

NRC Publications Archive Archives des publications du CNRC

Manuel du déneigement et de la lutte contre le verglas dans les régions urbaines

Conseil national de recherches du Canada. Comité associé de la recherche géotechnique. Sous-comité de neige et glace. Group d'étude du déneigement urbain

For the publisher's version, please access the DOI link below./ Pour consulter la version de l'éditeur, utilisez le lien DOI ci-dessous.

Publisher's version / Version de l'éditeur:

<https://doi.org/10.4224/20374025>

Technical Memorandum (National Research Council of Canada. Division of Building Research); no. DBR-TM-93f, 1967-11-01

NRC Publications Archive Record / Notice des Archives des publications du CNRC :

<https://nrc-publications.canada.ca/eng/view/object/?id=e2ce49eb-cacb-4d03-88b7-75d661ab6f3a>

<https://publications-cnrc.canada.ca/fra/voir/objet/?id=e2ce49eb-cacb-4d03-88b7-75d661ab6f3a>

Access and use of this website and the material on it are subject to the Terms and Conditions set forth at

<https://nrc-publications.canada.ca/eng/copyright>

READ THESE TERMS AND CONDITIONS CAREFULLY BEFORE USING THIS WEBSITE.

L'accès à ce site Web et l'utilisation de son contenu sont assujettis aux conditions présentées dans le site

<https://publications-cnrc.canada.ca/fra/droits>

LISEZ CES CONDITIONS ATTENTIVEMENT AVANT D'UTILISER CE SITE WEB.

Questions? Contact the NRC Publications Archive team at

PublicationsArchive-ArchivesPublications@nrc-cnrc.gc.ca. If you wish to email the authors directly, please see the first page of the publication for their contact information.

Vous avez des questions? Nous pouvons vous aider. Pour communiquer directement avec un auteur, consultez la première page de la revue dans laquelle son article a été publié afin de trouver ses coordonnées. Si vous n'arrivez pas à les repérer, communiquez avec nous à PublicationsArchive-ArchivesPublications@nrc-cnrc.gc.ca.



MANUEL
du
DÉNEIGEMENT
et de la
LUTTE CONTRE LE VERGLAS
dans les
RÉGIONS URBAINES

ANALYZED

rédigé par

un groupe d'étude du déneigement urbain

SOUS-COMITÉ DE NEIGE ET GLACE
COMITÉ ASSOCIÉ DE LA RECHERCHE
GÉOTECHNIQUE

CONSEIL NATIONAL DE RECHERCHES
Ottawa, Canada

Imprimé au Canada

Prix: \$1.50

Mémoire technique No. 93F

PRÉFACE

Les dépenses causées par le déblaiement de la neige et l'élimination du verglas des routes, voies ferrées et aéroports du Canada, dépassent maintenant un montant annuel d'environ 100 millions de dollars. Il est donc logique que le Comité associé de la recherche géotechnique du Conseil national de recherches s'intéresse à un problème qui impose de lourdes charges financières à la population du pays.

Le Comité associé s'est intéressé à ce problème dès sa fondation. C'est en 1947 que le Comité a patronné une conférence traitant des problèmes posés par la neige et la glace. On reconnut qu'il fallait s'occuper de plus près des problèmes de déneigement et de lutte contre le verglas. Depuis lors, les responsables de l'entretien hivernal des voies de communication s'y sont vivement intéressés. Ils ont ainsi accumulé une telle richesse d'expérience que le sous-comité de neige et glace était dès 1964 en mesure d'organiser une conférence de deux jours. Les comptes rendus* de cette conférence renferment une somme d'expérience pertinente et constituent en même temps une source de renseignements sur le coût de l'entretien hivernal de la voirie et des facteurs qui l'influencent.

Cette conférence a montré qu'il serait nécessaire d'entreprendre des études approfondies du déneigement et de la lutte contre le verglas dans les villes. Le sous-comité de neige et glace du Comité associé a donc réuni un groupe, sous la direction de M. W. D. Hurst, ingénieur municipal de Winnipeg, pour étudier ce problème. Après avoir tout bien pesé, ce groupe de travail a décidé que le plus urgent des besoins actuels consistait en la rédaction d'un manuel des bonnes méthodes du déneigement, qui contiendrait la somme de nombreuses connaissances acquises en ce domaine au Canada.

Les membres du Comité étaient particulièrement compétents pour s'acquitter de cette tâche. Beaucoup avaient déjà contribué de façon importante aux techniques de déneigement. En voici la liste: MM. J. V. Arpin, directeur de la Voirie, Ville de Montréal; F. E. Ayers, directeur du service des projets et des travaux publics, Ville d'Ottawa; R. H. Burton, expert-conseil en circulation, à la firme H. G. Acres Co; K. T. McLeod, directeur du service eau et glace, Direction de la météorologie, Ministère des Transports; L. W. Gold (secrétaire), Chef de la section de neige et glace, Division des recherches en bâtiment, Conseil national de recherches.

L'entretien hivernal de la voirie constitue un fardeau chronique pour l'industrie canadienne des transports. Il est donc important que nous le menions à bien le plus efficacement possible. Je constate avec plaisir que le Comité associé de la géotech-

* Snow Removal and Ice Control, mémoire technique no. 83, Comité associé de la recherche géotechnique, Conseil national des recherches, Ottawa 1964.

nique du Conseil a largement contribué à étendre nos moyens pour résoudre ce problème, principalement par la coordination des efforts généreux d'hommes possédant une grande expérience pratique en ce domaine. Le présent manuel reflète leur compétence. Au nom du Comité associé, je désire exprimer nos remerciements aux membres du groupe de travail pour leur importante contribution à l'élaboration des recommandations et des bonnes méthodes contenues dans ce manuel pour le déneigement et la lutte contre le verglas dans les régions urbaines.

Robert F. Legget. Président du Comité associé de la
recherche géotechnique (1945-1966).

MANUEL DE DÉNEIGEMENT URBAIN

AVANT-PROPOS

En février 1964, le sous-comité de neige et glace du Comité de la recherche géotechnique réunit une conférence à Ottawa au sujet du déneigement et de la lutte contre le verglas. Cette conférence suscita l'enthousiasme de tous ceux qui travaillent en ce domaine et le nombre des délégués présent fut bien plus grand que prévu. À la fin de la conférence, un comité compétent recommanda que des études et des recherches soient menées sur ce sujet. En conséquence, le Comité associé de la recherche géotechnique forma un groupe de travail chargé d'étudier le déneigement et la lutte contre le verglas dans les villes.

Le manuel de déneigement urbain est le résultat direct de ses efforts. Le groupe qui en est l'auteur est convaincu que cet ouvrage contribuera à faciliter la tâche de tous ceux chargés de garder les rues de nos villes praticables et libres de verglas pendant l'hiver. En même temps il encouragera la poursuite des travaux sur cet important sujet.

On en reconnaîtra la grande importance lorsqu'on saura que le coût direct de l'entretien hivernal des rues dans les villes canadiennes s'élève à environ 32 millions de dollars, ce qui représente environ 15 pour cent du montant total dépensé pour l'entretien des voies urbaines. Quand les dépenses publiques sont si grandes pour un seul service, il est bien naturel que les connaissances accumulées à son sujet soient nombreuses. Chaque municipalité urbaine a acquis une grande maîtrise en déneigement et en lutte contre le verglas mais ce progrès s'est déroulé isolément d'une ville à l'autre à cause de l'absence d'une organisation concertée.

L'ampleur grandissante des travaux et des coûts d'entretien hivernal des rues a suscité le développement d'une organisation plus efficace et de méthodes d'évaluation permanente de l'efficacité et de la pertinence des services rendus. Il en est résulté un besoin plus pressant d'échanger connaissances et expérience entre responsables municipaux et par conséquent l'établissement de dossiers des opérations. Le groupe de travail a estimé que la rédaction d'un manuel constituerait une contribution très profitable en ce moment.

Le manuel est basé sur l'expérience accumulée au cours des années par de nombreuses villes canadiennes. Il n'est pas question ici de répondre à toutes les éventualités ni même de donner des réponses définitives. L'entretien hivernal des rues n'est pas une activité stagnante; bien au contraire, elle est en plein développement. Une vue d'ensemble de tous les facteurs en jeu n'a été obtenue que récemment. Les méthodes de travail seront modifiées au fur et à mesure de l'évolution des conceptions, qui découleront des études et des recherches sur les meilleures méthodes de déblaiement des rues.

Selon ces considérations, on a décidé de mettre l'accent sur trois aspects importants de l'entretien hivernal des rues :

- La préparation et la conduite des opérations,
- L'établissement du budget et des dossiers techniques,
- Les arrêtés municipaux et les règlements.

On a aussi estimé que ce manuel devrait traiter de sujets tout aussi importants qui sont l'emploi des agents chimiques pour la prévention du verglas et la fonte de la neige dans les fondeuses et finalement, le climat hivernal.

La préparation et la conduite des travaux d'entretien hivernal est l'objet de la première partie du manuel. Elle est largement basée sur la grande expérience accumulée au cours des années par le service de la Voirie de la ville de Montréal ainsi que sur celle d'autres villes canadiennes.

L'établissement du budget et des dossiers techniques constitue l'objet de la deuxième partie. Ces renseignements proviennent principalement des spécialistes expérimentés du service des projets et des travaux publics de la ville d'Ottawa et de ceux d'autres villes canadiennes.

La troisième partie traite des arrêtés municipaux et des règlements. Les renseignements qu'elle donne proviennent de nombreuses villes canadiennes, de l'Association canadienne des bonnes routes ainsi que de l'"American Public Works Association".

La lutte contre le verglas est devenue un problème d'importance dans les villes. La Division des recherches en bâtiment du Conseil national des recherches a fait un tour d'horizon des connaissances et des méthodes usuelles de déglacement par agents chimiques ou par d'autres moyens. Les résultats de cette étude sont présentés dans les quatrième et cinquième parties respectivement. C'est le climat qui oblige au dégagement des rues en hiver, et c'est pourquoi la sixième partie traite du climat et de son influence sur les travaux d'entretien et donne un résumé de l'aide que peut fournir la Direction de la météorologie du Ministère des Transports.

Le groupe qui a rédigé le présent manuel se rend bien compte que nombre de sujets ont été incomplètement traités. Le Comité associé de la recherche géotechnique accueillera avec plaisir les remarques et propositions concernant le contenu du manuel ainsi que les recommandations au sujet des matières à ajouter dans les prochaines éditions du manuel. Ce n'est que par un examen critique de ce premier jet qu'on mettra au point les normes d'exploitation et les dossiers techniques d'en-

retien hivernal des rues. Les remarques, les propositions et les recommandations doivent être envoyées à l'adresse suivante:

M. le secrétaire,
Comité associé de la recherche géotechnique,
Conseil national de recherches,
Ottawa, Ont., Canada.

Nous mentionnerons ci-dessous les personnes qui ont fourni à titre individuel un large soutien au groupe de travail chargé de la rédaction du manuel:

MM. P. A. Schaerer, Agent de recherche, Section de cryologie,
Division des recherches en bâtiment, Conseil national de recherches.

F. J. Mahaffy, Service eau et glace
Direction de la Météorologie, Ministère des Transports.

A. Johns, Ingénieur de la Voirie, Service des projets et des travaux publics, Ottawa, Ontario.

E. G. Hamlyn, Adjoint administratif, Service des projets et des travaux publics, Ottawa.

De plus, nous avons reçu des recommandations utiles, au sujet du manuel, de diverses autorités municipales, de l'Association canadienne des bonnes routes et de l'"American Public Works Association"; nous les en remercions vivement.

Le manuel condense les données de nombreuses années d'expérience. Nous sommes convaincus qu'elles seront de grande utilité à tous ceux désirant adapter ou étendre leur programme d'entretien hivernal des voies urbaines. Nous espérons que ce manuel ne va pas seulement favoriser l'uniformisation des méthodes nécessaires à une saine administration mais aussi qu'il suscitera l'ouverture de dossiers techniques permettant de déterminer les secteurs où recherches et développement technique sont nécessaires.

W. D. Hurst
Président
du groupe d'étude du déneigement
urbain.

TABLE DES MATIÈRES

PREMIÈRE PARTIE: TRAVAUX D'ENTRETIEN HIVERNAL DE LA VOIRIE

	Page
1.1 INTRODUCTION	17
1.2 PRÉPARATION DES TRAVAUX D'ENTRETIEN HIVERNAL DE LA VOIRIE	18
1.2.1 Normes des travaux d'entretien	18
1) Définition des normes d'entretien	18
2) Qui établit les normes?	18
3) Quelles sont les normes à établir?	19
4) Comment les modifie-t-on?	19
1.2.2 Classification des rues	20
1.2.3 Organisation	20
1) Districts et subdivisions	20
2) Effectifs	22
1.2.4 Répartition des responsabilités	23
1) Direction centrale	23
2) Bureaux de districts	24
3) Contremaîtres	25
1.2.5 Formation	25
1.2.6 Outillage (ou matériel de déneigement)	26
1) Types	26
2) Répartition de l'outillage	26
3) Entretien hivernal	26
4) Entretien d'été	27
1.2.7 Location de l'outillage et travaux contractuels	27
1.2.8 Matériaux antidérapants* et agents déglaçants**	29

* Antidérapant: propre à empêcher le glissement des roues sur le sol (Robert).

**Déglaçant: propre à éliminer le verglas couvrant la chaussée (Larousse).

	Page
1.2.9 Circuits de déblaiement	29
1.2.10 Élimination de la neige	34
1) dans une décharge	34
2) par les égouts	34
3) dans une fondeuse à neige	34
1.2.11 Télécommunications	35
1.2.12 Caractéristiques topographiques et exposition	35
1.2.13 Surveillance	36
1.2.14 Conditions atmosphériques et climat	37
1) les conditions atmosphériques	37
2) le climat	37
3) le bulletin météorologique	37
1.2.15 L'alerte	38
1.2.16 L'information du public	38
1.2.17 Régularisation de la circulation et interdiction du stationnement	39
1.2.18 Transports et services publics	40
1.2.19 Tracé de la voirie	40
1.2.20 Budget et dossiers	40
1.3 ORGANISATION DE L'ENTRETIEN HIVERNAL DE LA VOIRIE	41
1.3.1 Répartition des responsabilités pendant les opérations	41
1) Direction centrale	41
2) Districts	41
3) Secteurs	41
1.3.2 Directives d'exécution des travaux	42
1.3.3 Mise en route	42
1.3.4 Dégagement de la chaussée (passage du chasse-neige)	43
1.3.5 Lutte contre le verglas*	43

* Verglas: couche de glace mince et glissante se formant sur la chaussée.

	Page
1.3.6 Enlèvement de la neige	44
1.3.7 Élimination de la neige	45
1.3.8 Nettoyage final	45
1.3.9 Passages à niveau	46
 ANNEXE N° 1 – Normes proposées pour les principaux travaux de déneigement, de déglacement et d'épandage de matériaux antidérapants	 46
 ANNEXE N° 2 – Système de classification des rues recommandé par l'Association canadienne des bonnes routes	 48
 DEUXIÈME PARTIE: DOSSIERS.	
 2.1 INTRODUCTION	 53
 2.2 ÉTABLISSEMENT DU BUDGET ET CLASSIFICATION DES COMPTES	 55
2.2.1 Établissement du budget	55
2.2.2 Plan comptable	55
2.2.3 Répartition des frais	56
1) Frais généraux	56
2) Frais indirects	57
3) Charges sociales	57
4) Salaires et barème salarial	57
5) Outillage	58
2.2.4 Organisation du plan comptable	58
2.2.5 Rapport d'activité	58
 2.3 ÉVALUATION DES MÉTHODES ET DOSSIERS TECHNIQUES	 59
2.3.1 Introduction	59

	Page
2.3.2 Relevé de l'efficacité des méthodes	60
2.3.3 Méthodes d'évaluation	61
1) Dégagement de la chaussée	61
2) Enlèvement de la neige	62
3) Élimination de la neige	62
4) Rejet latéral de la neige	63
5) Lutte contre le verglas	63
2.3.4 Analyse des tâches	64
ANNEXE N° 1 – Plan comptable	78
ANNEXE N° 2 – Établissement d'un parc commun de véhicules	84

TROISIÈME PARTIE: ARRÊTÉS MUNICIPAUX ET RÈGLEMENTS

3.1 INTRODUCTION	89
3.2 ITINÉRAIRES D'URGENCE-NEIGE	89
3.2.1 Désignation des itinéraires d'urgence-neige	89
3.2.2 Proclamation de l'urgence-neige	89
3.2.3 Règlements des itinéraires d'urgence	90
1) Pneus à neige et chaînes	90
2) Pénalités, droits et privilèges	90
3.2.4 Signalisation des itinéraires d'urgence	90
3.3 RUES SECONDAIRES	90
3.3.1 Pancartes d'enlèvement de la neige dans les rues secondaires	91
3.3.2 Règlements concernant l'enlèvement de la neige dans les rues secondaires	91

	Page
3.4 AUTRES RÈGLEMENTS	91
3.4.1 Autres règlements. Responsabilité des travaux de déneigement	91
3.4.2 Autres règlements. Trottoirs	91
3.4.3 Autres règlements. Pénalités	92
 QUATRIÈME PARTIE: PRODUITS CHIMIQUES 	
4.1 OBJECTIFS	95
4.2 PRINCIPES FONDAMENTAUX DU DÉGLACEMENT CHIMIQUE	95
4.3 FACTEURS QUI INFLUENT SUR L'EFFET DE FONTE	96
4.3.1 Types de produits chimiques	96
4.3.2 Granulométrie	96
4.3.3 Conditions atmosphériques	97
4.3.4 Exposition de la route	98
4.3.5 Heures d'épandage	98
4.3.6 Influences de la circulation	98
4.4 MATÉRIAUX	98
4.4.1 Conditions requises	98
4.4.2 Chlorure de sodium	99
4.4.3 Chlorure de calcium	100
4.4.4 Mélanges	100
4.4.5 Autres produits chimiques	101
4.5 ÉPANDAGE DES PRODUITS CHIMIQUES	102
4.5.1 Quand épandre les produits chimiques?	102
4.5.2 Quantités à employer	102
4.5.3 Temps froid	102
4.5.4 Produits chimiques en solution	103

	Page
4.5.5 Produits d'addition aux antidérapants	103
4.5.6 Produits chimiques utilisés comme antidérapants	104
4.6 EFFETS SECONDAIRES DES PRODUITS CHIMIQUES	104
4.6.1 Corrosion des métaux	104
4.6.2 Protection contre la corrosion	105
4.6.3 Détérioration du béton	106
4.6.4 Effets sur les chaussées asphaltées	107
4.6.5 Dommages causés à la végétation	107
4.6.6 Autres effets	108
4.7 ENTREPOSAGE DES PRODUITS CHIMIQUES	108
4.7.1 Emplacement	108
4.7.2 Silos surélevés	109
4.7.3 Hangars	109
4.7.4 Entreposage à l'extérieur en tas sur bitume ou claie de bois	109
4.7.5 Sacs	110
ANNEXE N° 1 – Cahiers des charges pour le chlorure de sodium	117
ANNEXE N° 2 – Cahiers des charges pour le chlorure de calcium	119

CINQUIÈME PARTIE: FONTE

5.1 INSTALLATIONS THERMIQUES POUR L'ÉLIMINATION DE LA NEIGE ET LA LUTTE CONTRE LE VERGLAS	123
5.2 DISPOSITIFS PROVOQUANT LA FONTE SUR PLACE	123
5.2.1 Chaleur à fournir aux installations de fonte	123
1) Chaleur sensible	123
2) Chaleur nécessaire pour fondre le verglas	123
3) Perte de chaleur par évaporation	124

	Page
4) Perte de chaleur par convection et rayonnement	124
5) Perte de chaleur par évaporation, convection et rayonnement des surfaces de neige	124
6) Chaleur perdue dans le sol	125
7) Besoin total en chaleur	125
5.2.2 Normes relatives à l'enlèvement	126
5.2.3 Caractéristiques des installations	126
5.2.4 Coût	128
5.2.5 Systèmes infra-rouge	128
5.2.6 Résumé	129
5.3 FONDEUSES MOBILES ET FOSSES DE FUSION	129
5.3.1 Caractéristiques générales	129
5.3.2 Facteurs influant sur la conception des systèmes	130
5.3.3 Considérations de coût	131

SIXIÈME PARTIE: CONDITIONS ATMOSPHÉRIQUES ET CLIMAT

6.1 CONDITIONS ATMOSPHÉRIQUES	137
6.1.1 Conditions atmosphériques. Leur prévision	137
6.1.2 Les services météorologiques au Canada	138
6.1.3 Arrangements pris pour assurer le service météorologique	138
6.1.4 Utilisation des services météorologiques	139
6.2 CLIMATOLOGIE ET LES CHUTES DE NEIGE AU CANADA	141
6.2.1 Climatologie et dossiers climatiques	141
6.2.2 Traits particuliers des chutes de neige au Canada	142
6.2.3 Utilité des données sur les chutes de neige	144

	Page
6.3 PUBLICATIONS SUR LES CONDITIONS ATMOSPHÉRIQUES ET LE CLIMAT	145
6.3.1 Données de base et cartes climatologiques	145
6.3.2 Périodiques donnant des renseignements climatiques récents	145
6.3.3 La météorologie et les prévisions du temps	146
6.4 MÉTÉOROLOGUES RÉGIONAUX	147

PREMIÈRE PARTIE

Travaux d'entretien hivernal de la voirie

1.1 INTRODUCTION

Le déblaiement de la neige et la lutte contre le verglas sont rendus nécessaires par les conditions physiques du milieu qui nous obligent à une action calculée pour la protection des individus et de leurs biens. Les responsables de l'entretien hivernal de la voirie des petites agglomérations urbaines peuvent généralement assurer un service parfaitement adéquat en se basant sur leur bon sens et l'expérience accumulée. Cependant, dans les agglomérations urbaines plus importantes et particulièrement dans les villes de plus de 50 000 habitants, les travaux de déneigement et de lutte contre le verglas deviennent beaucoup plus complexes, et les exigences des habitants ont plus d'envergure. Les services chargés de l'exécution des travaux doivent être organisés et équipés de façon à faire face à un volume de travaux qui est fonction de la superficie de l'aire à dégager et à parer aux cas imprévus dont la gravité augmente de la même façon.

Les difficultés qui réclament une action urgente des Services de la Police, du Service des Incendies ou du Service municipal des eaux ne se produisent généralement que très localement. Les tempêtes de neige et les pluies verglaçantes, par contre, peuvent causer des difficultés dans une vaste zone, tout comme celles qui sont dues à une inondation ou à un ouragan. Les services chargés de l'entretien hivernal de la voirie doivent être prêts à tout moment à faire face à ces situations et à rétablir aussitôt que possible les conditions de viabilité requises par la circulation actuelle. Si les services compétents n'agissent pas rapidement et efficacement au cours de ces tempêtes, la subsistance et l'économie de la collectivité en seraient affectées.

L'expérience a montré que les conditions requises pour que les travaux d'entretien hivernal soient accomplis avec succès sont les suivantes :

- a) l'établissement de normes d'entretien bien définies;
- b) une organisation et un outillage soigneux pour que les services compétents puissent atteindre ces normes;
- c) un contrôle efficace de la conduite des opérations.

On ne peut trop souligner, cependant, que l'efficacité d'un service de déneigement et de lutte contre le verglas réclame beaucoup plus qu'une bonne organisation et un matériel adéquat. Il a également besoin de bons techniciens. Les spécialistes qui dirigent les opérations doivent avoir une connaissance complète de toutes les questions qui relèvent de leurs fonctions. Ils doivent être capables de lutter contre les tempêtes de neige et pluies verglaçantes dans les pires conditions possibles, et de lutter efficacement contre les plus imprévisibles des forces de la nature, les conditions atmosphériques.

Cette remarque est particulièrement applicable aux gens qui occupent des postes de responsabilité. Ils doivent comprendre les rouages du milieu qui les environne, avoir le don de prévoir une modification des conditions physiques, et être prêts à affronter ces conditions de la façon la plus efficace possible. Par-dessus tout, ils doivent savoir comment coordonner les moyens dont ils disposent de façon à rétablir les conditions normales de circulation dans un délai d'un jour ou deux, même après les pires tempêtes et non après un délai d'une semaine. Un service disposant de tels hommes, d'un bon outillage, d'une organisation saine et d'un plan soigneusement établi pourra toujours être en mesure de déclarer "Nous sommes prêts" — "We are ready".

1.2 PRÉPARATION DES TRAVAUX D'ENTRETIEN DE LA VOIRIE

1.2.1 Normes des travaux d'entretien

1) Définition des normes d'entretien hivernal.

