEZING	
snow	12/20/1998	04:00 AM	12/20/1998	03:00 PM	11	12/20/1998	01:00 PM	12/20/1998	02:30 PM	2	0		
snow	12/26/1998	08:00 PM	12/27/1998	00:01 AM	4	12/26/1998	08:00 PM	12/27/1998	00:01 AM	4	0		
snow	01/01/1999	06:00 PM	01/03/1999	05:00 PM	47	01/01/1999	07:00 PM	01/03/1999	05:00 PM	46	0		
snow	01/08/1999	02:00 AM	01/10/1999	07:30 AM	54	01/08/1999	02:00 AM	01/10/1999	01:00 PM	59	6		
snow	01/11/1999	01:30 AM	01/11/1999	02:00 PM	13	01/11/1999	02:00 AM	01/11/1999	03:00 PM	13	1		
snow	01/12/1999	04:00 AM	01/13/1999	10:00 AM	30	01/12/1999	04:30 AM	01/13/1999	12:00 PM	32	2		
snow	01/13/1999	10:00 PM	01/14/1999	10:00 AM	12	01/14/1999	01:00 AM	01/14/1999	03:00 PM	14	5		
snow	01/17/1999	05:00 PM	01/18/1999	05:00 AM	12	01/17/1999	06:00 PM	01/18/1999	10:00 AM	16	5		
both	01/22/1999	11:00 AM	01/22/1999	10:00 PM	11	01/22/1999	11:00 AM	01/22/1999	11:59 PM	13	2		
snow	01/26/1999	05:30 PM	01/26/1999	10:00 PM	5	01/26/1999	08:45 PM	01/27/1999	10:00 AM	13	12		
					201						215	37	

Figure 5 Liste combinée de chaussée découverte – Division Métropolitaine

Une perspective de gestion globale

Comment le rassemblement des données de chaussée découverte peut-il s'intégrer dans un plan de gestion d'entretien global ? Seules, ces données sont utiles mais combinées à d'autres informations, elles le sont plus encore. En plus du temps de récupération de chaussée découverte, le Directeur d'Entretien de la Métropole rassemble les données suivantes :

Informations du RWIS (système d'information météorologique routier)

Consommation de sel et de sable

Coûts par mile de chaussée (chaussée – kilomètre)

Meilleurs procédés 48 heures après un phénomène de tempête

Les données recueillies par le RWIS telles que le type et la quantité de précipitations, la localisation de la tempête, la consommation réelle de sel et de sable, les coûts de la main d'œuvre et de l'équipement constituent une bonne base de données pour analyser

le rendement de l'entretien hivernal nécessaire pour une chute de neige ou une pluie glaciale. Une forte consommation de sel et de sable peut être mise en corrélation avec un phénomène réel de précipitations. Ceci est très utile car des phénomènes de pluie glaciale expliquent les pointes dans la consommation de sel et de sable. Rassembler et comparer ces données permet également au directeur de l'entretien d'analyser les différences de rendement d'un itinéraire ou d'une zone en fonction de la localisation de la tempête, des quantités de précipitations, des variations de températures durant un phénomène de tempête, etc.

Les rapports de deux jours après la tempête peuvent fournir de nombreuses informations. Le directeur ou le responsable d'entretien peut établir une comparaison entre des tempêtes similaires et les données de rendement, comprendre des différences inexplicables dans le domaine du rendement et prendre les mesures correctives nécessaires.

Liste des figures

<u>Numéro de la Figure</u>	<u>Titre</u>
1	Carte du Minnesota montrant Minneapolis - St. Paul, Zone de la métropole
2	Détermination du temps de récupération de chaussée découverte
3	Exemples de chaussée découverte perdue et de chaussée découverte non perdue
4	Heures de chaussée découverte – Division Métropolitaine
5	Liste combinée de chaussée découverte – Division Métropolitaine

Références

- 1 Mark Wikelius, Ministère des Transports du Minnesota, Bureau d'Entretien, 1997
- 2 Manuel d'Entretien du Ministère des Transports du Minnesota, Edition revue du 21 février 2001
- 3 Steve Rocky Haider, Ministère des Transports du Minnesota, Bureau d'Entretien, 2001
- 4 Norman Ashfeld, Ministère des Transports du Minnesota, Division Métropolitaine

Remerciements

Je tiens à remercier les collègues de la Division Métropolitaine et le Bureau Central d'Entretien du MINISTÈRE DES TRANSPORTS DU MINNESOTA ainsi que les personnes qui m'ont aidé à rédiger cet exposé:

Steve (Rocky) Haider
Bob Vasek

Figure – Heures de chaussée découverte, Métropole
Figure – Détermination du temps de récupération de
chaussée découverte

Informations sur le Budget de la Division Métropolitaine et sur le personnel d'entretien :

Joan Smith
Melissa Siltala
Ken Nelson

Organisation de l'exposé
Traitement de texte
Préparation et organisation des figures

Appendix

Figure 2 : Indicateur de chaussée découverte

Time of the event	Durée du phénomène
Regain Time	Temps de récupération
PAVEMENT CONDITIONS	Etats du revêtement
100% bare	100% découvert
Bare Between Wheel Paths	Découvert entre les traces des roues
Loss of Bare Lane	Perte de chaussée découverte
PAVEMENT CONDITION OVER TIME	Etat du revêtement dans le temps
Event End	Fin du phénomène
Bare Lane Regained	Chaussée découverte récupérée
Bare Pavement	Revêtement découvert
0% Bare	0% découvert
Event Start	Début du phénomène
TIME IN HOURS	Durée en heures

Figure 3. Exemples de revêtement découvert perdu et non perdu

Ci-dessous, exemples de revêtement découvert perdu :

Lignes centrales et sur les côtés couvertes, chaussées découvertes et sèches	Lignes centrales couvertes, chaussées découvertes et sèches	sèche.	Route ouverte découverte et éparses Villes enneigées.	Taches glissantes
---	---	--------	---	----------------------

Ci-dessous, exemples de revêtement découvert non perdu :

Chaussée découverte et sèche	Taches glissantes éparses	Chaussées découvertes et sèches, bas-côtés enneigés. Bas-côté ou trottoir
---------------------------------	------------------------------	---

Figure 5. Liste combinée de chaussée découverte – Division Métropolitaine

Systeme de gestion des opérations
Liste combinée de chaussée découverte
Vendredi 21 mai 1999
Division Métropolitaine

Type : SC Navette très fréquentée

Itinéraire du chasse-neige : MTCM225 194-TH55 vers Henn/Ramsey Co Line

Surtout	Date début	Heure début	Date fin	Heure fin	Heures phénomène	Date perdu	Heure perdu	Date récup.	Heure récup.	Heures perdues	Heures récup.	Commentaires
												REGEL

Snow = neige
 both = les deux