Les normes représentent les objectifs qu'on essaie d'atteindre par les travaux de déneigement et de lutte contre le verglas. Elles décrivent les conditions physiques nécessaires à la circulation normale dans une rue donnée, qui varient selon le rôle de la rue dans le réseau de voirie. Les citoyens voudraient que la neige soit enlevée au fur et à mesure qu'elle tombe sur le sol. La chose est théoriquement possible, mais le coût en serait prohibitif. Les normes d'entretien doivent être réalistes et rédigées de façon qu'on obtienne une surface de chaussée convenable à un coût raisonnable et acceptable. On doit réaliser un équilibre entre les dépenses, les besoins et les avantages procurés. En conséquence, les grands centres urbains ont besoin de normes d'entretien hivernal plus élevées que les petites villes, et peuvent en supporter le coût. La même comparaison peut être établie entre les quartiers d'affaires et les quartiers domiciliaires.

2) Qui établit les normes?

Les normes d'entretien hivernal sont en fin de compte établies par les autorités investies du pouvoir réglementaire de la région urbaine considérée. Elles constituent une question de politique et prennent en considération les exigences des citoyens, la densité de la circulation, les possibilités économiques, les facteurs topographiques et climatologiques et les moyens en hommes, outillage et matériaux dont dispose le service de la voirie. Elles se sont modelées peu à peu en fonction de l'expérience acquise et des recommandations du service de la voirie, du service de la police, du bureau d'étude de la circulation et d'autres s'occupant de la circulation et de sa régularisation.

3) *Quelles sont les normes à établir?*

Les normes d'entretien précisent pour chaque type de rue et de trottoir:

- a) le service à assurer, c'est-à-dire l'obtention d'une chaussée nette, le dégagement au chasse-neige seulement, l'enlèvement complet de la neige, soufflage dans les terrains adjacents, etc.
- b) la durée maximale tolérable pendant laquelle une rue peut rester dans un état insatisfaisant à la suite d'une tempête de neige.

L'annexe I-1 décrit les normes proposées pour les principaux travaux de déneigement et de lutte contre le verglas.

4) *Comment modifie-t-on les normes?*

Quand les principes directeurs ont été établis, on peut y apporter des modifications de différentes façons. Les demandes du public peuvent s'exprimer par l'intermédiaire des représentants élus, aux réunions du conseil municipal. Les décisions prises pour satisfaire ces désirs sont ensuite transmises au Service de voirie.

Les contremaîtres du Service proposent souvent des modifications des méthodes de travail à leurs supérieurs. Ces propositions doivent être étudiées soigneusement car elles sont fondées sur l'expérience et sont souvent suscitées par un changement, telle une nouvelle répartition de la circulation ou l'imposition de restrictions au stationnement.

Le Directeur de l'entretien hivernal de la voirie introduira ou recommandera souvent des modifications temporaires ou permanentes des principes directeurs en fonction des changements de la circulation et des conditions de travail. Ces modifications deviennent nécessaires lorsque par exemple il devient préférable d'enlever entièrement la neige dans certains secteurs ou d'introduire l'utilisation d'agents de déglacement chimiques ou encore de modifier les heures d'opération.

On peut procéder à des modifications d'importance des principes directeurs pour répondre à des besoins urgents, comme il s'en présente lors de deux grosses tempêtes successives à court intervalle. Il est particulièrement important dans de tels cas d'avertir les autorités municipales des modifications réalisées et des raisons qui les ont suscitées afin que ces autorités élues soient prêtes à affronter les réactions éventuelles du public.

Il suffit d'observer la circulation au cours d'une tempête de neige pour reconnaître l'influence que l'enlèvement de la neige et les mesures de lutte contre le verglas peuvent avoir sur le mouvement de la circulation. Des travaux d'entretien inadéquats pour quelque cause que ce soit peuvent causer une sérieuse interruption de la circulation, des morts et des dommages matériels. On doit toujours considérer que le but de l'enlèvement de la neige et de la lutte contre le verglas est de permettre la circulation libre et sûre des véhicules sur la chaussée et des piétons sur

les trottoirs. Les normes d'entretien, quand elles sont élaborées, doivent définir cet objectif en fonction de la circulation existante.

1.2.2 Classification des rues

On doit examiner les types de rues et les normes d'entretien pertinentes quand on établit les plans d'enlèvement de la neige et de lutte contre le verglas. À une certaine période, il faut mettre sous forme de tableau les travaux à réaliser pour chaque type de rue. Le tableau I-1 en constitue un exemple.

La classification utilisée pour la compilation du tableau I-1 est celle recommandée par l'Association canadienne des bonnes routes. Cette classification est présentée à l'annexe I-2.

On peut subdiviser les types de rues pour les fins d'enlèvement de la neige et de lutte contre le verglas et établir par exemple les classes suivantes:

- circuits d'urgence-neige;
- rues où les voitures peuvent stationner le long d'un ou des deux trottoirs;
- rues à sens unique ou non
- secteurs à fortes pentes.

Le stationnement et la largeur restreinte des rues peut dans certains cas limiter le genre de travail qui peut y être exécuté et le genre d'outillage que l'on peut y employer.

1.2.3 Organisation

L'organisation des travaux d'entretien hivernal dépend de l'étendue de l'aire où ce service est assuré et de l'importance du travail à réaliser. Le service sera assuré par un ou deux hommes dans le cas des petites agglomérations, mais il exigera une organisation très complexe et plusieurs centaines d'hommes dans les grandes villes.

1) Districts et secteurs

L'aire à dégager peut être divisée en districts ou quartiers dont le nombre et la taille dépendent du travail à faire et des conditions locales. Il peut être commode de subdiviser les districts en secteurs pour faciliter le travail administratif et la répartition des tâches. Le secteur constitue généralement la subdivision la plus petite que l'on utilise. On peut également grouper certains travaux pour des fins administratives ou de direction, comme l'entretien des véhicules, la tenue des comptes et des registres, etc.

TABLEAU I-1 INFLUENCE DU GENRE DE LA RUE SUR LES TRAVAUX DE DÉNEIGEMENT, DE DÉGLACEMENT ET D'ÉPANDAGE

	Voies Rapides	Grandes artères	Rues principales	Rues secondaires
Épandage de sel ou de mélanges agent chimique/matériaux antidérapants	mécanique vitesse 20-30 milles/h, 600 à 1500 liv./mi.	mécanique, vitesse 15-20 milles/h, 600 à 1200 liv./mi.	mécanique ou manuel à la vitesse de 10-15 milles/h, 300-600 liv./mi.	mécanique ou manuel à la vitesse de 5-10 milles/h, 300-600 liv./mi.
Mode d'épandage	continu	continu	arrêts, feux, montées	arrêts, feux, montées
Dégagement (chaussée)	par chasse-neige en tandem à 20-30 mi./h, 300 pi. entre les chasse-neige, qui peuvent être plus nombreux selon la largeur ou le nombre des voies a) divisé: pousser la neige de gauche vers la droite pour déblayer la largeur de la chaussée. Même action sur les voies de sens opposé. b) non divisé: pousser la neige de gauche vers la droite à partir de la ligne médiane. Même action sur l'autre moitié de la chaussée au retour.	par chasse-neige en tandem à 8-20 mi./h, 150 pi. entre les chasse-neige qui peuvent être plus nombreux selon la largeur ou le nombre des voies	par chasse-neige en tandem à la vitesse de 5-10 mi./h, 30 pi. entre les chasse-neige	1) Stationnement permis; un chasse-neige, vitesse de 4-6 mi./h 2) stationnement interdit: deux chasse-neige, vitesse de 5-8 mi./h a) sens uniques i) stat. un côté: dégager la chaussée de la gauche au caniveau de droite. ii) stat. deux côtés: dé- gager la voie centrale de la gauche vers la droite. Renouveler et terminer le dégagement lorsque les autos seront parties. b) deux sens Dégager la moitié de la chaussée de gauche à droite. Même action sur l'autre moitié au retour.
Dégagement des trottoirs	Aucun	1 ^{er} passage de dégagement à 3-5 mi./h. Renouveler si la chute de neige continue. Dernier passage pour élargir.	1 ^{er} passage de dégagement à 3-5 mi./h. Renouveler si la chute de neige continue. Dernier passage pour élargir.	1 ^{er} passage de dégagement à 3-5 mi./h. Renouveler si la chute de neige continue. Dernier passage pour élargir.
Nettoyage des passages pour piétons (cloutés) Chargement et charroi	Aucun souffleuse (grande vitesse pour neige mouillée) 1 chargement de camion par minute	Tractopelle, benne de 1½ à 2½ verges cu. Chasse-neige rotatif (à grande vitesse pour neige mouillée) ½ à ¾ de chargement de camion/min.	Tracteur-chargeur de 1½ à 2½ verges cu. Chasse-neige rotatif ou tracteur- chargeur (ou les deux) 20-30 chargements/h, selon la neige, la distance, et la circulation.	Tracteur-chargeur benne de 1 à 2 verges cu. Chasse-neige rotatif ou tracteur- chargeur (ou les deux) 20-30 chargements/h, selon la neige, la distance, et la circulation.

2) *Effectifs*

Quel que soit le type d'organisation réalisé, il est indispensable d'instaurer une Direction centrale, surtout lorsque plusieurs départements contribuent aux opérations. Une seule personne doit avoir le titre de Directeur de l'entretien hivernal de la voirie. Ce dernier doit être choisi avec le plus grand soin en vue d'obtenir la collaboration sans restriction de tous les départements et de susciter le groupement des efforts. Cette personne doit être un fonctionnaire supérieur, tels le Directeur des travaux publics ou le Directeur de la Voirie ou des services sanitaires.

Chaque subdivision du Service doit se trouver sous le commandement direct d'un seul responsable. Un secteur par exemple, ou la subdivision équivalente, sera en général placé sous la responsabilité d'un contremaître. Ce sont les responsables occupant des postes de direction qui sont les chevilles ouvrières du service hivernal de la voirie, et on doit les choisir soigneusement et leur donner des directives précises. Le Directeur de l'entretien hivernal doit s'assurer que ces personnes ont l'expérience nécessaire et des capacités d'organisation, et qu'elles sont bien au courant de leurs responsabilités et de leur rôle dans l'organisation. Le détail de leurs fonctions doit leur être donné par écrit afin qu'il ne se produise pas de malentendu.

Le personnel permanent ou auxiliaire doit être mis à la disposition du contremaître du secteur ou subdivision équivalente et se trouver sous ses ordres directs. L'organisation du personnel à l'échelon du secteur doit prendre en considération les travaux d'entretien hivernal qui sont accomplis sous contrat dans les limites du secteur.

Des organigrammes bien préparés expliqueront aux membres du personnel comment fonctionne l'ensemble et quelle est leur place dans l'organisation. Un organigramme principal montrera la structure essentielle de tout le service et donnera les noms des responsables à chaque niveau de commandement. Un second organigramme montrera en détail les postes subordonnés, particulièrement au niveau du secteur, et les rapports avec l'organigramme principal. Ces organigrammes doivent être affichés pour que chacun puisse connaître sa place et ses responsabilités dans l'ensemble. La figure I.1 donne un exemple d'organigramme.

L'organigramme doit montrer clairement la voie hiérarchique du commandement. Si au cours des opérations ces voies se croisent, toute action entreprise doit être soumise dans le plus bref délai à l'autorité compétente. Il est indispensable d'informer les membres du personnel de leurs responsabilités au cours d'exposés donnés avant l'hiver et d'empêcher toute confusion possible découlant de l'ignorance des détails d'organisation et des modes de fonctionnement de l'ensemble.

1.2.4 Répartition des responsabilités

Un programme d'entretien hivernal nécessite la présence de trois éléments indispensables pour être couronné de succès: le personnel, l'outillage et les matériaux, qui doivent être combinés de façon à constituer une force d'intervention efficace. Ce résultat n'est pas facile à obtenir. Les différentes collectivités n'adoptent pas les mêmes modes d'organisation. Chacune attribue les tâches aux fonctionnaires ou aux services qu'elle considère les plus capables de conduire efficacement des opérations d'entretien. Il est par conséquent nécessaire que les responsabilités de chaque groupe ou niveau de commandement de l'organisme soient clairement délimitées. Les paragraphes suivants contiennent des conseils concernant les responsabilités qui doivent être confiées à chaque niveau de commandement.

1) *Direction centrale*

La direction centrale a généralement son siège dans le bureau responsable de l'ensemble des travaux d'entretien hivernal. Ce centre de commandement assume les fonctions suivantes:

- a) organisation et commandement de l'ensemble des opérations;
- b) établissement des normes d'entretien et transmission de ces normes à qui de droit;
- c) détermination des travaux à faire exécuter par les équipes de la voirie et de ceux qui seront exécutés sous contrat;
- d) location de l'outillage;
- e) affectation de l'outillage aux divers districts;
- f) organisation du service d'entretien de l'outillage;
- g) organisation et commande du réseau de télécommunications;
- h) obtention et transmission des bulletins météorologiques;
- i) entente pour la régularisation de la circulation, la réglementation du stationnement et le remorquage des véhicules stationnés en contravention des règlements;
- j) information du public;
- k) entente avec les services de transports publics et autres services publics;
- l) tenue des comptes et des dossiers.

Le Directeur de l'entretien hivernal devrait être entièrement responsable, envers les magistrats municipaux élus, de l'organisation et de la conduite du déneigement et de la lutte contre le verglas. Ce doit être un planificateur par nature. Longtemps avant que les premiers flocons de neige commencent à tournoyer, il

aura établi le plan complet des travaux d'entretien hivernal. Dès août ou septembre, il se sera assuré que ses services disposeront d'un inventaire suffisant d'outils, d'agents déglaçants et de matériaux antidérapants. Il sera allé plusieurs fois aux garages d'entretien pour s'assurer que les modifications et les réparations nécessaires à l'outillage seront exécutées à temps. Il aura également passé en revue les fournisseurs d'outillage en location et conclu les contrats de déblaiement de la neige et de lutte contre le verglas. Il se sera enfin assuré que chaque district et que chaque équipe sont prêts et que le réseau de télécommunications fonctionne parfaitement.

2) *Districts (ou quartiers)*

C'est la Direction centrale qui organisera probablement les travaux d'entretien hivernal des petites et moyennes municipalités, et les détails seront mis au point de concert avec le personnel de direction. Pour les grandes agglomérations divisées en districts, la Direction centrale n'établit généralement des plans que dans le cadre des principes directeurs, et plus particulièrement au sujet des seuls travaux qui s'appliquent en général à tous les districts de la région urbaine.

Chaque district est organisé habituellement de façon autonome, et c'est le chef de district qui assume la responsabilité d'une planification détaillée des travaux dans ses limites ainsi que l'utilisation du personnel de l'outillage et des matériaux. Le bureau de district sera chargé des fonctions suivantes:

- a) détermination des effectifs et de l'outillage nécessaires;
- b) affectation des hommes et de l'outillage;
- c) détermination des quantités de matériaux nécessaires et leur entreposage;
- d) désignation des secteurs dont l'entretien sera à la charge des entrepreneurs;
- e) établissement du plan des circuits d'épandage, de dégagement et de chargement de la neige dans leur district;
- f) formation du personnel;
- g) prise des dispositions nécessaires pour les travaux, nuit et de fin de semaine et formation des équipes de réserve.

Tout responsable d'un district doit être un homme d'action réfléchi. Il doit s'assurer que chaque unité sous ses ordres dispose des effectifs, de l'outillage et des matériaux nécessaires, et que tous les hommes ont reçu une formation convenable, qu'ils connaissent leurs fonctions et qu'ils sont prêts à l'action en tout temps. Si les préparatifs ne sont pas satisfaisants, il doit prendre immédiatement les dispositions nécessaires. Ses contremaîtres comptent sur lui et il ne doit pas leur faire défaut. Il doit se tenir prêt en tout temps à répondre pour son groupe envers le Directeur de l'entretien hivernal.

3) *Les contremaîtres*

Le contremaître dirigeant un secteur doit recevoir du chef de district toutes les directives nécessaires concernant le territoire dont il s'occupe. Il doit participer à l'élaboration des plans et assister fréquemment aux réunions d'organisation du district afin de savoir ce qu'on attend de lui et de sa section. Cet exercice mental lui est utile, car il lui permet de se familiariser complètement avec les responsabilités qu'il assume.

Le contremaître doit s'assurer que:

- a) l'organigramme de sa section est complet;
- b) les noms, adresses et numéros de téléphone de tous ses subordonnés ont été convenablement relevés et sont disponibles;
- c) les périodes de relève ("shifts") sont organisées longtemps d'avance, y compris les vacances et fins de semaines afférentes;
- d) un outillage suffisant est disponible, et chaque véhicule est dirigé par un conducteur compétent;
- e) les hommes connaissent leur itinéraire de travail, et ont reçu toutes les directives nécessaires.

Le contremaître constitue la cheville ouvrière de la machine humaine envoyée combattre les méfaits de la tempête de neige, et il est le responsable le plus proche des opérations. Il faut le choisir avec soin, lui donner une formation convenable, et lui fournir les outils et les hommes indispensables à l'accomplissement de l'ouvrage. Il est chargé de s'assurer que les hommes et le matériel accomplissent leur tâche convenablement. Il doit prévoir les problèmes qui peuvent surgir inopinément au cours des opérations, et leur trouver une solution d'avance. Il doit organiser son travail de façon à avoir ses hommes, son outillage et ses matériaux bien en main en tout temps.

1.2.5 Formation

L'outillage et les matériaux ne peuvent donner toute leur efficacité au cours du déneigement et de la lutte contre le verglas que si le personnel sait comment les utiliser efficacement. Il est par conséquent important d'instaurer un programme de formation qui sera mené à bien avant que les intempéries hivernales ne commencent. La formation des employés manuels doit recevoir une attention particulière, car ce sont eux qui constituent les rouages des travaux physiques de déneigement. À la fin du programme de formation, chaque ouvrier doit savoir exactement ce qu'il aura à faire, et connaître parfaitement les lieux de son travail.

Les répétitions générales avec de l'outillage constituent une bonne méthode de détection des erreurs possibles avant l'hiver, permettant d'y parer et d'ajuster le

fonctionnement de l'outillage. Tout conducteur de véhicule doit posséder une carte montrant son itinéraire de travail, et indiquant les points de départ et d'arrivée. Il doit connaître exactement les méthodes qu'il suivra. Il saura par exemple le lieu et le moment où il travaillera seul ou de concert avec d'autres. Il est recommandable de maintenir les hommes au même poste afin qu'ils deviennent parfaitement familiers avec leur tâche, et que par conséquent celle-ci soit exécutée à la perfection. Les entrepreneurs et les propriétaires de l'outillage loué seront également encouragés à suivre les mêmes méthodes.

1.2.6 Outillage

1) *Types*

L'outillage d'entretien hivernal peut se diviser en deux catégories générales. La première englobe l'outillage remplissant une fonction spéciale concernant exclusivement la neige et la glace. Elle comprend les épanduses, les chasse-neige munis de leurs étraves ou versoirs, les chenillettes déneigeuses, les souffleuses (turbofraises). La seconde catégorie comprend les machines polyvalentes tels les camions, les chargeuses, les arroseuses, certains types de tracteurs, etc.

L'outillage peut être la propriété de la municipalité, ou celle d'un entrepreneur, ou bien être loué. La répartition du matériel entre ces trois catégories dépend de l'ampleur de la tâche, de la quantité d'outillage disponible, et de la ligne de conduite suivie. Toutes dispositions concernant le matériel doivent être prises avant la saison hivernale.

2) *Affectation de l'outillage*

Dans les municipalités petites et moyennes, l'affectation de l'outillage ne constitue pas un problème important. Mais ce n'est pas souvent le cas dans les grandes agglomérations. Il se produit souvent une pénurie de matériel dans un secteur donné, et on doit y remédier par le prélèvement d'outillage appartenant à la municipalité dans d'autres districts, ou par la location d'autre matériel. On doit prévoir l'affectation du matériel bien avant l'hiver et on doit si possible le répartir de façon qu'il soit prêt à fonctionner dès les premiers froids. On doit également étudier les affectations temporaires possibles de l'outillage en cas d'urgence.

3) *Entretien hivernal de l'outillage*

L'outillage constitue l'arme indispensable aux équipes qui luttent contre la neige et la glace, et il faut le maintenir dans les meilleures conditions de fonctionnement possibles. On doit l'utiliser avec soin, et seuls des conducteurs compétents doivent le diriger. Cependant, l'outillage est mis à rude épreuve au cours des tempêtes de neige, et il faut s'attendre à des défaillances. L'expérience montre qu'après 24 heures d'opération on peut avoir presque un quart du matériel en panne. Des

ateliers de réparations doivent être disponibles, car l'efficacité de l'entretien hivernal de la voirie dépend très largement de la rapidité de retour à l'ouvrage de l'outillage en panne.

Il est nécessaire de s'assurer dès les travaux de planification que les ateliers de réparations seront bien équipés et que leur personnel sera capable de faire des réparations minimales ou importantes rapidement et sûrement. Chaque district des grandes régions urbaines devra disposer d'un atelier de petites réparations; il y aura un grand garage de réparations central pour la région. Les plans devront prévoir un bon service de dépannage muni d'un certain nombre de dépanneuses avec émetteur-récepteur, qu'on pourra même envoyer faire leur ronde au cours des tempêtes pour répondre aux appels dans un bref délai. Les dépenses supplémentaires causées par un tel service seront largement contrebalancées par les économies qu'elles permettront. Il est utile de disposer d'un camion-citerne qui suivra un circuit prédéterminé pour ravitailler les véhicules en carburant, de préférence au cours de la période des repas.

On devra prendre les dispositions nécessaires pour soumettre l'outillage à des vérifications périodiques, et lui donner un entretien préventif de façon automatique. Des défauts minimes peuvent causer des pannes importantes si on n'y remédie pas à temps. Le matériel soumis à un usage abusif causera des difficultés quand on en aura un besoin urgent.

4) *Entretien d'été de l'outillage*

Les deux catégories d'outillage mentionnées ci-dessus ont besoin d'un entretien soigneux pour que les véhicules soient prêts à l'emploi dès que l'hiver arrive. On doit vérifier soigneusement les différents appareils à chaque printemps, les réviser soigneusement et les repeindre. On mettra soigneusement en dépôt l'outillage spécialisé, dont l'état sera vérifié à l'occasion au cours de l'été. Il serait imprudent d'omettre de prendre soin de ce matériel au cours de l'été sous prétexte qu'il serait assez tôt au début de l'automne pour le remettre en état de fonctionnement. Le matériel non spécialisé sera révisé à l'automne et au printemps pour le préparer en vue de la tâche qui l'attend. On doit dresser d'avance le plan de ces travaux qui seront effectués comme tâche courante.

1.2.7 Location de l'outillage et travaux contractuels

Le public exige que le déneigement et les travaux de lutte contre le verglas soient rondement menés, ce qui nécessite un grand déploiement d'outillage. Les collectivités petites et moyennes seront peut-être en mesure de répondre aux exigences du public avec leur propre matériel, auquel s'ajoutera l'outillage loué à l'occasion des fortes tempêtes. Les grandes villes ne peuvent pas posséder tout le matériel qui leur est nécessaire pour l'entretien hivernal de la voirie, en raison de difficultés

pratiques. La mise de fonds serait mal placée, car une grande partie des machines nécessaires ne serait employée que pendant 40 à 60 jours d'hiver. On doit souvent prendre en considération la location d'un grand nombre de chasse-neige, de niveleuses, de chargeuses sur roues ou sur chenilles, de tracteurs, de camions, etc., et confier quelques secteurs à des entrepreneurs travaillant sous contrat.

C'est au cours des travaux de planification qu'on doit déterminer les besoins en outillage loué et les secteurs qui seront entretenus par des entrepreneurs sous contrat. On tracera sur des plans à grande échelle les limites des secteurs entretenus par les équipes municipales et ceux qui sont confiés aux entrepreneurs. Ces cartes montreront la classification des rues par des couleurs appropriées, les feux de circulation, les arrêts obligatoires et les emplacements des décharges municipales. Si ces cartes ont été convenablement dressées, elles serviront à établir les circuits des différentes opérations, et constitueront également un modèle pour les cartes d'opérations dont chaque conducteur doit être muni.

L'outillage loué doit être intégré avec celui des équipes municipales, et les conducteurs doivent recevoir leurs directives en même temps. Si la proportion d'outillage loué devient trop importante, on aura peut-être quelques difficultés à l'administrer. Il se peut également qu'il soit malaisé d'obtenir tout le matériel requis, en raison d'une offre insuffisante en fonction des besoins des collectivités des alentours. Cette rareté peut ainsi causer une inflation des tarifs de location du matériel, particulièrement dans les grands centres urbains, et rendre coûteux le déneigement à l'aide de matériel loué. Le contrat de déneigement et de lutte contre le verglas fournit un moyen de surmonter les difficultés que peut causer l'outillage loué pour compléter le parc de véhicules. L'expérience a montré que cette méthode permet de réduire la surveillance à un niveau raisonnable, et de diminuer les frais de temps mort. De nombreux entrepreneurs s'intéressent à de tels contrats, car ils leur permettent de maintenir leur personnel qualifié en activité pendant tout l'hiver et d'obtenir un meilleur rendement moyen de leur outillage. Si l'on met en adjudication la location de l'outillage et les contrats de déneigement, il est généralement nécessaire de garantir un nombre minimal d'heures d'ouvrage.

Les avis concernant les besoins en matériel et les secteurs à déneiger sous contrat devraient être publiés dans les journaux urbains et ruraux de la région bien avant que la saison froide ne commence. Ces avis ne provoquent généralement que peu de réponses, et il est nécessaire de les répéter assez souvent, et de les faire suivre de démarches complémentaires. On doit conserver les listes d'entrepreneurs ayant travaillé les hivers précédents, et les mettre à jour tous les automnes. Il est utile d'envoyer des circulaires à ces entrepreneurs pour les encourager à affecter leur matériel dès que possible. Il se peut que de nombreux efforts et un temps considérable soient nécessaires pour prendre contact avec les entrepreneurs et en

obtenir un engagement définitif. On doit se souvenir que la moitié du matériel affecté seulement est généralement disponible quand se produit la première tempête de neige, l'autre moitié étant encore affectée à des travaux restant de l'été. On ne doit pas négliger ce facteur lors de l'établissement des plans hivernaux car il pourrait constituer un manquement sérieux.

Il se peut que dans certaines régions il ne soit pas possible de se procurer le matériel ou les effectifs et les matériaux nécessaires à l'entretien hivernal. Il pourrait être possible dans ce cas de prendre des arrangements avec les services de la voirie provinciale pour obtenir de l'aide en cas de tempête importante. La conclusion d'une telle entente est indispensable, et il faut s'en occuper bien avant la saison froide.

1.2.8 Matériaux antidérapants et agents chimiques

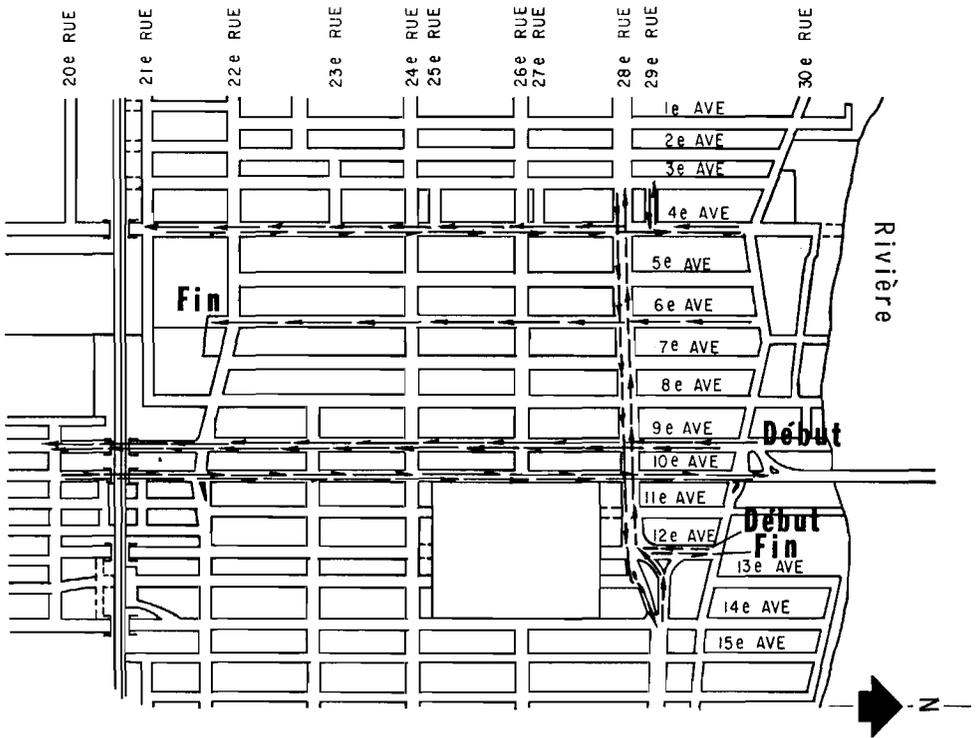
Les produits les plus importants, tels les chlorures alcalins et les matériaux antidérapants, doivent être commandés bien avant l'hiver. L'expérience acquise donnera une idée des quantités nécessaires, ainsi que du nombre de milles de rues à entretenir, et indiquera les principes directeurs à suivre. Il se peut que les soumissions pour la fourniture de matériaux soient rejetées, et qu'un nouvel appel d'offres soit nécessaire. Si le calendrier est trop court, certains des matériaux ne seront pas livrés à temps, entraînant des conséquences sérieuses. On doit prévoir également l'entreposage des matériaux de voirie. Les tas seront convenablement protégés des intempéries et bien répartis aux endroits stratégiques de la ville, pour réduire le transport et la manutention. La 4^e partie du présent ouvrage donne des renseignements sur l'entreposage des chlorures alcalins.

1.2.9 Circuits de déblaiement

Quand une tempête de neige ou une autre forme de précipitation cause des dangers à la circulation, il serait peu sage d'engager les opérations sans avoir un plan de lutte. Seule une planification réalisée longtemps d'avance peut permettre d'éviter la confusion qui autrement serait inévitable. Les conducteurs de l'outillage doivent connaître leur tâche en détail. Ils doivent disposer de directives précises, de préférence sous forme graphique, montrant le circuit à suivre et la succession de leurs travaux.

On doit préciser au cours de l'établissement des plans quelles seront les rues à dégager en priorité. Le tracé des circuits tiendra compte de ces priorités, qui seront clairement indiquées sur les cartes d'opérations. Ces dernières donneront également la liste des directives spéciales, indiquant par exemple où et quand il faut dégager la rue par un seul ou par un couple de chasse-neige. On doit se rappeler que les fortes chutes de neige exigent le passage d'un seul chasse-neige pour dégager autant

de rues que possible. Quand la chute de la neige se ralentit, on fait passer deux chasse-neige en tandem pour élargir la chaussée libre. On doit accorder une attention spéciale aux directives concernant les circuits de dégagement de la voirie dans les secteurs à la charge des entrepreneurs. Les figures I-2, I-3 et I-4 sont des exemples de cartes d'opérations.



**Programme de déblaiement des rues principales
(passage du chasse-neige)**

Équipe "A" – 3 chasse-neige: A, B, C

Rue	de	à	côté
12e avenue	30e rue	28e rue	O
28e rue	12e avenue	3e avenue	N
28e rue	3e avenue	14e avenue	S
28e rue	14e avenue	12e rue	N
12e avenue	28e rue	30e rue	E

Équipe "A-1" – 2 chasse-neige: A, B

Rue	de	à	côté
9e avenue	30e rue	20e rue	O
10e avenue	20e rue	30e rue	E
9e avenue	30e rue	20e rue	E
10e avenue	20e rue	30e rue	O
4e avenue	30e rue	21e rue	2
29e rue	3e avenue	4e avenue	2
6e avenue	30e rue	22e rue	2

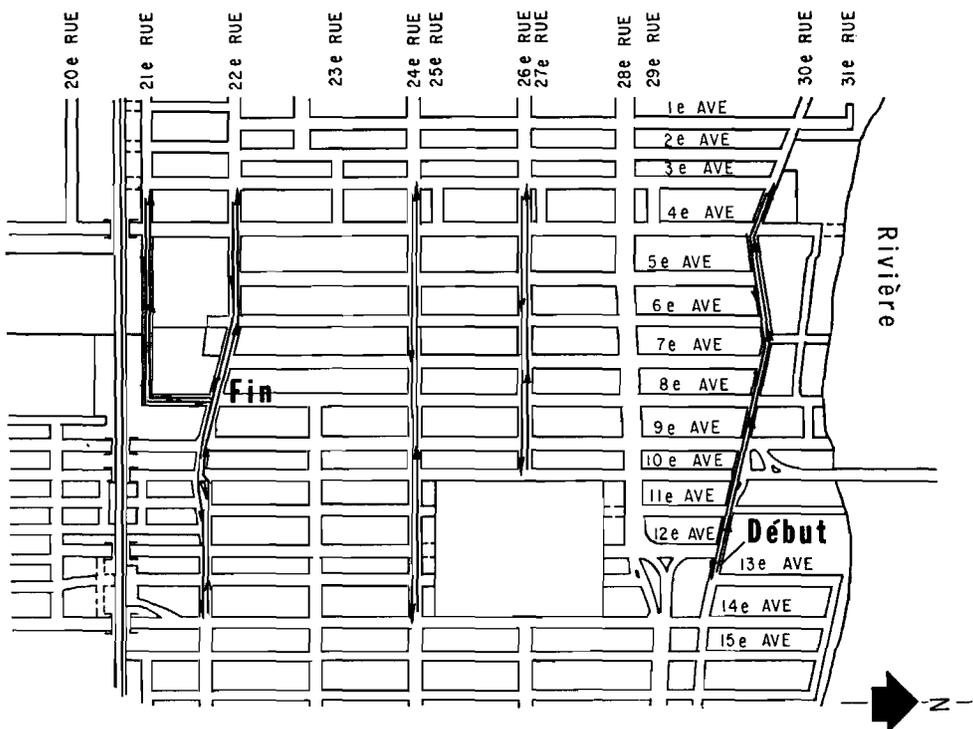
LÉGENDE

Déblaiement effectué avec trois chasse-neige --> -->

Déblaiement effectué avec deux chasse-neige -> ->

FIGURE I-2

EXEMPLE DE CARTE D'OPÉRATIONS DE DÉBLAIEMENT DES RUES PRINCIPALES.



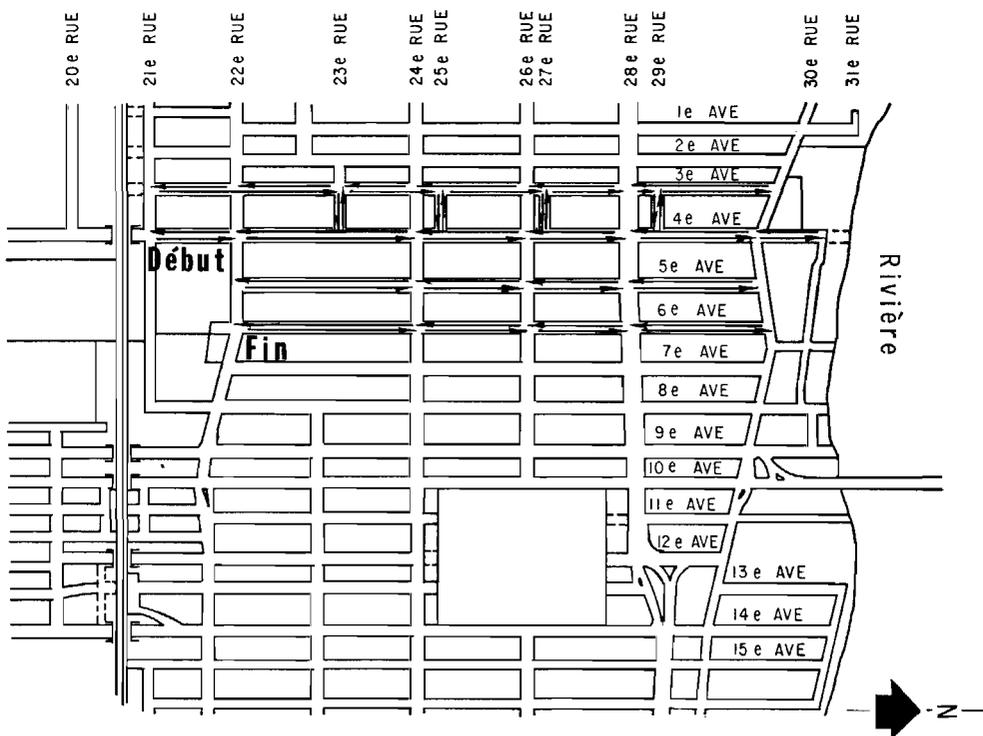
**Programme de déblaiement des rues principales
(passage du chasse-neige)**

Équipe "A-2" — 1 chasse-neige: C

<u>Rue</u>	<u>de</u>	<u>à</u>	<u>côté</u>
30e rue	13e avenue	3e avenue	2
26e rue	10e avenue	3e avenue	2
24e rue	14e avenue	3e avenue	2
22e rue	14e avenue	3e avenue	2
8e avenue	22e rue	21e rue	2
21e rue	8e avenue	3e avenue	2

**FIGURE I-3
EXEMPLE DE CARTE D'OPÉRATIONS DÉGAGEMENT DES RUES PRINCIPALES.**

BR 3952-2F



**Programme de dégagement des trottoirs
(1 chenillette déneigeuse)**

<u>Rue</u>	<u>de</u>	<u>à</u>	<u>côté</u>
4e avenue	21e rue	31e rue	2
3e avenue	21e rue	30e rue	2
23e rue	3e avenue	4e avenue	2
25e rue	3e avenue	4e avenue	2
27e rue	3e avenue	4e avenue	2
29e rue	3e avenue	4e avenue	2
5e avenue	22e rue	30e rue	2
6e avenue	22e rue	30e rue	2

Remarque:

Tous les autres trottoirs indiqués sur ce plan, mais non compris dans le programme de dégagement, sont déblayés par d'autres chenillettes déneigeuses.

FIGURE I-4

EXEMPLE DE CARTE D'OPÉRATIONS DE DÉGAGEMENT DE TROTTOIRS.

1.2.10 Élimination de la neige

1) Entassement dans une décharge

Dans certains secteurs il est nécessaire d'enlever complètement la neige des rues. Il faut donc se débarrasser de celle-ci. Certaines municipalités ont la chance d'être propriétaires de terrains bien placés pour y décharger la neige, ou des berges accessibles d'une rivière, ou même de ponts qui peuvent être fermés à la circulation de nuit et d'où on peut rejeter la neige.

Les difficultés rencontrées lors du déneigement peuvent être accentuées par le désir d'avoir une chaussée nette ou par le peu d'empressement des citoyens à s'accommoder d'amas de neige au bord des trottoirs. Il peut s'avérer nécessaire de chercher continuellement des terrains convenables pour y décharger la neige en remplacement des terrains pris par le développement urbain. Quand les distances de transport deviennent trop grandes, on doit étudier d'autres méthodes d'élimination de la neige, dont certaines seront examinées dans les paragraphes ci-dessous.

2) Déversement dans les égouts

Le déversement de la neige dans les égouts constitue une autre méthode d'élimination, qui doit tenir compte des facteurs suivants:

- a) présence d'un courant d'eau suffisant pour entraîner la neige. Dans certains cas, on pourrait conseiller d'augmenter le débit de l'égout en y jetant de l'eau;
- b) un courant d'eau suffisant ne sera peut-être présent qu'au cours de la journée, et le déversement de la neige dans les égouts à ce moment pourrait gêner la circulation;
- c) l'égout doit être de capacité suffisante pour assurer cette évacuation supplémentaire;
- d) la neige contient du sable et des déchets, qui pourraient obstruer les égouts, nécessitant un curage coûteux;

3) Fondeuses à neige

Dans certaines régions, le coût d'élimination de la neige par charroi et entassement dans une décharge a augmenté dans de telles proportions que l'utilisation d'installation d'une fondeuse à neige est devenue plus économique. L'utilisation de fondeuses mobiles constitue peut-être la meilleure solution au problème de l'élimination de la neige dans les petites zones urbaines à circulation dense. Cependant la lenteur de cette méthode la rend impraticable pour les régions urbaines étendues, et dans ce cas la fondeuse fixe constitue la solution la plus économique. Les renseignements concernant le coût réel du chargement, du transport et de l'entassement de la neige doivent être recueillis longtemps d'avance si l'on veut établir une

comparaison sérieuse avec les méthodes de fonte de la neige. La 5^e partie fournit des détails sur les fondeuses à neige, y compris les fondeuses fixes.

1.2.11 Télécommunications

Les télécommunications sont tout aussi indispensables aux opérations de déneigement et de lutte contre le verglas que le système nerveux l'est au corps humain. Elles constituent le lien qui permet au service d'entretien hivernal de la voirie de réagir rapidement et efficacement aux phénomènes divers qui se produisent au cours d'une tempête de neige. Il faut mettre au point un bon réseau de télécommunications et l'entretenir toujours en parfait état de fonctionnement pour que le service de la voirie ait toute la mobilité nécessaire au cours des opérations de déneigement.

Le poste de commande des télécommunications doit se trouver à la direction centrale. Chaque district aura son poste auxiliaire relié directement au poste de commande central. Des opérateurs compétents utiliseront les appareils de télécommunications du poste central et des postes auxiliaires, et on prévoira la présence de remplaçants pour parer à toute éventualité. Chacun des postes de télécommunications devra disposer d'une liste de tout le personnel important, mentionnant les adresses et les numéros de téléphone.

La direction centrale, les bureaux de district, les dépôts, les centres d'acheminement du matériel, les terrains de déchargement et les autres services engagés dans les opérations doivent être en communication réciproque par le téléphone, et si possible, par télécriteur. Les télécriteurs ont l'avantage de communiquer par écrit les messages en même temps à tous les postes auxiliaires. On peut étudier l'emploi des téléphones du type "Carte perforée" qui éliminent les erreurs de composition du numéro.

La radio est l'un des moyens de télécommunication les plus efficaces entre poste fixe et postes mobiles. Les chefs d'équipe au travail et les véhicules importants, comme les épanduses de sel, devraient être munis d'émetteurs-récepteurs. La direction centrale devrait organiser la transmission des appels pour éliminer la confusion qui pourrait naître de l'embouteillage des ondes au cours des tempêtes de neige. Le personnel susceptible d'utiliser ces émetteurs-récepteurs devrait recevoir une formation convenable pour leur emploi. On devrait souligner la nécessité de la brièveté et de l'à-propos au cours des communications radio, ainsi que l'utilité des codes d'abréviations.

1.2.12 Caractéristiques topographiques et exposition

Les caractéristiques topographiques qui influencent les travaux de déneigement, pentes raides, zones sujettes à la formation de congères, etc., doivent être étudiées

soigneusement pour assurer qu'il ne s'y produira pas de situation dangereuse ou difficile.

Le verglas peut se former dans des endroits exposés au cours des périodes de dégel, et il est alors nécessaire d'y procéder à un épandage supplémentaire d'agent déglaçant ou de matériau antidérapant. Les pentes verglacées peuvent causer l'interruption de la circulation si l'on n'y remédie pas rapidement. Il est souvent prudent de placer des caisses de matériaux antidérapants (sable, etc.) dans les endroits difficiles et d'affecter du personnel à leur épandage manuel. Les endroits où les congères s'amoncellent volontiers seront dégagés plus souvent que les autres, et on sera peut-être obligé d'y affecter de l'outillage supplémentaire.

Dans certains endroits sujets à l'amoncellement des congères, les paraneiges montreront leur efficacité si les vents dominants sont nettement définis et s'il se trouve assez de place pour l'érection de la barrière. Les paraneiges doivent être mis en place avant la congélation du sol.

Les cartes d'opérations montrant les circuits de dégagement et d'épandage doivent indiquer clairement les endroits dangereux et mentionner qu'une action rapide y est nécessaire. La moitié de la bataille est gagnée lorsque la circulation est rétablie.

1.2.13 Surveillance

Les opérations de déneigement et de lutte contre la glace peuvent se désorganiser rapidement si un bon réseau de surveillance n'est pas installé. Tous les membres du personnel de direction, y compris même le Directeur du service d'entretien hivernal de la voirie, doivent agir tant soit peu comme inspecteurs. Cependant, ce sont les contremaîtres qui sont chargés en premier lieu de s'assurer que le travail soit convenablement exécuté. Ils doivent veiller particulièrement à l'état des chaussées et des trottoirs au cours des tempêtes de neige et aux intempéries qui pourraient engendrer du verglas.

Les grands services de voirie doivent avoir un certain nombre d'inspecteurs spéciaux qui transmettent leurs rapports concernant l'avancement et la qualité du travail par l'intermédiaire des contremaîtres. Ils sont également chargés de surveiller les travaux exécutés sous contrat. La qualité inacceptable de certains travaux ou les retards devront être signalés au représentant de l'entrepreneur. Les inspecteurs suivront scrupuleusement la voie hiérarchique pour transmettre leurs rapports, afin de ne pas affaiblir l'autorité de la personne en charge aux divers niveaux de commandement. Les erreurs graves doivent cependant être corrigées sur l'heure en attendant la confirmation ultérieure et l'explication de l'action entreprise.

1.2.14 Conditions atmosphériques et climat

1) *Les conditions atmosphériques*

La nécessité du déneigement et de la lutte contre le verglas est une conséquence des intempéries. Les conditions atmosphériques englobent les variations quotidiennes de la température, des vents, de l'abondance des nuages, des précipitations et d'autres éléments. La planification des opérations d'entretien hivernal de la voirie nécessite une connaissance des conditions atmosphériques et des facteurs qui les déterminent.

2) *Le climat*

Le climat constitue la synthèse statistique des conditions atmosphériques pour une région ou un lieu donné. Il a une influence déterminante sur l'organisation et la mise au point de la force d'entretien hivernal de la voirie. L'étude des dossiers d'opérations donnera des renseignements au sujet des quantités maximales et minimales de neige tombées au cours des hivers passés et au cours d'un mois ou d'un jour donnés, de la fréquence des tempêtes de neige et des pluies verglaçantes, de l'allure générale des tempêtes, etc. Grâce à cette étude, on pourra déterminer les caractéristiques du climat hivernal dans une région donnée et se trouver en bonne position pour évaluer la quantité d'outillage et d'autres ressources nécessaires aux opérations d'entretien hivernal de la voirie.

3) *Le bulletin météorologique*

Le déneigement serait une tâche presque impossible, ou tout au moins mal engagée, si les services de la voirie ne disposaient pas de prévisions météorologiques. L'obtention de bonnes prévisions météorologiques est absolument indispensable à l'efficacité des travaux d'entretien hivernal de la voirie. Une visite de courtoisie au chef prévisionniste du Service météorologique, s'il en est un dans le voisinage, établira de bonnes relations et permettra généralement d'examiner les besoins du service d'entretien hivernal. On découvrira que le Service météorologique est tout disposé à fournir son aide, et souvent une ligne de télécommunications directes pourra être installée. Le prévisionniste de service pourra ajouter quelques commentaires au bulletin météorologique officiel et donner quelques renseignements complémentaires.

Les bulletins météorologiques sont publiés selon un horaire précis par le Bureau des données météorologiques à la Direction de la météorologie du Ministère canadien des Transports. On devra conclure un accord bien avant la saison froide pour recevoir régulièrement ces prévisions. Un bulletin par jour au minimum est nécessaire, et quatre bulletins quotidiens sont indispensables aux services de la voirie des grandes agglomérations urbaines. L'heure de transmission des prévisions doit être déterminée d'un commun accord avec le bureau des données météorologiques

le plus proche. Cet horaire dépendra des heures de publication des bulletins et des moments les plus favorables pour mobiliser les effectifs de déneigement avant l'heure de pointe du trafic. Les données météorologiques seront transmises par radio à tous les bureaux de districts et de secteurs puis confirmées par téléphone ou télécriteur. Une surveillance étroite des conditions météorologiques doit être maintenue au cours des fins de semaine et juste avant leur début, car c'est habituellement la période pendant laquelle il est le plus difficile d'atteindre les membres du personnel, et un léger retard dans le début des opérations pourrait avoir de sérieuses conséquences.

La 6^e partie de l'ouvrage fournira des renseignements concernant les conditions météorologiques, le climat et les prévisions météorologiques, ainsi qu'au sujet des services de la météorologie disponibles au Canada et des moyens de télécommunications avec le Bureau des données météorologiques.

1.2.15 L'alerte

On choisira une personne, généralement celle qui dirige le centre de télécommunications, afin d'être la première informée de la possibilité d'intempéries pouvant gêner la circulation. Cette personne informera immédiatement le Directeur du service d'entretien hivernal de la voirie, qui décidera s'il y a lieu ou non d'alerter les équipes de déneigement.

Il est de grande importance d'opérer un recoupement pour la transmission de cet avertissement, pour le cas où le chef des télécommunications faillirait à cette tâche, et généralement un membre des cadres s'en charge. Le Bureau des données météorologiques lui transmet aussi l'avertissement qu'il relaie au Directeur du service d'entretien hivernal de la voirie.

1.2.16 L'information du public

Il faut organiser longtemps d'avance les moyens d'informer le public des opérations de déneigement et de lutte contre le verglas. On oublie trop souvent cette tâche quand l'esprit est tendu vers l'organisation des forces qui combattent la tempête de neige ou le verglas. Sans la collaboration du public, les travaux d'entretien hivernal sont beaucoup plus difficiles et aussi certainement plus coûteux, et c'est pourquoi il ne faut absolument pas négliger de demander sa collaboration. Deux objectifs doivent être gardés en vue lors de l'établissement d'un programme de relations extérieures: il faut informer convenablement le public avant la saison froide et obtenir sa collaboration; au cours de la tempête de neige, il faut lui fournir des directives précises.

Il est indispensable de promouvoir de bonnes méthodes de conduite automobile hivernale, d'instruire le public des façons de se tenir prêt et d'équiper son auto-

mobile pour la circulation d'hiver. Les règlements concernant le déneigement et la lutte contre la glace, ainsi que les responsabilités du conducteur, seront publiés et expliqués en langage simple et clair. Le public acceptera d'emblée les règles et les recommandations présentées dans un dépliant bien préparé. Les communiqués pour les journaux locaux, la radio et la télévision aident à répandre l'information s'ils sont bien rédigés. On ne doit pas oublier l'aide des associations bénévoles qui peuvent atteindre des milliers de conducteurs d'automobiles.

Les pancartes d'urgence-neige et les autres pancartes utilisées au cours des opérations d'entretien hivernal de la voirie seront facilement reconnaissables et bien lisibles. On peindra les symboles autant que possible en couleurs voyantes afin d'attirer l'attention. La presse et la télévision doivent familiariser le public avec les pancartes et les objectifs qu'elles visent.

Il est très difficile de mettre le public au courant du moment exact où une tempête de neige s'abattra sur la région. Une fausse alerte risque de détruire les résultats de la campagne d'information précédente. Si l'on est certain qu'une tempête sérieuse va s'abattre, on demandera aux stations de radio d'émettre des avertissements sur les difficultés de circulation à venir, selon un horaire et un programme pré-établis. On pourrait enregistrer ces avertissements sur bande magnétique au début de la saison froide. Le meilleur effet sera produit si toutes les stations de radio émettent leurs avertissements simultanément. Dans tous les cas, on recommande que les avertissements soient rédigés et lus par les experts en la matière.

1.2.17 Régularisation de la circulation et interdiction du stationnement

La circulation des véhicules gêne considérablement les travaux de déblaiement dans les centres urbains. On devra étudier les moyens de réduire cette gêne et mettre au point un plan d'action. Il est absolument nécessaire d'obtenir l'aide des Services de police pour régler la circulation et interdire le stationnement. Un croisement achalandé laissé sans surveillance au cours d'une tempête peut causer un grave embouteillage. Le conseil municipal devra adopter des règlements municipaux adéquats concernant la circulation et le stationnement des autos en hiver et s'assurer qu'ils sont appliqués strictement (voyez la 3^e partie).

Le coût du déneigement décroît fortement lorsque les opérations ne sont pas gênées par les autos stationnées. Il faut donc prendre des dispositions pour interdire le stationnement pendant le déneigement des rues où la neige doit être complètement enlevée. Ces travaux peuvent être exécutés de nuit, et alors l'interdiction du stationnement de 19 h. (7:00 p.m.) à 7 h. (7:00 a.m.) convient parfaitement. Un accord devra être conclu avec les Services de police pour que leurs agents enlèvent les automobiles en stationnement interdit ou en panne. Dans les zones particulièrement encombrées, cette méthode pourrait ne pas être pratique, et dans ce

cas il faudrait que le chef d'équipe de chargement de la neige dispose de dépanneuses pour remorquer les autos. Dans le cas où il ne serait pas possible d'interdire le stationnement, il faudra étudier soigneusement les moyens d'exécuter les travaux malgré ce grave désavantage.

1.2.18 Transports et services publics

Divers arrangements peuvent être conclus entre les services de l'entretien hivernal de la voirie et les compagnies de transport urbain. Les premiers peuvent être chargés de dégager les arrêts d'autobus, ou les compagnies peuvent s'occuper elles-mêmes du déneigement et de la lutte contre le verglas. Dans certains secteurs, il y aura partage des responsabilités, l'un s'occupant du déneigement et l'autre d'épandre du sel ou des matériaux antidérapants. Quels que soient les arrangements conclus, il est très important de dégager ces endroits et de les maintenir en état. Au cours des opérations de dégagement, ces endroits seront spécialement mentionnés dans les directives données aux équipes de déneigement. Le déneigement aux alentours des bouches d'incendie (hydrants) constitue un travail d'urgence similaire, pour lequel un accord mutuellement satisfaisant doit être conclu avec les Services de lutte contre les incendies.

Les chutes de neige mouillée ou de pluie verglaçante peuvent causer des situations dangereuses en surchargeant les câbles des services publics et les arbres. Il faudra établir une collaboration automatique entre les équipes de la voirie et le personnel des services publics, particulièrement si la glace ou la neige ont brisé des câbles à haute tension ou des arbres. Ici encore, on aura établi un plan d'action et préparé des directives pour l'appliquer.

1.2.19 Tracé de la voirie

Un tracé soigneux et bien conçu des rues peut faciliter les opérations d'entretien hivernal. Les responsables de ces dernières doivent avoir la possibilité de donner leur avis sur le tracé des nouvelles rues ou des rues des zones de rénovation urbaine.

Le déneigement et la lutte contre le verglas aux échangeurs routiers* (interchanges) constituent souvent une tâche difficile. L'étude des problèmes d'entretien hivernal de ces endroits doit être menée en priorité au cours de l'établissement des plans.

1.2.20 Budget et dossiers

Aucune municipalité ne dispose de crédits illimités pour l'entretien hivernal de la voirie. Tout au contraire, les travaux doivent être menés à bien dans le cadre de

* On étudie les problèmes d'entretien hivernal des échangeurs au cours du programme coopératif de recherches routières de l'Association of American State Highway Officials.

crédits restreints qui rendent très difficile l'établissement d'un budget équilibré. Au cours de l'établissement des plans, on devra examiner les moyens d'obtention de crédits supplémentaires en cas de nécessité. On devra également prendre en considération la tenue de dossiers nécessaires au contrôle comptable et à la gestion des travaux. La 2^e partie du présent ouvrage étudiera les budgets et dossiers concernant l'entretien hivernal de la voirie.

1.3 CONDUITE DE L'ENTRETIEN HIVERNAL DE LA VOIRIE

1.3.1 Répartition des responsabilités pendant les opérations

À l'arrivée de la saison froide, on aura réglé tous les détails concernant l'organisation des travaux; les effectifs, le matériel et les matériaux seront prêts pour la première chute de neige. Tous ceux qui participent aux travaux d'entretien hivernal de la voirie auront été mis au courant des questions concernant la neige par une préparation antérieure et des exposés répétés. Chacun doit être bien préparé et savoir exactement ce qu'on attend de lui. Les responsables, dès ce moment, ne doivent s'occuper que des travaux dont ils ont la charge au cours des opérations. Les paragraphes suivants donnent le détail de leurs responsabilités.

1) Direction centrale

La tâche principale du personnel de la Direction centrale est de s'assurer que les communications sont acheminées convenablement, que les directives et les programmes sont suivis et que les plans de travail sont respectés. La Direction recevra régulièrement les rapports décrivant l'avancement des travaux des équipes de la voirie et de celles des entrepreneurs. Les arrêts de service et les retards qui lui seront signalés feront l'objet d'un examen immédiat et l'action correctrice sera entreprise sans délai.

2) Bureaux de district

Les tâches du personnel des bureaux de district sont similaires à celles du personnel de la Direction centrale, mais elles ne concernent que le district surveillé. Une surveillance continue des progrès du déneigement et de la lutte contre le verglas doit être maintenue, et les rapports pertinents seront soumis à la Direction centrale. Le personnel du bureau de district doit également s'assurer qu'il existe assez de responsables pour commander les opérations sur place, particulièrement au cours de la nuit.

3) Secteurs

Au niveau du secteur, ce sont les contremaîtres qui affecteront les effectifs et le matériel nécessaire à chaque opération. Ils s'assureront que le travail dont ils ont la charge est convenablement exécuté, en respectant l'horaire. Ils soumettront de brefs rapports sur l'avancement des travaux au bureau de district et donneront

d'autres détails par téléphone. Chaque contremaître doit s'assurer qu'il dispose d'un personnel suffisant pour surveiller continuellement les opérations, particulièrement celles des entrepreneurs.

1.3.2 Directives d'exécution des travaux

Toutes les directives concernant les opérations doivent être concises et faciles à lire. Par exemple, les cartes d'opérations convenablement établies décriront une marche à suivre méthodique pour atteindre les objectifs sans confusion ou exécution d'un travail inutile. Les directives générales auront été préparées par le directeur du service d'entretien hivernal de la voirie, et distribuées à tous les responsables, par lettre ou téléscripneur. Des directives spéciales qui seront peut-être nécessaires dans les cas imprévisibles, seront transmises lorsqu'une modification du plan est imposée. Si les directives ne sont pas suivies, le dossier montre quelle est la personne qui devra fournir des explications ou justifier un changement en cours d'opération. Certains ordres peuvent parfois être donnés verbalement, mais en général seulement au niveau du travailleur manuel. Les équipes auront reçu les directives générales au cours des réunions préliminaires. Le contremaître peut donner sur place des ordres spéciaux avant ou pendant les opérations de déneigement.

Les entrepreneurs auront reçu leurs directives générales par la voie des stipulations de leur contrat. L'exécution du travail peut dévoiler certains points qui méritent attention. Il faudra signaler ces derniers par lettre à l'entrepreneur, particulièrement s'ils démontrent que l'exécution du travail n'est pas conforme au contrat.

Les propriétaires et conducteurs de matériel loué reçoivent généralement peu de directives écrites. Le contremaître exposera aux conducteurs de chasse-neige et de niveleuse quelle est leur position dans l'organisation, au moment où le matériel sera affecté à son équipe. Il leur indiquera à ce moment les circuits qu'ils devront suivre, leur expliquera quel est leur travail et avec qui ils devront l'exécuter. Il soulignera l'importance d'une réponse immédiate à un appel au travail, et avertira les conducteurs que les retards qu'ils pourraient causer auraient de sérieuses conséquences et pourraient entraîner leur suspension du travail. Les camionneurs qui reçoivent une prime de rendement et qui se précipiteraient avec trop d'ardeur sur le travail seront avertis de respecter les vitesses maximales.

1.3.3 Mise en route

Les prévisions météorologiques fournissent les premières indications de l'arrivée d'une tempête de neige ou d'une pluie verglaçante. On devra examiner ces prévisions avec soin, en notant les conditions atmosphériques générales, la quantité et

la nature de la précipitation annoncée, l'heure prévue de son début, la direction du vent, sa vitesse, la température et la tendance de son évolution. Si une tempête est imminente, on ne doit prendre aucun risque, particulièrement dans les grandes agglomérations urbaines. On informera les bureaux de district, le personnel sera appelé, l'outillage sera préparé et envoyé sur les lieux de travail. Si toutes dispositions ont été prises pour avoir un bon service de prévisions météorologiques, il n'y a que peu de possibilités que ces précautions soient injustifiées.

1.3.4 Déblaiement de la chaussée

Le déblaiement de la chaussée commencera lorsque la neige tombée aura atteint 2 ou 3 pouces d'épaisseur. Si l'on s'attend à une forte chute de neige, on pourra commencer le déblaiement plus tôt, particulièrement dans les grandes agglomérations urbaines. Les grandes artères seront dégagées par des niveleuses ou des camions munis d'un versoir et travaillant en tandem. Lorsque les artères principales sont dégagées, les chasse-neige peuvent se répartir dans les rues secondaires (voir les figures I-2, I-3, I-4).

On devrait envoyer les chenillettes déneigeuses déblayer les trottoirs de leur circuit en même temps que les chaussées sont dégagées. Si la température est près du point de fusion de la neige et que la précipitation se produit au cours de la journée, particulièrement au cours de l'heure de pointe du trafic, il pourrait être avantageux de retarder le déblaiement de la chaussée pour que la circulation des véhicules et la chaleur relative de l'air aide à l'élimination de la neige. Au sujet de cette méthode, on doit cependant souligner qu'une chute de température serait désastreuse. La neige mouillée adhérerait en gelant sur la chaussée et formerait un dangereux verglas. Les trottoirs seront déblayés même si la précipitation a lieu à température relativement élevée, pour éviter que la neige s'accumule et durcisse sous le piétinement de la foule et forme de la glace.

Le dégagement des intersections constitue une opération importante, car en ces endroits les chasse-neige vident leurs versoirs de la neige qui s'y trouve, constituant un amas de neige qui gêne la circulation. Des tracteurs-chargeurs (tractopelles)* ou d'autres machines convenables suivront les chasse-neige pour repousser ces amas de neige au cas où cette opération ne serait pas exécutée par le conducteur du chasse-neige.

1.3.5 Lutte contre la glace

Si l'on craint que du verglas ne se forme, ou si la température est assez élevée pour justifier l'emploi d'agents chimiques de fonte au cours d'une chute de neige, on

* Tracteur-chargeur: terminologie canadienne.

Tractopelle: terminologie européenne.

enverra des tracteurs-chargeurs ou tout autre moyen de chargement aux tas ou aux coffres contenant les matériaux. Les épandeurs et les camions servant à l'épandage manuel seront chargés et dirigés vers leurs circuits respectifs. Le contremaître devra dire au conducteur de la chargeuse quel est le matériau à charger. Les camions seront remplis et prêts à partir avant que la neige ne commence à tomber ou que le verglas ne se forme. Les produits chimiques sont les plus efficaces s'ils sont répandus avant que la précipitation ne commence. La 4^e partie du présent ouvrage détaille les recommandations concernant l'application d'agents chimiques.

Les trottoirs seront traités de la même façon que la chaussée. Certains services de voirie n'utilisent pas d'agents chimiques sur les trottoirs, mais préfèrent répandre du sable. Dans certaines conditions, le sable est rapidement recouvert de verglas et l'application doit être recommencée. On estime qu'un mélange d'une partie de sel et de 3 parties de sable constitue le meilleur matériau au point de vue de la sécurité des piétons.

1.3.6 Enlèvement de la neige

Si la neige doit être enlevée des rues après leur dégagement, la première démarche à entreprendre est de les débarrasser des automobiles. Les voitures en stationnement ralentissent les travaux de déblaiement et en accroissent le coût de presque 25 pour cent parfois, mais le travail reste possible. L'enlèvement de la neige, par contre, ne peut être effectué que si aucune auto ne se trouve en stationnement.

Là où il se trouve un espace suffisant, on pourra peut-être obtenir la permission de projeter la neige sur les pelouses et autres lieux, à l'aide d'une souffleuse (turbofraise)*. Le coût de cette opération n'est que le quart de celui de l'enlèvement et du transport à l'extérieur par camions. Si ce travail est effectué avec soin dans les quartiers domiciliaires lorsque la neige est encore propre, cette dernière ne devrait causer aucun dommage aux pelouses et aux arbustes d'ornement, etc.

Si la neige est transportée à l'extérieur, les chenillettes déneigeuses pousseront la neige sur la chaussée aussitôt qu'elle sera libre d'autos. On utilise ensuite une niveleuse ou un chasse-neige pour éloigner les tas de neige de la bordure du trottoir puis pour les repousser afin que le bord de l'amas de neige ainsi formé soit à un pied de la bordure du trottoir. Cette opération est nécessaire pour aligner l'amas de neige et lui donner une forme telle que la souffleuse ou la chargeuse à tapis roulant puisse déblayer la neige en un seul passage si possible. La souffleuse et les camions doivent être prêts à commencer l'opération aussitôt que les niveleuses ou les chasse-neige ont fini leur travail. On doit s'assurer que le nombre de camions affectés au transport est suffisant pour maintenir la souffleuse en fonctionnement

* Souffleuse: terminologie canadienne.

Turbofraise: terminologie européenne.

continue, et qu'en même temps la durée d'attente des camions soit minimale. Aussitôt que la neige est enlevée, toutes les pancartes temporaires seront enlevées et les puisards dégagés.

Dans les petites municipalités, on entreprendra le chargement ou le rejet latéral de la neige des artères principales aussitôt que leur dégagement sera terminé. Un certain retard dans l'enlèvement de la neige des rues secondaires ne causera probablement pas trop d'inconvénients, et ce travail pourra être entrepris dès que les rues principales seront nettoyées. Dans les grandes agglomérations, le rejet latéral et le chargement de la neige commenceront dès que la neige cessera de tomber. Les quartiers d'affaires seront déblayés les premiers. Si la chute de neige est forte, les équipes de chargement se rendront sur place avant même que la tempête soit terminée afin de gêner le moins possible la circulation et d'atteindre les normes désirables d'entretien hivernal aussitôt que possible.

Les souffleuses (turbofraises) ne peuvent être employées dans les ruelles ou dans les rues étroites. Il sera possible d'utiliser une chargeuse à tapis roulant ou un camion muni d'une benne oscillante en de tels endroits, ou il peut être nécessaire de pousser la neige sur des chaussées voisines plus larges où on peut la charger sur des camions.

1.3.7 Élimination de la neige

Les terrains de déchargement de la neige doivent être préparés avant que les opérations de chargement ne commencent. Le vérificateur et ses hommes seront en place pour contrôler le déroulement des opérations à la décharge. On doit s'assurer qu'il y a assez de tracteurs à chenilles munis de lames pour maintenir les décharges en état de recevoir les camions. Une grande décharge peut recevoir jusqu'à deux à cinq camions par minute.

1.3.8 Nettoyage final

Après les travaux de dégagement des rues et d'enlèvement de la neige, on s'occupera des travaux de nettoyage final. La glace formée par le piétinement de la neige ou par la circulation des autos, les fuites d'eau, etc. doit recevoir une couche de sel ou de matériau antidérapant. Les croisements seront soigneusement nettoyés, car au cas contraire la neige s'accumulerait le long de la bordure des trottoirs et serait transformée en glace. Il faudrait alors enlever cette dernière au pic et à la pelle, car elle gêne l'écoulement des eaux. Il est toujours bon de se souvenir que la neige est enlevée plus facilement que la glace, et qu'avec le temps la neige durcit dans les aires soumises à la circulation.

Les puisards peuvent constituer des sources d'ennuis en hiver, et on doit leur accorder une attention particulière. Si l'on enlève complètement la neige, on n'a

pas de difficulté avec l'écoulement des eaux, mais si la rue n'est que dégagée, ou si la rue est dégagée et la neige rejetée latéralement, il faudra envoyer périodiquement des équipes qui s'assureront que les ouvertures des puisards sont libres dans les lieux où les eaux s'accumulent lorsqu'il se produit un dégel.

1.3.9 Passages à niveau

Si les équipes de la voirie sont chargées de dégager les rails aux passages à niveau, ce travail devra être exécuté au moment du dégagement des rues ou de l'enlèvement de la neige. Les ouvriers seront munis de raclettes spéciales pour détacher la neige compactée par les roues d'auto ou de train. On vérifiera périodiquement les passages à niveau car la glace et les paquets de neige fondante provenant du dessous de la carrosserie des autos s'y détachent et s'y accumulent. Il pourra être nécessaire de faire fondre cette glace à l'aide de sel.

BIBLIOGRAPHIE

Current Practices for Highway Snow and Ice Control, Highway Research Board, Current Road Problems, n° 9-4R, Washington, D.C., 1962.

Road Classification, Rural and Urban – 1964, Can. Good Roads Assoc., Pub. No. 26, Ottawa, 1965.

Snow Removal and Ice Control, NRC, Assoc. C'tee Geotech, Res., Tech. Memo. No. 83, Ottawa, 1964.

Snow Removal and Ice Control in Urban Areas, Research Project 114, Vol. 1, American Public Works Assoc., Chicago, 1965.

PREMIÈRE PARTIE

ANNEXE No 1. – NORMES PROPOSÉES POUR LES PRINCIPAUX TRAVAUX DE DÉNEIGEMENT, DE DÉGLACEMENT ET D'ÉPANDAGE DE MATÉRIAUX ANTIDÉRAPANTS.

1-1.1 Normes de lutte contre le verglas

Le verglas et la glace sont probablement les deux facteurs les plus dangereux pour la conduite hivernale de l'automobile. L'expérience indique que le déglacement de la chaussée doit être réalisé aussitôt que possible dans les voies rapides, les grandes artères et les autres rues où les conducteurs sont autorisés à rouler à plus de 30 milles à l'heure. Il faut appliquer des matériaux antidérapants si la basse température empêche le déglacement. Il est souvent possible de laisser un peu de glace sur la chaussée des rues principales ou des rues où la vitesse maximale est de 30

milles à l'heure, à condition que cette glace ne cause aucun danger aux croisements. Ces accumulations de glace doivent être éliminées aussitôt que l'outillage devient disponible pour ce travail. On peut généralement tolérer la présence de neige tassée dans les rues secondaires. Si ces rues deviennent glissantes, le public exigera cependant qu'on y répande des agents déglaçants ou des matériaux antidérapants, particulièrement aux descentes et aux croisements.

1-1.2 Normes de dégagement de la voirie

La présence d'une couche de neige de plus de cinq pouces peut causer de graves embouteillages et une paralysie générale de la circulation. Le dégagement des voies rapides et des grandes artères devrait commencer lorsque la couche de neige atteint un pouce, et celle des rues principales avant qu'elle atteigne trois pouces. Les rues secondaires devront être ouvertes aussitôt que l'état des voies rapides et des grandes artères est satisfaisant. Le dégagement de toute la voirie devra être terminé dans les douze heures après la fin de la chute de la neige.

1-1.3 Normes d'enlèvement de la neige

La tendance est à l'enlèvement complet de la neige dans la voirie des grandes agglomérations. Bien que le coût en soit élevé, les avantages économiques de cette ligne de conduite dans les grandes agglomérations justifient l'enlèvement total de la neige des rues. Les petites agglomérations pourront se contenter de dégager les rues et de laisser un amas de neige le long du caniveau. L'enlèvement complet n'est entrepris que lorsque les amas ont atteint une largeur suffisante pour gêner la circulation.

Dans les agglomérations petites et moyennes, les voies rapides et les grandes artères sont habituellement dégagées dans les 24 heures après cessation de la chute de neige. À ce moment, le travail sera encore en cours dans les rues secondaires. Dans les grandes agglomérations, l'enlèvement total de la neige devrait être terminé dans les 60 heures si la couche atteint 6 pouces et 84 heures si elle atteint 10 po. Une couche de plus de 10 po. peut nécessiter quatre ou cinq jours de travail car les amas de neige sont si larges qu'ils exigent plus d'un passage de la souffleuse (turbofraise) pour leur enlèvement. Si deux grandes tempêtes de neige se suivent, au cours d'une période de moins de sept jours, la situation pourra devenir dangereuse et réclamer des mesures d'urgence.

1-1.4 Trottoirs et ruelles

Les trottoirs devront être dégagés aussitôt que possible pour prévenir le tassement de la neige par piétinement. Dans les secteurs où les ruelles sont déneigées, ce travail pourra être mené concurremment avec celui des rues si l'outillage est suffisant. Le dégagement des ruelles ne devrait pas trop tarder, si elles constituent un accès

aux garages. Sinon les autos en effet seraient laissées dans les rues où elles gêneraient le déblaiement de la voirie et empêcheraient l'enlèvement de la neige.

1-1.5 Tassement de la neige

Dans quelques agglomérations qui reçoivent peu de neige, il serait possible de former une chaussée carrossable dans les quartiers domiciliaires par tassement de la neige. Si la neige est épaisse, par contre, la formation d'ornières rendra la circulation difficile pour les autos. Si l'on se contente de tasser la neige, il faudra procéder souvent à un nivellement de la surface pour prévenir la formation d'ornières.

PREMIÈRE PARTIE

ANNEXE No. 2. – SYSTÈME DE CLASSIFICATION DES RUES RECOMMANDÉ PAR "L'ASSOCIATION CANADIENNE DES BONNES ROUTES."

1-2.1 Voies rapides

Les voies rapides sont établies pour accommoder un fort trafic d'autos se déplaçant à des vitesses moyennes ou élevées de façon ininterrompue. Les voies rapides relient les foyers principaux de circulation et peuvent servir de prolongements urbains des autoroutes et des grandes voies rurales. Elles doivent servir aux longs déplacements entre les grandes zones domiciliaires, les quartiers industriels ou commerçants et le centre des affaires. Aucun service n'est fourni aux terrains riverains, afin de favoriser la plus grande mobilité possible du flot des véhicules. Aucun stationnement, déchargement de marchandises ou circulation de piétons ne sont autorisés.

1-2.2 Grandes artères

Les grandes artères sont chargées d'acheminer un vaste courant de tous types de véhicules se déplaçant aux vitesses moyennes et élevées. Ces voies accommodent les principaux courants de véhicules entre les foyers principaux de circulation, et sont également reliées aux routes rurales, aux grandes routes et aux rues secondaires. Dans les agglomérations dépourvues de voies rapides, ce sont les grandes artères qui constituent les voies de circulation les meilleures. Les grandes artères remplissent aussi un rôle secondaire en servant de voies d'accès aux propriétés riveraines. La nature de l'accès à ces terrains ne doit pas gêner la fonction primordiale de la grande artère, qui est d'acheminer les véhicules en transit.

1-2.3 Rues principales

Les rues principales servent à la fois à la circulation et au service des terrains riverains. Ces voies servent à grouper les véhicules venant des rues secondaires (voies

de service local) et à les répartir dans les grandes artères (voies de transit) et vice-versa. Les riverains ont généralement un accès illimité à leurs propriétés.

1-2.4 Rues secondaires

La fonction principale des rues secondaires est de desservir les terrains riverains. Un accès direct est fourni à toutes les propriétés. Les rues secondaires ne sont pas destinées à acheminer un fort courant de véhicules. La rue secondaire sert normalement aux véhicules provenant des terrains riverains ou y allant et elle n'est pas prévue pour acheminer des véhicules en transit, sauf vers les voies principales où elle débouche. Les rues secondaires peuvent être domiciliaires, commerciales ou industrielles selon l'utilisation prédominante des terrains riverains.

DEUXIÈME PARTIE

Dossiers

2.1 INTRODUCTION

Les exigences de la circulation actuelle, soit un déneigement complet et étendu et d'excellentes mesures de lutte contre le verglas, ont causé une forte augmentation du coût de ce service. Cet accroissement des frais et l'extension des services ont entraîné la constitution des dossiers nécessaires au contrôle financier des opérations. Cette nécessité de posséder des données sur les coûts et les rendements n'est pas particulière au déneigement et à la lutte contre le verglas, mais elle reflète le besoin croissant de connaître en détail quelles ont été les sommes dépensées et les résultats obtenus dans tout le domaine des travaux d'entretien de la voirie.

Les données concernant les coûts et les rendements répondent à un certain nombre de questions, qui découlent par exemple de la gestion quotidienne des opérations, la préparation des budgets et leur étalement par des arguments convaincants. L'évaluation des normes existantes et des techniques d'entretien hivernal s'appuie sur les rendements obtenus dans le passé, sur les méthodes employées par d'autres municipalités, ou sur les méthodes de rechange. La complexité de l'ensemble comptable adopté dépendra bien entendu des besoins et des ressources de l'utilisateur. Il ira des simples méthodes comptables satisfaisantes dans les petites agglomérations aux plans comptables détaillés dont les grandes villes ont besoin.

Pour que les dossiers de dépenses puissent servir à l'établissement du budget et au contrôle comptable, il est entre autre nécessaire que le type d'analyse comptable des travaux de déneigement, de déglacement et d'épandage (c'est-à-dire les frais de salaires, de dégagement, d'enlèvement etc.) convienne à l'échelle des opérations analysées, et que les relevés soient convenablement définis. Ces comptes devront être groupés et disposés dans un ordre significatif au point de vue comptable et administratif.

Une liste modèle détaillée, ou plan comptable, figure à l'annexe II-1. On a préparé ce plan comptable de telle façon que tout utilisateur puisse y puiser les renseignements qui l'intéressent pour établir un relevé concernant son sujet particulier. Chaque compte est identifié par un titre et un nombre afin que le plan comptable puisse servir directement aux opérations d'informatique le cas échéant.

Les responsables des opérations d'entretien hivernal s'efforcent d'atteindre les normes désirées de déneigement, de déglacement et d'épandage avec un bon rendement et une grande efficacité, par une méthode comprenant quatre phases logiques:

- 1) Etablissement de normes d'entretien hivernal: ces normes sont habituellement rédigées en fonction du temps requis pour accomplir une œuvre donnée dans des conditions précises. Il sera peut-être nécessaire de réaliser les observations pertinentes ou des analyses de tâches.

- 2) **Mesure des rendements:** il sera nécessaire de faire les relevés sur les rendements réels lors de l'accomplissement de certaines tâches.
- 3) **Evaluation des rendements:** lors de cette phase, les rendements réels seront comparés avec les normes désirées d'entretien.
- 4) **Mesures correctrices:** l'évaluation des rendements révèle les cas de déviation marquée des normes, et indique l'endroit où une mesure correctrice est nécessaire, ou bien s'il faut approfondir l'examen.

Si un responsable doit mettre à exécution ces quatre phases, il doit disposer de moyens quelconques, pour comparer l'effort avec le résultat et la dépense avec le rendement, ainsi que les réalisations actuelles avec celles au passé. Il peut y parvenir visuellement et verbalement pour les travaux de faible envergure, par des voies officieuses. Par contre, les travaux de grande envergure, où la direction peut être considérablement éloignée des lieux de travail effectif, réclament l'établissement d'un relevé des rendements.

Il n'est pas difficile de constituer un relevé convenable des dépenses des services d'entretien. Par contre, il est beaucoup plus difficile d'apprécier convenablement le rendement au cours des années et de définir les normes d'entretien pour les comparaisons. Le problème est beaucoup plus simple dans l'industrie, car le rendement peut y être exprimé en rentrées monétaires. Ce genre de comptabilisation n'est pas possible pour le déneigement et la lutte contre le verglas. Les services d'entretien hivernal n'ont pas la faculté d'évaluer le résultat de leurs travaux en argent.

Si l'on veut que les responsables disposent des renseignements nécessaires à la gestion et au développement des opérations, il faudra identifier les tâches ou les ouvrages individuels de façon convenable et élaborer des méthodes appropriées d'évaluation ou de mesure du travail nécessaire. Pour les opérations importantes, il sera nécessaire de mettre au point des techniques de mesure du rendement ou même d'entreprendre des analyses des tâches. L'utilisation de ces techniques pour obtenir des données sur le rendement ou les résultats est courante dans l'industrie, mais on ne les emploie qu'à contre-cœur dans le domaine de l'entretien hivernal de la voirie et autres opérations. Il est cependant nécessaire d'effectuer des évaluations et des mesures des rendements si l'on veut utiliser les méthodes d'organisation scientifique de ces opérations. Les techniques mises au point dans ce but et les résultats obtenus devront être compatibles avec l'utilisation du plan comptable, pour qu'ensemble ils puissent offrir les renseignements indispensables au contrôle comptable et à l'organisation scientifique des travaux. Le paragraphe 2.3 donne le détail des méthodes d'évaluation et de relevé des rendements.

Les dossiers de rendement et de coût des travaux d'entretien hivernal de la voirie peuvent être utilisés avec fruit comme base de comparaison des méthodes employées par les diverses municipalités et des frais encourus. Pour ce faire, il est

nécessaire que les relevés soient uniformisés. Les recommandations qu'offre le présent manuel ne doivent pas seulement servir de guide pour les organismes qui ont ressenti la nécessité d'établir des dossiers détaillés de leurs opérations, mais elles devraient aussi encourager le rassemblement des données de façon suffisamment uniforme pour permettre la comparaison entre les travaux d'entretien hivernal des différentes collectivités.

2.2 ÉTABLISSEMENT DU BUDGET ET CLASSIFICATION DES COMPTES

2.2.1 Établissement du budget

La préparation annuelle du budget est un élément indispensable de l'entretien hivernal de la voirie. Les budgets annuels sont généralement basés sur l'expérience accumulée et sur les données concernant l'étendue et la qualité du service requis. Par exemple, la décision d'utiliser des agents chimiques de déglacement ou de déneiger entièrement certaines rues aura un effet marqué sur le budget. Ce sont les représentants élus qui prennent ces décisions, et qui déterminent le montant des crédits. Lorsque ces décisions ont été prises, le montant réel des dépenses est déterminé par l'importance des précipitations, la température et les vents, c'est-à-dire par les conditions atmosphériques.

En raison de la grande variabilité de ces dernières, il n'est pas possible de prévoir le montant réel des dépenses au cours d'un hiver donné avec la précision qui serait désirable. Les dépenses peuvent dépasser les crédits du budget. Dans ce cas, il est nécessaire d'obtenir des crédits supplémentaires d'autres sources, ou il faut reporter les dépenses supplémentaires à la charge du budget de l'année suivante, si l'on désire maintenir les normes de déneigement d'année en année. Certaines collectivités établissent un fonds de réserve pour le déneigement et la lutte contre le verglas, dont le montant est reporté chaque année, et qui est disponible si l'âpreté de l'hiver cause des dépenses d'entretien dépassant les crédits. Quelle que soit la méthode adoptée, les responsables de l'établissement du budget doivent se rendre compte clairement de la variabilité de ces dépenses.

2.2.2 Plan comptable

Le plan comptable donne des renseignements utiles au contrôle comptable, à la gestion et à l'établissement du budget. Il doit englober toutes les phases du déneigement et de la lutte contre le verglas et donner des détails suffisants pour que tout renseignement sur les coûts soit facilement établi. Par exemple, un travail tel que le dégagement d'une rue au chasse-neige sera comptabilisé sous les rubriques de différents comptes tels que salaires, location de l'outillage (compte qui pourrait être divisé en deux selon qu'il s'agit de véhicules privés ou municipaux), fonctionnement et réparation de l'outillage roulant, outils et matériel divers, déblaiement des

voies par contrat, etc, selon les besoins des utilisateurs. Les comptes devraient porter des numéros afin que les coûts de travaux particuliers, ou les dépenses relatives à divers travaux, comme les salaires, puissent être facilement établis. On doit cependant se rendre compte qu'un plan comptable, quel que soit sa précision ou sa perfection, ne garantit pas par lui-même l'efficacité des opérations et ne constitue pas tout seul un contrôle. Le plan comptable ne fait que faciliter le rassemblement des renseignements nécessaires au contrôle comptable et à la gestion.

L'annexe II-1 présente un plan comptable modèle. Les principes suivants ont servi à son élaboration:

- a) Les opérations de déneigement et de lutte contre le verglas et les travaux administratifs connexes ont été divisés en groupes importants aux deux points de vue de la gestion des travaux et du relevé des coûts. Ces groupes sont identifiés par la première série de chiffres du système de numérotation utilisé.
- b) Les groupes ont été divisés en sujets ou travaux. Ces sous-groupes sont identifiés par le chiffre suivant immédiatement le premier point.
- c) Les sujets ou travaux peuvent à leur tour être subdivisés en fonction d'une activité particulière. Ces subdivisions ont été identifiées par le chiffre suivant immédiatement le second point.
- d) Les groupes, sous-groupes et sections ont été divisés en articles pour lesquels il est possible de formuler un coût. On a donné à ces articles des indicatifs compris entre .00 et .09 inclusivement. Les articles touchant plus d'un groupe, par exemple les salaires, les locations, les matériaux, ont reçu le même nombre compris entre .00 et .09.

2.2.3 Répartition des coûts

Certaines difficultés se produiront lors de la mise au point du plan comptable en raison de contradictions avec les méthodes existantes, ou des diverses façons de répartir les coûts. Les paragraphes qui suivent contiennent un examen de quelques-unes de ces difficultés éventuelles.

1) *Frais généraux*

Une des principales raisons qui motivent les différences parfois importantes observées entre les prix unitaires d'articles déterminés ou de travaux précis de diverses municipalités consiste dans la diversité des méthodes qui servent à répartir les frais généraux et autres dépenses indirectes. Un certain compte peut être débité d'un montant variable de frais généraux. On peut le débiter par exemple du prorata du coût des services juridiques, financiers et des autres services auxiliaires, et d'un loyer pour la mairie et autres bâtiments municipaux. On peut au contraire ne débiter le compte d'aucun frais indirect, et y porter seulement les frais de main-

d'œuvre, de matériel et de matériaux concernant directement les travaux comptabilisés. La méthode de comptabilité suivie doit indiquer comment les frais généraux et les autres coûts indirects sont répartis, particulièrement si les données concernant les coûts sont utilisées pour fins de comparaison.

On recommande que seuls les frais généraux et les coûts indirects causés par le service d'entretien hivernal de la voirie soient inclus dans le compte de déneigement et de lutte contre le verglas. Ces frais peuvent provenir de diverses sources, comme par exemple:

- a) administration à la direction centrale;
- b) administration aux bureaux de district;
- c) administration de la Division de l'Entretien de la voirie et de la Salubrité publique, qui peut comprendre les salaires des contremaîtres, des employés de bureau de la division et d'autres frais indirects de main-d'œuvre s'ils ne sont pas portés directement dans le compte des travaux.

On recommande que chacune de ces surcharges soit répartie en fonction du montant des dépenses et non en fonction de la proportion d'employés ou du nombre d'heures de travail effectif.

2) *Frais indirects de main-d'œuvre et de matériaux*

Chaque groupe actif comporte des travailleurs non productifs, tels que les gardiens, manœuvres, dont le salaire, très probablement, sera inclus dans le total des frais d'exploitation. Quand on établira les coûts unitaires, on répartira les frais indirects de main-d'œuvre, de matériaux, etc., dans les divers postes des comptes d'opération de déneigement s'il en existe plus d'un. Si l'on ne suit pas cette méthode, les coûts unitaires obtenus n'auront aucune valeur pour fins de comparaison et de gestion.

3) *Avantages sociaux.*

Certaines municipalités procèdent à une répartition des avantages sociaux sur la base d'un pourcentage supplémentaire des salaires, débité aux divers comptes de main-d'œuvre. D'autres municipalités débitent ces frais à un compte de trésorerie. Si l'on veut procéder à une analyse fiable des coûts, on devra inclure les avantages sociaux dans les coûts unitaires. Si le plan comptable ne prévoit pas cette répartition, on pourra l'accomplir, temporairement tout au moins, en répartissant pour mémoire (à titre indicatif) ces frais à l'intérieur des divers services.

4) *Barème des salaires et des traitements.*

Si une municipalité paie une indemnité de disponibilité et un boni de temps supplémentaire, ces montants peuvent être débités aux comptes pertinents lorsque les salaires normaux sont répartis. Si par contre des congés sont donnés au lieu de

suppléments en numéraire, les frais courants seront plus élevés que ne l'indiquent les comptes. Si un règlement différé sous forme de congés supplémentaires touche une fraction importante des effectifs, il faudra répartir pour mémoire ces frais pour calculer les véritables coûts unitaires.

5) *Outillage municipal.*

Il existe différentes façons pour comptabiliser les frais d'exploitation du matériel appartenant à la municipalité. On peut maintenir un compte élémentaire à l'aide d'un ruban d'additionneuse où sont inscrits les frais de réparation, les factures de carburant, etc., ou à l'autre extrême, un système ultra-moderne de comptes établis électroniquement. Quel que soit le système utilisé, l'expérience montre qu'il est préférable de grouper la flotte de véhicules en un parc de matériel dont les frais, y compris les dépréciations et l'administration, sont portés au débit d'un seul compte. Avec ce système, le compte peut s'équilibrer par les montants des locations du matériel aux divisions utilisatrices sur la base du temps d'utilisation. Des conseils concernant l'établissement d'un parc de véhicules sont donnés dans l'annexe II du présent chapitre.

Si votre municipalité n'utilise pas ce système de comptabilité, les frais de fonctionnement des véhicules peuvent être répartis pour mémoire à titre indicatif en utilisant par exemple les tarifs horaires tels qu'ils sont utilisés en Ontario aux fins de subventions. Si ces tarifs horaires ne comprennent pas tous les frais d'exploitation et en outre un certain montant pour l'administration et les remplacements, les comptes ne donneront pas de renseignements suffisants pour établir le coût réel d'un travail ou pour faire des comparaisons.

2.2.4 Organisation du plan comptable

Il est nécessaire, lorsqu'on met au point un plan comptable, de se rendre compte que les renseignements nécessaires aux services financiers ne sont pas toujours les mêmes que ceux dont le Directeur des opérations a besoin. Les services financiers s'occupent tout d'abord de savoir quels sont les montants d'argent dépensés et les montants disponibles pour les besoins futurs. Le Directeur des opérations utilise le plan comptable à d'autres fins que celle de l'enregistrement des dépenses. Il faut également que le plan lui donne les renseignements concernant les coûts d'exploitation pour lui permettre d'arriver à des décisions au sujet des opérations. Il arrive trop souvent que ce sont les personnes manipulant les données qui déterminent la forme du plan comptable, et non ceux qui les utilisent. Les personnes s'occupant des opérations devraient participer à la mise au point du plan comptable pour s'assurer qu'il leur fournira les renseignements requis.

2.2.5 Rapports d'activité

Le même bureau pourra préparer les rapports destinés aux services financiers et aux services de gestion, bien que ces rapports soient étudiés et évalués de différents

points de vue et à différents niveaux de gestion. Ces rapports seront établis de façon à convenir à leur fonction particulière et aux besoins qu'ils doivent remplir. Ils peuvent être établis sous forme graphique ou sous forme de tables numériques. Les figures II-1, II-2 et II-3 en montrent des exemples.

La figure II-1 (a) indique les dépenses d'une journée particulière en déneigement et lutte contre le verglas. Ces dépenses pourraient être comptabilisées pour toute la durée d'une tempête, le cas échéant. La figure II-1 (b) constitue un tableau résumant les dépenses à la date du compte et les crédits disponibles pour payer les dépenses futures. Un bon rapport mentionnera également les données d'années précédentes pour fins de comparaison.

La figure II-2 donne un exemple de rapport quotidien sur les travaux de déneigement et de lutte contre le verglas. Un tel rapport peut englober tout le territoire entretenu ou seulement un seul secteur, selon la taille et l'organisation de l'opération. Il constitue en fait un rapport de dépenses donnant des renseignements qui peuvent être utilisés pour faire une analyse détaillée des coûts de travaux particuliers, pour établir et vérifier les normes d'entretien ou pour un certain nombre de contrôles. La figure II-3 est un exemple de présentation graphique des dépenses totales de déneigement et de lutte contre le verglas, montrant en fonction du temps les dépenses prévues pour l'année courante et les dépenses réelles pour les deux années précédentes.

2.3 ÉVALUATION DES RENDEMENTS ET RELEVÉS TECHNIQUES

2.3.1 Introduction

La rapidité des travaux de déneigement et de lutte contre le verglas dépend de nombreux facteurs, y compris les suivants:

- a) les méthodes de déneigement ou de déglacement utilisées;
- b) les quantités de neige et de glace et les conditions atmosphériques générales;
- c) les normes d'entretien concernant les divers genres de rues;
- d) l'état des rues et l'intensité de la circulation.

Ces facteurs qui influencent les opérations d'entretien hivernal suscitent quelques difficultés pour l'obtention des renseignements requis. Il est difficile, par exemple, de déterminer l'influence de la densité de stationnement des autos le long des trottoirs, du nombre de voitures en panne, de l'aide des policiers réglant la circulation, de la température, de la vitesse du vent et de la rapidité de chute de la neige sur les opérations. En outre, les opérations de déneigement et de lutte contre la glace sont par essence des opérations d'urgence, très souvent menées en dehors de l'horaire normal de travail du lundi au vendredi. Il peut être en conséquence difficile

d'obtenir les surveillants et les employés de bureau nécessaires au moment où il faut relever les renseignements. C'est pour ces raisons que les méthodes de compilation des données doivent être aussi simples que possible, afin qu'on puisse à l'aide de ces dernières, suivre en tout temps le rendement des opérations même de nuit ou au cours des fins de semaine.

2.3.2 Relevé des rendements

On propose la méthode suivante pour relever les rendements des techniques utilisées habituellement pour le déneigement et la lutte contre le verglas. Les dossiers établis devront fournir non seulement les renseignements nécessaires à la gestion, mais aussi ceux qui serviront à l'établissement du plan comptable.

1. Préparer une liste des rues et de l'entretien hivernal prévu pour chacune. La liste mentionnera aussi les données suivantes:

- a) emplacement et longueur des rues en milles;
- b) nombre et largeur des ruelles débouchant sur chaque rue;
- c) fonction de chaque rue, par exemple: secondaire, commerciale, principale, grande artère;
- d) règlements de stationnement sur rue.

Il pourrait être utile d'utiliser la classification des rues établie par le CGRA pour dresser cette liste. La classification se trouve dans l'annexe n° 2 de la 1^{ère} partie.

À l'aide de cette liste, il sera possible d'établir l'emplacement et le nombre de milles de rue d'une classe de priorité donnée, et d'une catégorie déterminée d'entretien hivernal. On peut également utiliser la liste pour préparer le déblaiement des rues, l'épandage du sel et les circuits d'enlèvement de la neige. On pourra les tracer sur des plans urbains à l'aide de diverses couleurs.

2. Mettre au point les formules destinées à relever les renseignements au sujet des quantités de travail accomplies. Les renseignements nécessaires concernant les travaux et articles suivants:

- a) conditions atmosphériques;
- b) déblaiement de la voirie;
- c) chargement de la neige;
- d) transport de la neige;
- e) épandage du sel et des matériaux antidérapants;
- f) travaux des équipes munies d'outils manuels;
- g) opération générale.

Les formules contiendront des espaces pour relever les renseignements suivants:

- a) travail;
- b) identité de l'équipe ou des membres de l'équipe;
- c) description d'outillage affecté au travail;
- d) durée totale du travail, y compris l'heure du début et de la fin du poste de travail, les primes d'alerte, les indemnités de disponibilité et le barème des salaires.
- e) identification précise des fonctions assumées;
- f) emplacement du travail, en code indiquant la rue ou le secteur;
- g) quantité de travail accompli, exprimée en milles de rues dégagées, en tonnes de neige déblayée, etc.;
- h) quantités de matériaux utilisés, telles des tonnes de sel, des verges cubes de sable, etc.;
- i) temps mort ou improductif, et raison l'ayant causé.

C'est le contremaître qui devrait relever les renseignements mentionnés ci-dessus, ou un employé de bureau chargé spécialement de cette tâche.

Les conditions atmosphériques ont une grande influence sur les opérations de déneigement et de lutte contre la glace. On ne peut trop souligner qu'il est indispensable de disposer de renseignements adéquats sur les conditions atmosphériques et sur la neige et la glace pour établir un relevé complet du rendement, particulièrement si ce relevé est utilisé à des fins de comparaison.

2.3.3 Méthodes d'évaluation

Voici quelques conseils au sujet des données à recueillir sur le rendement des principales opérations d'entretien hivernal, qui sont le dégagement de la voirie à l'aide de chasse-neige, le charroi de la neige (chargement et transport), et la lutte contre le verglas (déglaçage par voie chimique et épandage de matériaux antidérapants). Il pourrait être nécessaire de relever certains renseignements au sujet d'autres opérations, telles le nettoyage des intersections, le nettoyage des arrêts d'autobus, l'érection de paraneiges, etc. Il devrait être assez simple de mettre au point les méthodes d'évaluation et de relevé requises pour répondre aux besoins particuliers dans de tels cas.

1) Déblaiement de la chaussée

Le rendement des opérations de déblaiement est habituellement exprimé en milles de voie dégagée à l'heure. La largeur d'une voie dégagée au chasse-neige varie habituellement de 10 à 15 pieds, selon que ce dernier est muni d'une étrave ou

d'un versoir unique. Les rapports quotidiens devraient indiquer quelles sont les rues dégagées et le nombre de passages par rue. On pourra entreprendre si nécessaire une analyse des tâches (voir le paragraphe 2.3.4) pour obtenir les renseignements sur le rendement que peuvent donner divers types de chasse-neige dans différentes variétés de neige, de conditions atmosphériques et de circulation.

L'évaluation du rendement des opérations de déblaiement des trottoirs peut être menée de la même façon que pour les chaussées.

2) *Enlèvement de la neige*

Les rendements des opérations d'enlèvement de la neige peuvent être calculés en verges cubes ou en tonnes à l'heure. Il est probable que ces opérations sont les plus faciles à analyser pour obtenir les données de rendement, en raison de la nature bien définie des tâches et de la lente progression des opérations tout au long des rues. Les bordereaux de circuit ou de travail faits par le chef de l'équipe de chargement devraient contenir des renseignements au sujet du lieu et de la durée des opérations, et du nombre de chargements de neige emportés par les camions.

Il faut déterminer le volume utile des camions avant le commencement des opérations, afin de fournir une bonne évaluation du cubage de neige transporté. Il faudra peser un certain nombre de camions avant et après chargement afin de déterminer la densité de la neige, ce qui permettra de convertir les verges cubes en tonnes. La densité de la neige varie selon les conditions atmosphériques, etc., et il se peut que le poids total de la neige ait moins d'importance que son volume total.

On peut utiliser les résultats des analyses de tâches pour rassembler des renseignements sur les durées respectives des différentes opérations d'enlèvement de la neige. Cette donnée est utile par exemple si l'on veut connaître le nombre de camions à utiliser pour l'enlèvement de la neige dans un secteur situé à une distance moyenne donnée de la décharge.

3) *Entassement ou élimination de la neige*

On peut déterminer le coût d'exploitation d'une décharge par verge cube ou par tonne de neige déversée, à l'aide du relevé tenu à jour par un vérificateur sur place. Le relevé indiquera le nombre de chargements de neige basculés dans la décharge, le volume de cette neige, l'importance du matériel et les effectifs nécessaires pour exploiter et entretenir la décharge.

On peut utiliser la même méthode pour rassembler les renseignements nécessaires au sujet des décharges fluviales. Si l'on a construit un ouvrage temporaire ou permanent pour permettre aux camions de déverser la neige directement dans un cours d'eau rapide, il faudra établir un relevé des frais de construction et d'entretien d'une telle installation. On pourra mettre au point des méthodes comptables identiques pour les décharges à l'égout (chutes à neige).

On relèvera le rendement des fondeuses mobiles ou des fondeuses fixes en l'exprimant en tonnes de neige à l'heure. Les bordereaux de relevé devraient mentionner les renseignements sur le nombre et la taille des camions qui basculent leur neige dans la fondeuse, sur les effectifs et sur le nombre de gallons de combustible consommés, ou la quantité d'eau et d'électricité consommés. On tiendra également un compte des coûts de revient et d'entretien de ces installations. Il serait préférable de peser les camions avant le déchargement afin de maintenir un contrôle strict des opérations des fondeuses fixes.

Il pourrait être utile d'entreprendre une analyse des tâches pour rassembler les données d'expérience concernant les durées requises pour certaines opérations particulières d'élimination de la neige. Ces renseignements seraient particulièrement utiles pour une analyse comparative des coûts d'élimination de la neige par décharge sur terrains et par fondeuse.

4) *Soufflage* (rejet latéral) de la neige*

On relèvera les rendements du déblaiement de la neige par soufflage sur les côtés des boulevards, les pelouses, etc., en les formulant en verges cubes ou en tonnes à l'heure. Le relevé fournira des renseignements sur le matériel utilisé et le nombre d'hommes au travail, et mentionnera la superficie des rues déblayées de neige, et la quantité de neige qui s'y était accumulée depuis le dernier déblaiement.

5) *Déglaçage et épandage de matériaux antidérapants sur les chaussées*

Les rendements des travaux de lutte contre le verglas sont généralement exprimés en milles de voie traitée à l'heure, par un épandage d'agents chimiques de déglacement ou de matériaux antidérapants. Le journal des opérations, les feuilles de route ou les bordereaux de relevé mentionneront le matériel utilisé, l'effectif au travail, les quantités d'agents chimiques et de matériaux antidérapants épandus, la vitesse d'épandage, l'emplacement des rues ayant subi cet épandage, et le nombre de passages dans chaque rue. Le relevé devra permettre le calcul du coût des agents chimiques ou des matériaux antidérapants par mille de voie, le coût par tonne appliquée et le coût total par mille. Il devra également permettre la comparaison entre le coût d'épandage des agents chimiques et des matériaux antidérapants à l'aide d'épandouses mécaniques ou à l'aide de camions-bennes munis ou non de disques giratoires.

Il est plus difficile d'établir des relevés de rendement pour l'épandage local d'agents chimiques ou de matériaux antidérapants aux intersections, aux arrêts d'autobus ou dans les pentes. On recommande d'effectuer des analyses des tâches pour ces cas particuliers. Par cette méthode on pourra évaluer en détail le rende-

* Soufflage: rejet de la neige par turbine (turbofraise) vers le fond du trottoir ou les plates-bandes (terminologie du Service de la Voirie de Montréal).

ment d'une équipe et obtenir des renseignements sur les quantités d'agents chimiques et de matériaux antidérapants épandus, sur le nombre d'endroits traités, sur l'efficacité du travail, la gêne due à la circulation, etc. On pourra utiliser la même méthode pour évaluer le rendement des patrouilles d'entretien.

On peut utiliser les mêmes méthodes qui servent pour relever les données concernant le rendement des opérations de lutte contre le verglas des chaussées pour vérifier les rendements de la lutte contre le verglas des trottoirs. On peut dans les deux cas déterminer le nombre de milles de chaussées ou de trottoir à traiter grâce à la liste des rues; aussi est-il facile d'exprimer les rendements en milles traités à l'heure.

On peut déterminer les quantités d'agents chimiques ou de matériaux antidérapants utilisés grâce à l'inventaire des matériaux présents dans les tas au début de la saison et au journal des quantités utilisées. On peut utiliser des méthodes simples pour déterminer les quantités épandues, comme le comptage des bennes que le tracteur-chargeur (tractopelle) déverse dans un camion. Il suffit alors de multiplier ce nombre par le poids d'agent chimique ou de matériau antidérapant contenu dans une benne, qui a été déterminé auparavant.

Les figures II-4 à II-9 constituent des exemples de relevés conçus pour les rendements des travaux de déblaiement de la voirie, d'enlèvement de la neige et d'épandage des agents chimiques. Ces relevés modèles seront peut-être trop détaillés pour les petites opérations. On peut obtenir des renseignements supplémentaires concernant le relevé des rendements grâce aux résultats obtenus par l'American Public Works Association Study on Snow Removal and Ice Control in Urban Areas (1965).

2.3.4 Analyse des tâches

Il se peut que dans certains cas les formules mises au point pour tenir un compte permanent des travaux de déneigement et de lutte contre le verglas ne suffisent pas pour établir des normes ou pour découvrir les raisons d'un rendement insuffisant.

Il pourrait être utile dans ces cas d'entreprendre des analyses de tâches qui donneront des renseignements plus détaillés sur l'effectif et le temps nécessaire pour réaliser des tâches particulières.

Les analyses de tâches devront être menées à bien au lieu et au moment qui conviennent pour donner une idée exacte du travail à l'étude. Les observations seront faites par des personnes qui ne sont pas directement concernées par les opérations et de façon à ne pas gêner l'accomplissement du travail. Les mesures devront être aussi simples que possible. Les observations engloberont aussi les conditions de la circulation, de la neige, de la glace et de l'atmosphère, qui peuvent

influencer l'accomplissement de la tâche. Il peut être aussi nécessaire de rassembler des renseignements pertinents sur les facteurs externes au lieu de travail.

Le genre de rue et le trafic peuvent avoir une influence notable sur le rendement d'une activité quelconque. Dans de tels cas, la liste des rues fournira les fondements pour le choix des lieux d'observation. L'expérience indique qu'on devra prendre en considération les différentes catégories de rues suivantes pour choisir le lieu d'observation:

- a) rue à quatre voies, de niveau, droite, circulation dans les deux sens;
- b) rue à deux voies, de niveau, droite, circulation dans les deux sens;
- c) rue à deux voies, de niveau, droite, à sens unique;
- d) rue à deux voies, de niveau, notablement courbe, circulation dans un seul sens ou dans les deux sens;
- e) rue à deux voies, à pente entre 1 et 5 degrés, circulation dans un seul ou dans les deux sens;
- f) rue à deux voies, dont la pente atteint entre 5 et 10 degrés;
- g) rues courbes en pente;
- h) intersections munies de feux de circulation.

La longueur de la rue où les analyses des tâches sont faites devrait être aussi faible que possible pour faciliter les observations, mais suffisamment longue pour que les mesures soient représentatives. On conseille de choisir des longueurs de rue atteignant de trois pâtés de maisons (blocks) à un mille, selon les tâches.

Le choix d'un endroit convenant à une analyse des tâches doit aussi se baser sur les objectifs de déneigement et de lutte contre le verglas qui doivent y être atteints. Ces objectifs ou normes sont largement subjectifs, dépendant de circonstances politiques et de la capacité des gens à circuler en sécurité dans de mauvaises conditions hivernales. On peut utiliser par exemple les conditions suivantes comme bases de comparaison pour l'évaluation du rendement des travaux de déneigement et de lutte contre la glace dans les rues:

- a) chaussée nette;
- b) espaces de chaussée nette, ou voies partiellement nettes;
- c) neige à demi fondue, mince ou épaisse;
- d) neige floconneuse et sèche;
- e) moins d'un pouce de neige;
- f) pourcentage de la rue auquel la norme ou l'observation s'applique: par exemple, 80 pour cent de la chaussée ou des voies de circulation;

- g) moment à partir duquel les objectifs devront avoir été atteints, par exemple, à tout moment de la journée, dès que possible après que les rues prioritaires auront été déblayées, etc.

La méthode de dissociation des tâches peut être utilisée quand il n'est pas possible de mesurer en une seule fois toutes les tâches relatives à un travail donné. Il est possible de rassembler par cette méthode les données portant sur le temps nécessaire pour accomplir des tâches déterminées et de connaître les durées non productives entraînées par l'accomplissement d'une tâche ou d'une opération déterminée. On peut aussi utiliser cette méthode pour évaluer le coût total d'une opération, telle que l'épandage de sel, grâce à la connaissance de coût par unité de mesure pour une équipe, qu'on utilise ensuite pour estimer les coûts des travaux d'autres équipes.

On peut trouver d'autres renseignements dans la publication "Introduction à l'analyse de tâches" préparée par le Bureau international du Travail (1962). Cette publication contient également une liste bibliographique sur ce sujet.

BIBLIOGRAPHIE

Introduction à l'analyse de tâches. Bureau international du Travail, Genève, 1962.

Public Works Equipment Management, Project No. 116, Res. Fdn., American Public Works Association, 1st edition, 1964, Public Administration Service, 1313 East 60th St., Chicago, Illinois.

Snow Removal and Ice Control in Urban Areas, American Public Works Assoc. Res. Fdn., Chicago, Ill. Project 114, Special Report No. 30, Vol. 1, août 1965.

OUVRAGES COMPLÉMENTAIRES

Fiske, W. P. et Beckett, J. A., Industrial Accountants Handbook, Prentice-Hall, 1954.

Kaufmann, A., Methods and Models of Operations Research, Prentice-Hall Inc., 1963.

Koontz, H. et O'Donnell, C., Principles of Management, McGraw Hill, 1964.

Matz, A., Curry, O. J. et Frank, G. W., Cost Accounting, South-Western Publ. Co., New-Rochelle, N.Y., 1957.

Systems and Procedures, présenté par V. Lazzaro, Prentice-Hall, 1960.

FIGURE II-1(a)

Exemple de feuillet du journal des opérations détaillant les dépenses de déneigement, de déglacement et d'épandage

Date mardi 1^{er} février 1966

	<u>Effectif</u>	<u>Temps normal</u>		<u>Temps supplémentaire</u>		
		heures	taux	heures	taux	
Salaires	296	2337	2.45	917	3.67½	\$ 9,108.50
Outillage loué		<u>nombre</u>	<u>heures</u>	<u>tarif</u>		
1. camions		87	774	4.35		\$3,367.54
2. camionnettes						\$
3. outillage lourd		34	407½	11.76		<u>\$4,792.50</u> \$ 8,160.04
Outillage municipal						\$ 7,751.06
Matériaux et fournitures diverses, (sable, cailloutis, etc.)						\$ 13.89
Agents chimiques (chlorure de sodium, de calcium)						\$ 4,324.41
Outils et matériel divers						\$
Estimation des frais généraux						\$ 1,005.00
Autres frais						
1. autres matériaux						\$ 61.49
2. fournitures renouvelables						\$ 3.50
3.						\$
4.						\$
5.						\$
Total des frais de déneigement						<u>\$ 64.99</u> <u>\$30,427.89</u>

FIGURE II-1(b)

Exemple d'état actuel des dépenses et solde créditeur
des sommes disponibles pour emploi futur

Estimation des dépenses pour l'année (1965)	\$1,367,378.
Moins: total estimé des dépenses	
au 31 janvier 1966	\$268,917.
correction pour le sel, 28, 30, 31 janvier 1966	\$ 474.
correction pour le 1 ^{er} février 1966	\$ 30,428.
	<u>299,819.</u>
Le solde créditeur disponible est approximativement	<u>\$1,067,559.</u>

Dépenses de 1964, à la même date: \$295,965.

Dépenses de 1965, à la même date: \$281,117.

Chute de neige ce jour: traces

Neige tombée au cours de l'hiver actuel: 71.9

Neige tombée l'année présente: 36.6

Neige tombée l'hiver passé: 50.5

Neige tombée l'année passée: 26.1

Conditions atmosphériques:

matinée: nuageux et froid
après-midi: rafales de neige et froid

Opérations: Déneigement

Dégagement des rues et des trottoirs
Épandage de sel, de sable et de cailloutis sur
la chaussée
Soufflage de la neige
Nettoyage des passages à niveau, des passages
et des escaliers couverts de planches, des
intersections et des arrêts d'autobus
Ronde d'entretien

Remarque: On trouve qu'en pratique il est utile de grouper les deux relevés précédents (figures II-1 (a) et II-1 (b) dans un seul rapport.

FIGURE II-2

Exemple de feuillet du journal des opérations donnant le détail des travaux de déneigement, de déglacement et d'épandage dans un district particulier

Date: le 3 février 1965

Article no.	Description	Dépenses		Total des dépenses à ce jour	
		Tonnes	Coût	Tonnes	Coût
1	Déneigement, dégagement et enlèvement d'hiver		\$5,539.64		\$ 70,843.62
2	Lutte contre le verglas, épandage d'agents chimiques sur la chaussée (le coût de ces derniers n'est pas compris)	.7	59.31	844.7	3,091.24
3	Lutte contre le verglas, épandage de cailloutis sur la chaussée	24.6	162.28	1048.2	7,786.54
4	Lutte contre le verglas, sablage des trottoirs			629.4	7,584.50
5	Lutte contre le verglas, sablage de la chaussée			62.5	880.12
6	Rondes d'hiver		34.44		7,584.08
7	Déglacement mécanique des trottoirs				4,126.22
8	Lâchage d'eau d'hiver				622.20
	Total des frais directs		5,795.67		102,518.52
	Ajouter les frais généraux		154.79		7,090.74
	Total		\$5,950.46		\$109,609.26

Notes complémentaires:

température maximale:	10
minimale:	-5
Chute de neige d'aujourd'hui:	0.4
Total à ce jour de la neige tombée (en pouces)	48.0

Bureau de comptabilité

Date: 5 février 1965

Analyse des frais généraux pour aujourd'hui:

no.		coût
	sous-contremaître—de jour	
1	—de nuit	\$ 32.71
1	Aide principal de district	17.78
2	Ouvriers d'entretien	34.44
2	Contremaîtres rétribués	52.98
1	Camionnette louée	16.88
	Total	\$154.79

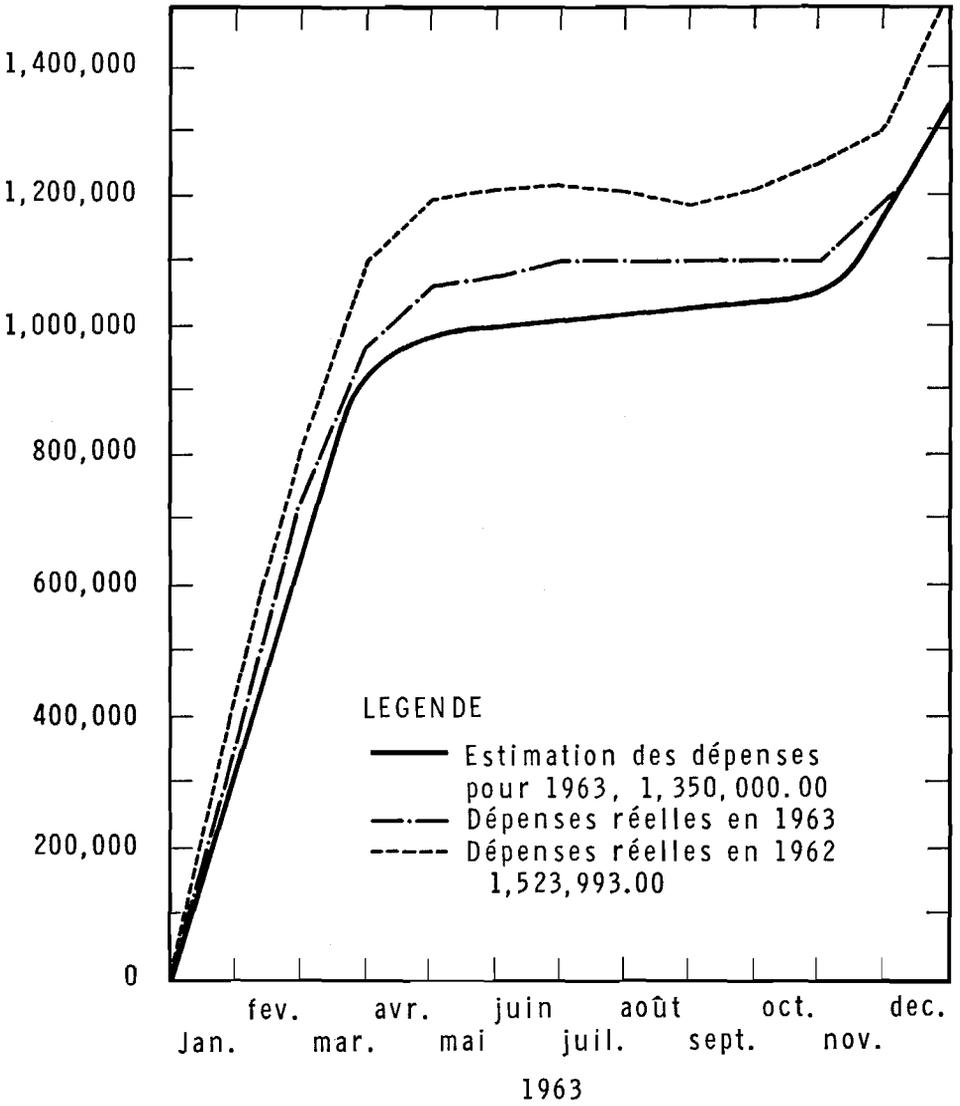


FIGURE II-3
EXEMPLE DE PRESENTATION GRAPHIQUE DES
DEPENSES ANNUELLES

**FIGURE II-3
EXEMPLE DE PRÉSENTATION GRAPHIQUE DES
DÉPENSES ANNUELLES**

FIGURE II-5

Exemple de bordereau de travail d'un district
Service d'entretien d'hiver

BORDEREAU DE TRAVAIL

Nature du travail.....Débité le compte.....				
temps	rue	de	à	n. de circuits

RÉPARTITION DES HOMMES, DE L'OUTILLAGE ET DES MATÉRIAUX

main d'oeuvre

heures

réservé au service de
comptabilité

Total des salaires.....

Camions loués

heures

total, camions.....
total, outillage loué.....

Outillage municipal

nombre

type

heures

total, outillage municipal.....

Matériaux utilisés

nombre de bennes

sel

sable

cailloutis

calcium

note: Tracteur-chargeur utilisé.....

coût total des
matériaux.....

Préparé par.....

Contremaître.....

coût total
travail.....
n. de milles.....
n. de tonnes.....

FIGURE II-6

**Exemple de bordereau d'enlèvement de la neige
Service d'entretien d'hiver**

DÉNEIGEMENT

OFFICE — SERVICE DE COMPTABILITÉ

Date.....

Équipes sur place	Surveil- lance		Main- d'oeuvre			Municipale					Embauchée				Total en v.c.	Total en ton.	Frais génér.	Mont. total	Coût par v.c.	Coût par ton.
	hom	mnt	hom	hres	mnt	cam	hres	out	hres	mnt	cam	hres	out	hres						
Jour																				
NUIT																				
TOTAUX																				

74

Contrôle du poids des charges	Camion no.	Volume en v.c.	Poids

1 verge cube = 533 tonnes

Rempli par.....

Certifié exact.....

FIGURE II-7

Exemple de renseignements pouvant être extraits des bordereaux
d'emploi des chasse-neige sur les chaussées

*Service d'entretien hivernal
Rapport de coût unitaire*

*Opération: dégagement des chaussées
Date: 13 mars 1966*

<i>Endroit</i>	<i>District A</i>
Coût total	\$ 94.34
frais généraux	14.43
	<hr/>
	\$108.77
	<hr/>
Nombre de milles de voies dégagées	15
Coût par mille	\$ 6.29
frais généraux	.96
	<hr/>
	\$ 7.25
	<hr/>

Chute de neige – 12 mars 1966: 5 po.

Chute de neige – 13 mars 1966: 1 po.

FIGURE II-8

Exemple de renseignements pouvant être extraits des bordereaux
d'épandage des produits chimiques et des antidérapants

*Service d'entretien hivernal
Rapport des coûts unitaires*

Opération: Épandage de sel manuellement et par épandeuces mécaniques

Date: 21 décembre 1965

Endroit: District A

Outillage: camion découvert

Coût total	\$122.98
frais généraux	21.32
	<hr/>
	\$144.30
	<hr/>
Nombre de tonnes épandues	7.4
Coût par tonne épandue	\$ 19.50
Nombre de milles	14.3
Tonnes épandues par mille	.52
Coût d'épandage par mille	\$ 10.09
	<hr/>
	<hr/>

Endroit: District A

Outillage: épandeuces mécanique

Coût total	\$119.53
frais généraux	20.72
	<hr/>
	\$140.25
	<hr/>
Nombre de tonnes épandues	7.4
Coût par tonne épandue	\$ 18.95
Nombre de milles	14.8
Tonnes épandues par mille	.50
Coût d'épandage par mille	\$ 9.48
	<hr/>
	<hr/>

FIGURE II-9

Exemple de renseignements pouvant être extraits des bordereaux
d'enlèvement de la neige

*Service d'entretien hivernal
Rapport des coûts unitaires*

Opération: enlèvement de la neige

Pour la période du 31 janvier 1966 au 11 février 1966

Coût total	\$130,006
frais généraux	21,750
	<u>\$151,756</u>
Nombre de verges cubes	355,564
Coût par verge cube enlevée	<u>\$ 0.42</u>
Nombre de tonnes	196,626
Coût par tonne enlevée	<u>\$ 0.77</u>
Nombre de milles de bordure de trottoir dégagés	283.6
Coût par mille de bordure de trottoir	<u>\$535.10</u>

Hauteur de neige nouvelle tombée pendant cette période: 19,2 pouces

DEUXIÈME PARTIE

2-1 ANNEXE I — PLAN COMPTABLE

2-1.1 Le plan comptable suivant constitue une suggestion répondant aux besoins des villes pour la comptabilisation de l'enlèvement de la neige et de la lutte contre le verglas. L'utilisateur choisira, dans cette liste, les comptes à utiliser en vue d'une opération particulière d'entretien d'hiver. On espère que les pratiques comptables se conformeront graduellement aux suggestions du plan présenté. On disposera ainsi dans l'avenir d'une base de comparaison entre différentes opérations.

2-1.2 PLAN COMPTABLE

1.0 Frais d'administration et frais généraux

- 1.1 Quote-part des frais d'administration et des frais généraux de de l'Hôtel de Ville
- 1.2 Quote-part des frais d'administration et des frais généraux du service
- 1.3 Quote-part des frais d'administration et des frais généraux de la Division
- 1.9 Total des frais généraux et des frais d'administration

2.0 Chaussées

- 2.1.00 *Chaussées – dégagement (déblaiement)*
 - .01 Salaires
 - .02 Outillage
 - .021 Outillage n'appartenant pas à la ville
 - .022 Outillage municipal
 - .03 Déblaiement confié à l'entreprise privée
 - .04 Divers. Utilisation et réparations de l'outillage
 - 2.1.90 Total pour le dégagement des chaussées
- 2.2.00 *Chaussées – Épandage d'antidérapants et de produits chimiques*
 - .01 Salaires
 - .02 Outillage
 - .021 Outillage appartenant à des entreprises privées
 - .0211 Installation d'accessoires sur outillage en location
 - .03 Matériaux

- .031 Fournitures
- .032 Sel et chlorure de calcium
- .05 Utilisation et réparations de l'outillage
- .06 Outils et outillage divers
- .08 Réchauffeurs de sable – réparations
- 2.2.90 Total pour chaussées – Épandage d'antidérapants et de produits chimiques
- 2.3.00 *Chaussées – enlèvement de la neige, transport et élimination*
- 2.3.1 Panneaux d'avertissement et d'information – Pose
 - .11 Salaires
 - .12 Matériel
 - .121 Matériel appartenant à des entreprises privées
 - .122 Matériel municipal
- 2.3.2 Panneaux d'avertissement et d'information – ramassage
 - .21 Salaires
 - .22 Matériel
 - .221 Matériel appartenant à des particuliers
 - .222 Matériel municipal
 - .223 Panneaux et barricades
- 2.3.3 Enlèvement
 - .31 Salaires
 - .32 Outillage
 - .321 Outillage appartenant à des entreprises privées
 - .322 Outillage municipal
 - .37 Contrats
 - .38 Dégagement des passages à niveau
- 2.3.4 Soufflage latéral ou non
 - .41 Salaires
 - .42 Outillage
 - .421 Outillage appartenant à des entreprises privées
 - .422 Outillage municipal
 - .45 Outillage relevant de la Direction: utilisation et réparations
 - .46 Outils et outillage divers
 - .48 Réparations aux plate-formes de déchargement de la neige

2.3.9 Total pour le déneigement des chaussées

3.0 Entassement ou élimination de la neige

3.0.1 Décharge en surface

.11 Salaires

.12 Outillage

.121 Outillage appartenant à des entreprises privées

.122 Outillage municipal

3.0.2 Décharge aux rivières

.21 Salaires

.22 Outillage

.221 Outillage appartenant à des entreprises privées

.222 Outillage municipal

3.0.3 Décharge à l'égout

.31 Salaires

.32 Outillage

.321 Outillage appartenant à des entreprises privées

.322 Outillage municipal

3.0.4 Fondeuses

.41 Salaires

.42 Outillage

.421 Outillage appartenant à des entreprises privées

.422 Outillage municipal

3.0.90 Total pour l'élimination de la neige

3.1.00 *Entassement ou élimination de la neige. Entretien des décharges et fondeuses*

3.1.1 Décharge en surface

.11 Salaires

.12 Outillage et matériaux

.121 Outillage appartenant à des entreprises privées

.122 Outillage municipal

3.1.2 Décharge aux rivières

.21 Salaires

- .22 Outillage et matériaux
- .221 Outillage appartenant à des entreprises privées
- .222 Outillage municipal
- 3.1.3 Décharge à l'égout
- .31 Salaires
- .32 Outillage et matériaux
- .321 Outillage appartenant à des entreprises privées
- .322 Outillage municipal
- 3.1.4 Fondeuses
- .41 Salaires
- .42 Outillage et matériaux
- .421 Outillage appartenant à des entreprises privées
- .422 Outillage municipal
- 3.1.9 Total, entretien des aires d'entassement ou d'élimination de la neige

4.0 Trottoirs

- 4.1.00 *Trottoirs – dégagement*
- .01 Salaires
- .02 Outillage
- .021 Outillage appartenant à des entreprises privées
- .022 Outillage municipal
- .05 Utilisation et réparations de l'outillage appartenant à la Direction
- .06 Outils et outillage divers
- 4.1.9 Total pour le dégagement des trottoirs
- 4.2.00 *Trottoirs – Épandage de sable et de produits chimiques*
- .01 Salaires
- .02 Location
- .021 Outillage appartenant à des entreprises privées
- .022 Outillage municipal
- .03 Matériaux
- .031 Sable
- .032 Produits chimiques

- .06 Outils portatifs et instruments divers
- 4.2.9 Total pour l'épandage de sable et de produits chimiques sur les trottoirs

5.0 Paraneiges (clôtures à neige)

- .01 Salaires
- .02 Location
- .021 Matériel appartenant à des entreprises privées
- .022 Matériel municipal
- .023 Matériel appartenant à des particuliers – barricades
- .03 Matériaux
- .031 Paraneiges neufs
- .032 Paraneiges – éléments de remplacement
- 5.0.9 Total pour les paraneiges

6.0 Drainage de surface – Écoulement

- 6.0.1 Dégagement des ouvertures de puisards
 - .11 Salaires
 - .12 Location
 - .121 Outillage appartenant à des entreprises privées
 - .122 Outillage municipal
- 6.0.2 Entretien des fossés
 - .21 Salaires
 - .22 Location
 - .221 Outillage appartenant à des entreprises privées
 - .222 Outillage municipal
 - .25 Utilisation et réparations de l'outillage appartenant à la Direction
 - .26 Outils et outillage divers
- 6.0.9 Total pour le drainage de surface et l'écoulement

7.0.0 Équipes d'urgence et entretien entre les tempêtes

- .01 Salaires
- .02 Location
- .021 Outillage appartenant à des entreprises privées

- .022 Outillage municipal
- .03 Matériaux
- .031 Sable
- .032 Produits chimiques
- .033 Fournitures
- 7.0.9 Total pour les équipes d'urgence et l'entretien entre les tempêtes

8.0.0 Réclamations – Coûts des remises en état (dommages causés aux pelouses, devantures de magasins, etc. par chasse-neige et autres éléments d'appareillage)

- .01 Salaires
- .02 Location
- .021 Outillage appartenant à des entreprises privées
- .022 Outillage municipal
- .03 Matériaux
- .05 Utilisation et réparations de l'outillage appartenant au service
- .07 Travaux sous contrat
- 8.0.9 Total des réclamations – Coûts des remises en état

9.0 Total des dépenses de déneigement et de lutte contre le verglas

10.0 Revenus et autres crédits

- 10.1 Revenus. Location d'outillage appartenant au service
- 10.2 Montant des frais de déneigement sous contrat remboursés par l'administration municipale grâce à une subvention de la province.
- 10.3 Montant des frais de déneigement sous contrat remboursés par le public grâce à une subvention de la province.
- 10.4 Montant des frais de déneigement sous contrat, remboursés par l'administration municipale, sans subvention de la province
- 10.5 Montant des frais de déneigement sous contrat remboursés par le public, sans subvention de la province.

11.0 Total net des dépenses de déneigement et de lutte contre le verglas.

DEUXIÈME PARTIE

2-2 ANNEXE 2 — ÉTABLISSEMENT D'UN PARC COMMUN DE VÉHICULES

2-2.1

Il est possible, en centralisant le commandement, de réaliser des économies dans l'emploi des véhicules et outillages municipaux; ce résultat peut être obtenu par la création d'un parc commun ou par la désignation d'un fonctionnaire ayant pouvoir de déplacer les véhicules d'une division à une autre d'après les besoins du moment. Il n'est pas toujours possible d'obtenir l'utilisation optimale des ressources si on ne procède pas à une délégation de pouvoirs. L'expérience a montré que le commandement centralisé de l'outillage peut, dans certaines agglomérations, permettre une réduction de 25 pour cent du nombre de véhicules nécessaires.

2-2.2 Méthode d'établissement d'un parc commun

(1) *Inventaire*

Dresser un inventaire physique de tous les véhicules et outillages possédés par la municipalité. Les grouper par catégories.

(2) *Identification par numéros*

Affecter un numéro à chaque catégorie, par exemple 10 pour les automobiles, 11 pour les camionnettes d'une demi-tonne, etc. Affecter en même temps à chaque catégorie un ensemble de nombres, par exemple 1 à 50 pour les automobiles, 75 à 100 pour les camionnettes d'une demi-tonne, etc. En utilisant ce système de numérotage, le premier véhicule sera désigné par 1 - 10. Chaque véhicule devant conserver la même désignation pendant toute sa durée d'existence, on peindra les numéros sur les véhicules ou, de toute autre manière, on attachera solidement sur ceux-ci un moyen d'identification.

(3) *Description des véhicules*

Pour chaque véhicule rassembler toutes les données possibles d'identification telles que type et modèle, numéro de série, numéro du moteur, accessoires, date d'achat, nom du fournisseur et prix brut.

(4) *Amortissement comptable*

En utilisant celles des données pertinentes ci-dessus, préparer un plan d'amortissement. Prendre le prix brut du véhicule et le diviser par le nombre estimé de ses années de service effectif. Si la comptabilité d'amortissement est tenue mensuellement, il suffit de diviser par douze la dépréciation annuelle.

(5) *Fonds de réserve pour remplacement*

Établir un compte de réserve pour remplacement de sorte que les montants mensuels puissent être ajoutés aux coûts d'utilisation des véhicules, le compte de réserve pour remplacement étant crédité par une écriture de contre-partie. On conseille de ne pas tenir compte, lorsque le plan sera établi, de la valeur de reprise des véhicules ni de leur valeur comme ferraille. La valeur de reprise représentera un boni en argent pour le fonds de remplacement et une garantie contre l'augmentation de coût due à l'accroissement de capacité des engins de remplacement.

(6) *Dossier du véhicule*

Pour chaque véhicule préparer une carte donnant les antécédents du véhicule; si possible sur la même carte, prévoir un espace où seront inscrits le coût en service, le revenu et les données d'amortissement. L'inscription de ces données se révélera de grande valeur. Elles serviront de guide pour des décisions en vue d'achats ultérieurs; tel sera le cas pour le choix d'une marque d'outillage, pour la ligne de conduite à suivre en matière de reprises (trade-in) de véhicules, etc.

(7) *Revenus et services rendus*

Les véhicules sont loués aux services sur la base d'un certain travail à exécuter, du nombre d'heures d'utilisation, des milles parcourus, ou, dans quelques cas, suivant une combinaison de ces méthodes. Les heures et les milles de service pour un véhicule sont enregistrés quotidiennement par le conducteur sur un feuillet de carnet de route ou sur une carte. Pour les inscriptions manuelles, on conseille la préparation de la fiche en double de manière que l'utilisateur puisse disposer d'une trace écrite de l'utilisation. Pour la comptabilité électronique, une carte est préférable, car le document original peut être perforé pour traitement des données. Elle ne peut cependant pas être immédiatement utilisée pour fournir un duplicata. Le revenu à créditer au parc commun d'outillage sera déterminé par la fiche ou la carte. Les heures, les milles et le revenu seront calculés quotidiennement, soit manuellement, soit électroniquement, pour tous les véhicules. L'utilisateur sera débité, un revenu étant en contre-partie crédité au parc commun.

(8) *Comptabilité analytique d'exploitation*

On suppose qu'il a été dressé un plan comptable suffisant pour pouvoir inscrire tous renseignements concernant les travaux. Dans ce type d'opération, il est aisé de se conformer aux méthodes de la comptabilité industrielle en groupant la structure des comptes en sections de frais directs et indirects.

Si les véhicules sont réparés dans des garages extérieurs, les firmes privées factureront aux municipalités les réparations et services. Si la municipalité assure la marche de son propre garage, il y a lieu d'instituer un prix de revient par commande, de manière à pouvoir imputer au véhicule les dépenses d'entretien et de

réparation. L'essence, le carburant lourd, l'huile, les approvisionnements et toutes les autres dépenses directes seront imputées directement au véhicule. Il en sera aussi de même pour l'amortissement prévu par le plan pour la période comptable en cause. Les frais généraux et autres frais administratifs directs concernant le parc de véhicules seront répartis entre les véhicules concernés sur une base équitable.

(9) *Fixation des taux de location*

Les taux seront calculés de manière à couvrir toutes les dépenses du parc d'outillage, prévues ou figurant sous cette rubrique dans le budget de l'année. On peut se baser sur un taux horaire pour couvrir les dépenses permanentes, et sur un taux par mille pour les dépenses variables nécessaires lorsque le véhicule est en service, par exemple pour réparations, pneumatiques, essence et huile. Pour pouvoir comparer les taux de location, il est préférable d'utiliser un taux unique, plus aisé à manier en ce sens qu'on peut déterminer à vue si les taux croissent ou décroissent. Pour certains véhicules, cependant, tels que niveleuses, souffleuses, etc., l'application d'un taux horaire est seule pratique. Quelques chefs de service préfèrent utiliser un taux au mille pour les véhicules de transport et un taux horaire pour les véhicules utilisés pour l'exécution de travaux.

(10) *Contrôle de gestion*

Un grand nombre de rapports peuvent être fournis. Leur nombre dépend de la limite qu'on désire assigner au contrôle de gestion. Le minimum conseillé pour les rapports consiste dans un relevé, par véhicule des dépenses et revenus mensuels, avec des résumés par catégories, et un total général pour toutes les catégories indiquant ce qui suit:

- Milles parcourus en service
- Nombre d'heures de service
- Gallons de carburant consommés
- Dépenses d'utilisation
- Dépréciation
- Revenus
- Perte ou gain
- Coût par mille
- Coût horaire

(11) Pour renseignements complémentaires sur la gestion des véhicules municipaux, on devrait consulter le "Public Works Equipment Management" (1964) publié par l'American Public Works Association.

TROISIÈME PARTIE

Arrêtés municipaux et règlements

3.1 INTRODUCTION

Les règlements et les climats des dix provinces du Canada sont variés. Aussi est-il impossible de mettre au point un modèle uniforme d'arrêté municipal traitant des problèmes posés par la neige et la glace et applicable dans toutes les municipalités urbaines. Les prescriptions réglementaires convenant à une grande agglomération urbaine où les chutes de neige sont très importantes diffèrent nettement de celles qui conviendraient à de petites agglomérations à faibles chutes de neige. La présente partie précise les points à considérer dans le cas des conditions les plus difficiles, c'est-à-dire dans le cas des grandes villes où les chutes de neige sont importantes. Les responsables des régions où les problèmes sont moins aigus pourront exécuter les ajustements qui leur paraîtront souhaitables ou que pourraient imposer les règlements provinciaux. Il peut être nécessaire dans quelques régions de faire promulguer des lois habilitant les responsables à appliquer les recommandations de la présente partie.

3.2 PARCOURS D'URGENCE-NEIGE

3.2.1 Désignation des parcours d'urgence-neige

Il existe, dans toutes les régions urbaines, des rues ou portions de rues qui jouent le rôle de grandes artères. Il importe, pour ces rues, de prendre sans délai les mesures nécessaires dès que la neige commence à tomber ou que la glace commence à se former. Pendant les périodes d'urgence-neige, les véhicules abandonnés par leurs conducteurs doivent être remorqués ailleurs de manière à minimiser l'encombrement de la circulation et à permettre la libre mise en œuvre de l'outillage tels que chasse-neige, sableuses, souffleuses et camions. L'ensemble de ces rues doit être, par arrêté municipal, qualifié d'itinéraire d'urgence-neige. Lorsqu'on choisit ces itinéraires, on doit prendre garde que leur longueur totale présente un rapport raisonnable avec la capacité de travail de l'outillage disponible. On doit porter une attention spéciale aux pentes et aux ponts.

3.2.2 Proclamation de l'urgence-neige

Lorsque les conditions atmosphériques ou les données fournies par les services de météorologie indiquent la probabilité d'une situation d'urgence due à la neige ou à la glace, une autorité désignée (par exemple le Maire, l'Ingénieur municipal, le Commissaire à la voirie, ou une autre autorité officielle) peut proclamer une urgence-neige. La réglementation correspondant à cette situation entre alors en vigueur et demeure applicable jusqu'à la fin de la situation d'urgence. L'annonce de l'urgence doit avoir la publicité maximale possible. On utilisera en particulier plusieurs organes de communication tels que la radio et la télévision. L'Arrêté

municipal concernant les itinéraires d'urgence-neige doit préciser l'autorité officielle habilitée à proclamer l'état d'urgence et la méthode de publication de cette urgence. La proclamation de l'état d'urgence doit annoncer l'heure du début de la période d'urgence; cette période doit s'étendre jusqu'à l'annonce de son expiration. Si, sur un des parcours d'urgence, la neige a été enlevée avant cette expiration, ce parcours devra être considéré comme libéré de l'urgence.

3.2.3 Réglementation des parcours d'urgence

Pour faciliter l'enlèvement de la neige et autres travaux municipaux essentiels, il est souhaitable d'interdire sur toutes les rues le stationnement de nuit, à condition naturellement que cette mesure soit matériellement acceptable et permise par les règlements. De toute manière l'arrêté précisant les itinéraires d'urgence-neige doit prévoir l'interdiction totale du stationnement sur ces itinéraires pendant la période d'urgence-neige. La Police ou ses agents doivent avoir le droit de fixer des billets de contravention (tickets) aux voitures abandonnées par leurs conducteurs et de faire remorquer et de mettre ces véhicules en fourrière. La responsabilité d'obtenir un véhicule de remorquage ou de dépannage permettant de déplacer une voiture hors de service doit incomber au conducteur ou au propriétaire de la voiture.

(1) Pneus-neige et chaînes

L'arrêté municipal relatif au stationnement doit s'appliquer à toutes les voitures et autres véhicules à moteur y compris ceux qui sont immobilisés par manque de pneus-neige ou de chaînes efficaces.

(2) Pénalités, amendes et droit de rétention

L'arrêté municipal doit indiquer les pénalités encourues par ceux qui en violent les stipulations. Il doit prévoir le montant des frais de remorquage et de fourrière. La Ville bénéficiera d'un droit de rétention de la voiture jusqu'au paiement de ce montant. Les pénalités devront être assez élevées pour constituer une réelle punition.

3.2.4 Signalisation des itinéraires d'urgence

Des pancartes permanentes indiquant "Itinéraire d'urgence-neige" devront être placées de distance en distance sur chacun de ces itinéraires. Si cette pratique était adoptée d'une manière générale dans tout le Canada ces itinéraires seraient rapidement connus du public.

3.3 RUES SECONDAIRES

A part les rues désignées par arrêté municipal comme "Itinéraires d'urgence-neige", toutes les autres rues doivent être considérées comme rues secondaires en ce qui concerne les règlements relatifs à la neige. Le problème qui se présente au sujet de

ces rues consiste à en éliminer la neige après que les mesures ont été prises pour permettre la circulation libre sur les “Itinéraires d’urgence-neige” dont l’importance est primordiale.

3.3.1 Pancartes d’enlèvement de la neige dans les rues secondaires

Lorsque le programme des travaux neige indique que le moment est venu de déneiger une rue secondaire, on doit placer des pancartes temporaires dans cette rue, au moins six heures avant le début des travaux. Elles doivent être installées à la demande de l’autorité officielle responsable du déneigement par une autorité appropriée. Elles doivent porter la mention “Enlèvement de la neige – Stationnement interdit”. Elles doivent être enlevées lorsque le travail est achevé.

3.3.2 Règlements concernant l’enlèvement de la neige dans les rues secondaires

L’arrêté municipal concernant la neige doit interdire de stationner dans toute rue où des pancartes “Enlèvement de la neige” ont été placées, l’interdiction restant en vigueur jusqu’à l’enlèvement des pancartes. Le délai (six heures) prévu laisse aux propriétaires de voitures assez de temps pour déplacer les voitures en panne. L’arrêté devra prévoir l’apposition de billets de contravention (tickets) sur toute voiture stationnée de manière à faire obstacle aux opérations de déneigement, ainsi que le remorquage et la mise en fourrière de ces véhicules.

3.4 AUTRES RÈGLEMENTS

3.4.1 Autres règlements – Responsabilité des travaux de déneigement

L’arrêté municipal devra désigner la personne ou l’organisme responsable de déneigement et de la lutte contre le verglas.

3.4.2 Autres règlements – Trottoirs

L’arrêté municipal devra désigner la personne ou l’autorité responsable de déneigement et de la lutte contre le verglas. On pourra choisir les occupants des bâtiments adjacents ou un service municipal. L’arrêté devra également interdire le déplacement de la neige d’un trottoir jusqu’à une partie de rue ou de route sur laquelle les véhicules circulent, sauf si le transport à lieu jusqu’à un tas déjà préparé le long de la route en vue d’un déneigement imminent. L’arrêté devra interdire expressément le transport de la neige à partir des passages privés pour voitures, des terrains de stationnement ou des propriétés privées, vers des parties de rues ou de routes sur lesquelles les véhicules circulent.

3.4.3 Autres règlements – Pénalités

L'arrêté municipal devra prévoir des pénalités pour infractions aux règlements de stationnement dans les rues secondaires. Il devra aussi mentionner les frais de remorquage et de fourrière, et les pénalités pour dépôt illégal de neige sur une partie de rue ou de route où des véhicules circulent.

QUATRIÈME PARTIE

Produits chimiques

4.1 OBJECTIFS

L'épandage de produits chimiques sur les routes est destiné à obtenir l'un des résultats suivants :

- a) empêcher la formation de verglas dû à la pluie ou au brouillard verglaçants ou à l'eau stagnante sur la chaussée;
- b) empêcher l'adhérence de la neige à la surface de la route et la formation subséquente d'une couche de glace;
- c) fondre la neige fraîche au moment de sa chute, sur les routes à grande circulation, aux intersections, etc., où il est nécessaire de maintenir en tous temps une chaussée propre;
- d) enlever les couches de glace et de neige qui subsistent sur la chaussée après le passage des chasse-neige;
- e) traiter les antidérapants de manière à les empêcher de geler lorsqu'ils sont entreposés et à assurer une bonne incrustation des particules dans la couche de glace;
- f) donner à la surface des routes des qualités antidérapantes.

4.2 PRINCIPES FONDAMENTAUX DU DÉGLACEMENT CHIMIQUE

La dissolution dans l'eau d'un produit chimique en abaisse la température de congélation. Le point de congélation de la solution est fonction de la concentration du produit chimique. On représente ordinairement cette dépendance au moyen d'un diagramme de phase (figure IV-1). La ligne A-E visible sur la gauche est la courbe de congélation. Elle donne la température T à laquelle une solution de concentration donnée C se congèle. La ligne E-B représente la quantité maximale (en concentration C) de produit chimique que l'on peut dissoudre à la température T. Le point eutectique E représente la plus basse température à laquelle la dissolution est possible.

Lorsqu'on ajoute à de la glace à la température T une petite quantité d'un produit chimique convenablement choisi, il fond une quantité de glace suffisante pour former un mélange de glace et de solution à la concentration C_1 . Si on ajoute du sel, une nouvelle quantité de glace fond de manière à maintenir à la valeur C_1 la concentration de la solution. Ce processus continue jusqu'au moment où on aura ajouté une quantité de produit chimique suffisante pour fondre toute la glace. Une nouvelle addition de produit chimique renforce la solution jusqu'au moment où la concentration maximale possible, soit C_2 , est atteinte. A ce moment aucune quantité supplémentaire de produit chimique ne peut être dissoute (de Quervain, 1963; Schneider, 1962). Les diagrammes de phase relatifs à la glace, le chlorure de sodium et le chlorure de

calcium (produits chimiques normalement utilisés pour l'élimination de la neige et la lutte contre le verglas se trouvent dans la figure IV-2 (Kaufman, 1960; Calcium Chloride Inst., 1958).

La fonte de la glace exige de la chaleur. La dissolution d'un produit chimique peut exiger une quantité supplémentaire de chaleur (par exemple la dissolution du chlorure de sodium) ou produire de la chaleur (par exemple la dissolution du chlorure de calcium). Ordinairement, cependant, il est nécessaire de fournir de la chaleur pour qu'un produit chimique produise la fonte de la glace. Cette chaleur est empruntée à l'air et à la chaussée. Lorsqu'on commence à ajouter un produit chimique à la glace, une certaine quantité de glace fond et le prélèvement de la quantité de chaleur nécessaire pour fondre la glace abaisse la température de celle-ci. La température du mélange de glace et de solution continue à décroître jusqu'à égaler celle qui correspond à la concentration de la solution. Comme elle est maintenant inférieure à celle de l'air et de la chaussée du voisinage, il se produit un transfert de chaleur du voisinage vers le mélange. Il en résulte une fonte supplémentaire de glace, d'où abaissement de concentration de la solution. Cette situation, à son tour, provoque une augmentation graduelle de la température du mélange jusqu'au moment où elle égale à nouveau celle du milieu immédiatement voisin. La fonte de la glace et de la neige par adjonction de produits chimiques est donc associée à une baisse initiale de température suivie d'une augmentation graduelle portant cette température à celle du voisinage.

4.3 FACTEURS QUI INFLUENT SUR L'EFFET DE FONTE

La quantité de produit chimique et le temps nécessaire pour fondre une certaine épaisseur de neige ou de glace dépend de divers facteurs en relations étroites (Coulter, 1965).

4.3.1 Type de produit chimique

Les caractéristiques indiquées par le diagramme de phase constituent les facteurs principaux dont dépend la quantité de glace susceptible d'être fondue par un produit chimique. La couleur de ce produit et ses impuretés peuvent également influencer sur l'effet de fusion, mais l'importance de ces facteurs n'est pas connue.

4.3.2 Granulométrie

Un produit chimique appliqué en poudre fine présente une plus grande surface de contact avec la glace et induit par suite la fusion en un plus grand nombre de points que s'il était appliqué sous forme granulaire (Edwards and Brohm, 1963; Brohm and Edwards, 1960; Amberg and Williams, 1948). Les essais ont montré que les particules de chlorure de sodium d'un diamètre de 1/16^e de pouce (approximative-

ment tamis n° 12) engendrent le maximum d'effet sur les couches de neige et de glace (Amberg and Williams, 1948). Ce matériau présente cependant les désavantages suivants:

- a) il est facilement déplacé par le vent et les véhicules;
- b) il forme sur les surfaces de glace un film de saumure qui rend la circulation dangereuse;
- c) il s'agglomère plus rapidement que d'autres produits après un séjour prolongé dans l'épandeur ou en magasin.

Les gros grains pénètrent par fusion lente dans les couches de glace; leur action se prolonge en rompant le lien existant entre la chaussée et la glace par une extension graduelle de la surface couverte par la solution. Ils peuvent aussi jouer le rôle d'antidérapants pendant une courte période consécutive à leur application. Les produits chimiques utilisés pour lutter contre le verglas des routes devraient théoriquement consister en un mélange de grains fins se dissolvant rapidement et de grains plus gros susceptibles de pénétrer profondément, mais lentement. Les dimensions de grains recommandées sont indiquées, pour le chlorure de sodium, dans la section 4.4.2 et l'Annexe IV-1, et pour le chlorure de calcium dans l'Annexe IV-2.

4.3.3 Conditions atmosphériques

La température de la chaussée, qui peut différer de celle de l'air, est le facteur principal commandant la quantité de produit chimique nécessaire et la vitesse de fonte correspondante. Le diagramme de phase (figure IV-2) indique que la quantité de produits chimiques nécessaire pour fondre une quantité donnée de glace augmente presque en fonction linéaire de la chute de la température. Pour une quantité donnée de produit chimique, la différence initiale de température existant entre le mélange de solution et de glace, d'une part, la chaussée et l'air, de l'autre, décroît en même temps que la température. La vitesse de fonte décroîtra, dans ces conditions, lorsque décroîtront les températures de la chaussée et de l'air. La vitesse de fonte décroît également sous l'effet d'autres facteurs qui abaissent la température de la chaussée, tels que l'évaporation, le rayonnement nocturne par ciel clair, ou des périodes antérieures de froid. La fonte est accélérée et exige des quantités moindres de produits chimiques lorsque la chaussée est exposée aux radiations solaires. La chaleur solaire peut engendrer une température de chaussée plus élevée de 10°F que celle de l'air. Une chaussée nue et humide absorbe plus de radiations solaires que les surfaces de neige ou de glace. Ce fait est mis en évidence par la disparition rapide de la neige observée quelquefois sur les surfaces de routes adjacentes où la chaussée est à nu.

4.3.4 Exposition de la route

Il convient généralement de ne pas épandre de produits chimiques sur les routes exposées à des vents violents et à des amoncellements de neige. La présence des produits chimiques ferait coller la neige sur la chaussée, tandis qu'une surface non traitée peut, sous l'action du vent, demeurer libre de neige. Les températures de chaussée étant plus basses dans les zones situées à l'ombre, il est nécessaire d'y épandre de plus grandes quantités de produits qu'ailleurs.

4.3.5 Heure d'épandage

Le mélange d'une petite quantité de produits chimiques et de neige non comprimée peut induire la fonte d'une partie de la neige. La neige mouillée et presque granulaire ainsi produite ne sera pas tassée par la circulation et pourra être aisément enlevée plus tard par les chasse-neige. Pour que la neige ne devienne pas compacte, il faut qu'environ 15 pour cent de son poids soit fondu. Si on n'épand pas de produit chimique au début d'une chute de neige, et si la circulation vient à tasser celle-ci, il faudra davantage de produits chimiques et de temps pour que les produits s'insinuent dans la masse et éliminent la glace ou la neige très dure qui résultent de cette situation.

4.3.6 Influence de la circulation

La circulation joue un rôle favorable en mélangeant le sel et la neige et en brisant les couches de glace déjà affaiblies par le sel. L'expérience a montré que la fonte d'environ 40 pour cent de la glace est suffisante, et qu'à partir d'un trafic dépassant 30 véhicules à l'heure, la circulation rejette vers le bord du trottoir la neige à demi-fondue qui peut subsister (Kerston, Pedersen and Toddie, 1959; Road Res. Lab., DSIR, Londres, Angleterre, 1953; Nichols and Price, 1956; Himmelman, 1963). Plus la circulation est importante, moins il est nécessaire que l'épandage soit parfait, et plus rapidement la chaussée est dégagée.

4.4 MATÉRIAUX

4.4.1 Conditions requises

Les produits chimiques convenant pour l'élimination de la glace et de la neige doivent:

- a)– abaisser le point de congélation de l'eau jusqu'aux températures normalement observées sur les routes;
- b)– endommager aussi peu que possible les métaux, les chaussées et les vêtements;
- c)– ne pas être toxiques pour les personnes, les animaux et les plantes;

- d)– être disponibles en grandes quantités à bas prix;
- e)– pouvoir être facilement entreposés, manipulés et épandus;
- f)– agir rapidement sur la glace et être capables de pénétrer dans les couches de glace;
- g)– ne pas avoir d'effets lubrifiants sur la surface de la route lorsqu'on les épand sur une chaussée sèche ou lorsqu'ils sont en solution.

On a trouvé qu'à ce jour les chlorures de sodium et de calcium se rapprochent le plus du type idéal décrit ci-dessus. Ce sont les produits chimiques généralement utilisés dans la lutte contre la neige et le verglas.

4.4.2 Chlorure de sodium

Le chlorure de sodium est livré sous forme de:

- a)– sel gemme;
- b)– sel de flamme (par évaporation de solutions de sel gemme)
- c)– sel de marais salant

Ces trois types de produits, de même composition chimique, ne présentent pas de différences appréciables dans leurs aptitudes à fondre la glace. Le sel de flamme se présente d'ordinaire sous forme de particules plus fines que le sel gemme et contient un pourcentage d'eau plus élevé. Il tend par suite davantage à s'agglomérer. D'un autre côté, les fines particules produisent plus rapidement que les autres leur effet de fusion.

Le chlorure de sodium reste généralement sec en présence de l'air. Sa dissolution entraîne une absorption de chaleur. Sa température d'eutexie est -6°F (figure IV-2) mais on observe en pratique que le chlorure de sodium seul agit peu sur le verglas des routes aux températures inférieures à 15°F . Lorsque la chaussée sèche, le chlorure de sodium cristallise à nouveau; la chaussée est alors couverte d'une fine couche de sel sec.

On trouve les spécifications concernant le chlorure de sodium destiné à lutter contre le verglas des routes dans l'ASTM Standard Specification D 632-58 (Annexe IV-1). Ces spécifications prévoient du sel gemme en gros grains. Un sel plus fin, présentant la granulométrie suivante, semble préférable pour les voies urbaines:

- passant au tamis n° 4 (4,76 mm.) — 100 pour cent
- passant au tamis n° 8 (2,38 mm.) — 70 pour cent maximum
- passant au tamis n° 30 (595 microns) — 10 pour cent maximum

La manipulation du sel tend à en briser les particules de sorte que, au moment de l'épandage sur la route, le sel est ordinairement plus fin qu'au moment de l'achat.

4.4.3 Chlorure de calcium

Le chlorure de calcium est livré sous forme de :

- a) paillettes contenant en poids de 77 à 80 pour cent de CaCl_2 , le reste consistant surtout en eau de cristallisation;
- b) boulettes contenant en poids approximativement 95 pour cent de CaCl_2 .

Les boulettes fondent la glace plus rapidement que les paillettes. Présentant, par livre, une plus forte concentration en CaCl_2 , elles fondent une quantité de glace environ 20 pour cent supérieure à celle que fond un poids égal de paillettes.

Le chlorure de calcium est hygroscopique, c'est-à-dire qu'il emprunte l'humidité de l'air. Il doit être expédié dans des sacs ou récipients imperméables. On doit le protéger des intempéries lorsqu'il est entreposé. Lorsqu'il entre en solution, la chaleur dégagée peut servir à fondre la glace. La température d'eutexie est -58°F (figure IV-2) mais, aux températures inférieures à -30°F , la fusion ne se produit que lentement. Le chlorure de calcium peut fondre le verglas sur les routes à toutes les températures rencontrées habituellement. La dissolution étant exothermique, il agit plus rapidement sur la neige et sur la glace que le chlorure de sodium. Après la fin d'une chute de neige, lorsque la chaussée est à nu, le chlorure de calcium continue à absorber l'humidité de l'atmosphère. Aussi la surface de la route reste-t-elle humide et dangereuse pendant un temps parfois considérable. Le coût d'une tonne de chlorure de calcium égale ordinairement deux à trois fois celui d'une tonne de chlorure de sodium. Les spécifications concernant le chlorure de calcium destiné à la lutte contre le verglas des routes sont données dans l'ASTM Standard Specification D 98-59 (Annexe IV-2).

4.4.4 Mélanges

Les mélanges de chlorures de sodium et de calcium réunissent les avantages de chacun des composants (Edwards and Brohm, 1963; Himmelman, 1963; Commonwealth of Massachusetts, Legislative Res. Council, 1965; Dickinson, 1959; Lang and Dickinson, 1964). Ces mélanges présentent les avantages suivants :

- a) action rapide sur la neige et les croûtes de glace. Le chlorure de calcium, qui est hygroscopique et dont la dissolution est exothermique, accélère la fusion et aide le chlorure de sodium, dont l'action est lente, à pénétrer dans la neige et la glace et à diminuer l'adhérence entre la glace et la chaussée. Les mélanges permettent de dégager une chaussée plus rapidement qu'avec le chlorure de sodium seul;
- b) effet de fonte plus prononcé aux basses températures;
- c) les produits ne rebondissent pas et ne sont pas déplacés par la circulation aussi facilement que dans le cas du chlorure de sodium seul (les produits chi-

miques demeurent plus longtemps sur la route lorsqu'ils sont épandus avant une chute de neige).

Les mélanges présentent les désavantages suivants:

- a) coût élevé dû aux opérations de mélange et d'entreposage du chlorure de calcium;
- b) si le chlorure de sodium contient une forte proportion d'humidité, le produit s'agglutine; on ne doit pas laisser séjourner dans un garage chauffé des épanduses contenant ce produit;
- c) les chaussées restent humides plus longtemps après que la neige et le verglas ont fondu.

Les mélanges doivent par suite être employés:

- a) lorsqu'on désire fondre rapidement des croûtes de neige et de glace;
- b) par temps froid.

L'expérience accumulée par les organismes d'entretien a montré que, dans les conditions habituelles, des mélanges contenant 1 partie de chlorure de calcium et 3 parties de chlorure de sodium produisent les meilleurs résultats. Lorsqu'on désire une action rapide ou lorsque la température est basse, la proportion de CaCl_2 doit être portée à 1 partie pour 2 de NaCl ou même à égalité.

Le meilleur effet de mélange s'obtient en chargeant les deux sels sur une courroie transporteuse au moyen de trémies dont les ouvertures sont réglées de manière à livrer les proportions désirées. On peut aussi introduire dans la trémie des épanduses des couches alternées de produits ou manipuler les matériaux avec des tracteurs-chargeurs (tractopelles) jusqu'à obtention du mélange désiré. Les deux produits doivent être secs au moment du mélange (moins de 2 pour cent d'humidité superficielle), lorsqu'on prépare celui-ci en vue de l'entreposage (Himmelman, 1963; Dickinson, 1959; Lang and Dickinson, 1964).

4.4.5 Autres produits chimiques

On n'a à ce jour trouvé aucun produit chimique réunissant mieux les avantages de faible prix, de bas point d'eutexie, de non-toxicité et l'absence d'effet lubrifiant que le chlorure de sodium et le chlorure de calcium. Lorsqu'on ne peut tolérer aucun effet corrosif, on utilise quelquefois les produits chimiques suivants:

Urée ($\text{NH}_2.\text{CO}.\text{NH}_2$); la température d'eutexie est $+ 12^\circ\text{F}$. Aussi l'urée n'a-t-elle aucune action par temps froid. Pour des températures situées entre 32°F et 12°F , il faut utiliser, pour obtenir le même effet de fonte, environ le double du montant de chlorure de sodium qui serait nécessaire.

Les mélanges alcool-glycol provoquent la fonte à des températures atteignant -30°F , mais le prix d'achat par livre atteint 10 fois celui du chlorure de sodium et, de plus, ces mélanges rendent glissante la surface de la route.

Un mélange de 3 parties de phosphate tripotassique (K_3PO_4) et d'une partie de formamide (CH_3ON) a été recommandé comme déglaçant des pistes d'atterrissage des aéroports par temps froid (Monsanto Res. Corp. Dayton, Ohio, 1965). La température d'eutexie est d'environ -90°F , mais la fonte est lente aux températures inférieures à -10°F . Le prix par livre est approximativement 15 fois celui du chlorure de sodium.

Mélange d'une à deux parties d'urée ($\text{NH}_2\text{CO.NH}_2$) et d'une partie de formiate de calcium ($\text{Ca}(\text{CHO}_2)_2$): ce mélange a été recommandé pour des surfaces limitées telles que ponts (Boies and Bortz, 1965). Sa température d'eutexie est de -3°F , mais elle peut être abaissée par addition d'une partie de formamide. Le prix par livre du mélange est approximativement 5 fois celui du chlorure de sodium. Pour provoquer le même effet de fonte, il faut appliquer environ le double de la quantité qui serait nécessaire avec le chlorure de sodium.

4.5 ÉPANDAGE DES PRODUITS CHIMIQUES

4.5.1 Quand épandre les produits?

On a besoin, pour fondre la neige tassée ou la glace, de plus grandes quantités de produits chimiques que pour empêcher leur adhérence à la chaussée. L'horaire d'épandage des produits chimiques qui donnera les meilleurs résultats au prix minimal, sera par conséquent immédiatement avant ou au début d'une chute de neige; après chaque passage du chasse-neige; et à la fin de la tempête pour fondre la mince couche de neige qui subsiste après le passage du chasse-neige.

4.5.2 Quantités à employer

Les quantités de produits chimiques recommandées comme déglaçant et pour l'élimination de la neige sont indiquées dans le tableau IV-1. Les informations données sont basées sur l'expérience des Services de voirie et sur les résultats d'études de laboratoires (exemples: Coulter, 1965; Edwards and Brohm, 1963; Lang and Dickinson, 1964).

4.5.3 Temps froid

Les produits chimiques suivants conviennent pour épandage aux basses températures:

- a) mélanges d'une partie de chlorure de calcium et d'une partie de chlorure de sodium;

- b) chlorure de calcium;
- c) mélanges de 1 à 3 parties de chlorure de calcium et 1 partie de formamide;
- d) mélanges de 3 parties de phosphate tripotassique et 1 partie de formamide.

Le coût par livre de ces produits chimiques est élevé et les quantités nécessaires pour fondre la glace aux basses températures sont importantes (figure IV-2). On considère qu'aucun d'eux ne peut être employé économiquement à des températures inférieures à 0°F.

4.5.4 Produits chimiques en solution

On applique parfois sur les routes des solutions de sels dans des localités où on dispose de saumures concentrées provenant de mines exploitées par dissolution ou de l'industrie. Cette pratique présente les inconvénients suivants:

- a) la solution ne contient qu'environ 20 pour cent de chlorure de sodium et jusqu'à 50 pour cent d'autres produits chimiques. On doit donc transporter de 2 à 5 fois plus de matériaux que si l'on utilisait des produits chimiques secs;
- b) on ajoute de l'eau à la surface de la route; la fonte de la glace ajoute encore de l'eau; la solution devient ainsi plus étendue et moins efficace;
- c) la quantité qui peut être épandue est limitée par la quantité de solution restant sur la route sans s'écouler;
- d) les solutions corrodent considérablement les épandeuces.

Les solutions ne devraient être appliquées que:

- a) si on peut les obtenir à bas prix;
- b) si la distance entre le fournisseur et l'endroit d'épandage est faible;
- c) à des températures comprises entre 30°F et 32°F.

4.5.5 Produits d'addition aux antidérapants

Les antidérapants enduits de produits chimiques pénètrent dans la glace et s'incrusteront rapidement lorsqu'on les épand sur la route. On a réalisé des économies de 50 pour cent en antidérapants grâce aux pertes moindres résultant de leur mélange avec des produits chimiques. La meilleure époque pour traiter les antidérapants est l'automne; il convient d'ajouter à chaque verge cube de sable ou de pierre 100 livres de chlorure de sodium ou 50 livres de chlorure de calcium. Au moment de l'épandage, on peut ajouter, par verge cube, 50 à 100 livres de NaCl ou de CaCl₂.

Les antidérapants doivent être humides au moment où on les traite. Le mélange doit être uniforme; on peut le réaliser en ajoutant le sel lorsque l'antidérapant est déplacé sur une courroie transporteuse ou déversé par des appareils tels que le tracteur-chargeur ou la benne automatique. On peut aussi ajouter des couches de produits chimiques lorsqu'on forme des tas en vue de l'entreposage.

4.5.6 Produits chimiques utilisés comme antidérapants

Le sel gemme grossier, épandu à raison de 2 à 3 tonnes par mille de route à deux voies, peut servir d'antidérapant aux températures inférieures à 0°F. On devrait, s'il est possible de s'en procurer, utiliser du sel à grains plus gros que ne le prévoit l'Annexe IV-1. Le sel a l'avantage de faire fondre la neige par temps chaud de sorte qu'on n'a pas, au printemps, à l'enlever des caniveaux et des puisards.

4.6 EFFETS SECONDAIRES DES PRODUITS CHIMIQUES

4.6.1 Corrosion des métaux

La corrosion des métaux est un processus électrochimique exigeant l'existence de deux points entre lesquels existe une différence de potentiel, la présence d'une solution aqueuse conductrice du courant, et celle d'oxygène. Ces conditions sont ordinairement remplies lorsque des métaux sont exposés à l'humidité atmosphérique; aussi la corrosion est-elle un phénomène fréquent dans la plupart des milieux naturels. Les solutions salines résultant de la fonte de la neige induite par produits chimiques, et dont sont éclaboussées les parties métalliques des véhicules et des ponts en acier, augmentent la corrosion naturelle, car:

- a) elles augmentent la conductivité de l'eau;
- b) elles peuvent, par action chimique, éliminer les oxydes qui se forment à la surface du métal et par suite dénuder continuellement de nouvelles surfaces métalliques;
- c) elles exigent, pour s'évaporer, une moindre humidité relative de l'air ambiant que l'eau seule, de sorte que les parties métalliques restent humides et que la corrosion se poursuit pendant plus longtemps;
- d) elles restent liquides et conservent leur activité à des températures inférieures au point de congélation.

En vue de déterminer quantitativement le degré de corrosion des métaux utilisés dans les carrosseries automobiles, on a effectué des études en laboratoire et des observations à l'extérieur. Les observations ont révélé une corrosion plus importante dans les villes où des produits chimiques sont utilisés comme déglaçants que dans les régions où on n'utilise aucun produit chimique. Il n'a cependant pas été

possible de séparer le rôle joué dans la corrosion par les produits chimiques, du rôle joué par l'atmosphère et autres facteurs (Grant, 1962; Craik and Yuill, 1965; Craik and Schilling, 1966; Wirsing, 1957, et Webster, 1961). On s'est également heurté à des difficultés lorsqu'on a tenté d'évaluer en argent les dommages causés aux véhicules. Doit-on par exemple considérer seulement le coût de remplacement des pièces corrodées, ou faut-il tenir compte de la dépréciation d'un véhicule rouillé?

4.6.2 Protection contre la corrosion

La corrosion des métaux peut être réduite par les mesures suivantes:

- a) enlèvement du sel et des solutions salines par des lavages fréquents des véhicules. Cette méthode est probablement une des meilleures connue à ce jour pour protéger les automobiles et l'outillage d'entretien;
- b) maintien des véhicules à une température aussi basse que possible. Les hautes températures accélèrent la corrosion. Les véhicules doivent, par suite, être logés dans des garages non chauffés;
- c) application de couches protectrices de peinture, peinture-émail, vernis, cire, ou graisse, sur les parties métalliques exposées. Les couches protectrices appliquées sur les carrosseries des automobiles et les films de peinture appliqués sur l'acier de charpente peuvent très facilement être endommagés. Ils doivent être fréquemment inspectés et renouvelés;
- d) addition aux produits chimiques de substances exerçant un effet inhibiteur sur l'action électrochimique des solutions. On connaît un grand nombre de produits d'addition susceptibles de s'opposer à la corrosion des métaux. Beaucoup de ces produits ne sont pas disponibles en grandes quantités et leur coût est trop élevé pour qu'on puisse les utiliser sur les routes. Certains d'entre eux – certains chromates par exemple – sont toxiques pour les personnes et les plantes, ou attaquent les vêtements et les cuirs. Les phosphates doués de propriétés d'inhibition – par exemple l'hexamétaphosphate de sodium – sont disponibles à un prix raisonnable et n'ont aucun effet nuisible. On ajoute habituellement entre 1 et 2 pour cent en poids de ces produits au sel utilisé comme déglaçants. Les produits inhibiteurs n'empêchent pas complètement la corrosion, mais peuvent réduire le degré de corrosion des métaux en contact avec des solutions de sels. Des études expérimentales ont été effectuées concernant l'aptitude des produits inhibiteurs à réduire l'action corrosive des produits chimiques utilisés comme déglaçants. Il convient cependant d'interpréter avec prudence les résultats de ces expériences, car il est souvent difficile de séparer les nombreux facteurs différents qui influent sur la corrosion. Des essais exécutés à Toronto

en 1961 révèlent une certaine réduction de la corrosion lorsqu'on ajoute au chlorure de sodium un produit inhibiteur (Grant, 1962). On a d'autre part conclu, à la suite d'essais exécutés à Winnipeg en 1965/1966, qu'à toutes fins pratiques les inhibiteurs ne réduisent pas le taux de corrosion de l'acier (Craik and Yuill, 1965). Il semble que la réduction du taux de corrosion procurée par un inhibiteur dépende du climat et de la corrosion naturelle due à l'atmosphère, et varie de ville en ville;

- e) utiliser des produits chimiques ne produisant pas d'effets corrosifs; une liste de produits de ce genre est donnée dans la section 4.4.5.

4.6.3 Détérioration du béton

Les essais en laboratoire et les observations à l'extérieur ont révélé que les chlorures de sodium et de calcium jouent un rôle déterminant dans la détérioration du béton, mais ne sont pas seuls responsables des dommages. L'écaillage du béton est essentiellement un phénomène physique, probablement dû à une combinaison de contraintes thermiques et hydrauliques (Craik and Yuill, 1965; Highway Res. Bd., Bull. No. 323, 1962).

Les moyens les plus efficaces de réduire la détérioration du béton due aux produits chimiques sont les suivants:

- a) emploi du béton à air occlu;
- b) emploi des méthodes sûres et bien connues pour mélanger, transporter, appliquer et traiter le béton après prise (Highway Res. Bd., Bull. No. 323, 1962; Portland Cement Assoc., Chicago, 1964; Wenke, 1965; Highway Res. Bd., Report No. 27, 1966).
- c) assurer un drainage superficiel efficace, particulièrement sur les ponts;
- d) utiliser des produits d'obturation sur les surfaces exposées (Walsh, 1965; Highway Res. Bd., Report No. 16, 1965).

Les essais en laboratoire et les observations à l'extérieur ont montré qu'un mélange de 40 à 50 pour cent d'huile de lin bouillie et de 50 à 60 pour cent d'essence minérale de pétrole ou de kérosène constituent le meilleur des produits de scellement. Le kérosène tend à décolorer le béton et ne sèche que très lentement. Le taux d'application aux constructions du New York Thruway a été de 0.025 gallon/verge carrée pour la première couche et 0.015 gallon/verge carrée pour les couches suivantes. L'application de 3 couches semble donner des résultats satisfaisants.

Les précautions à prendre en service d'hiver sont les suivantes:

- a) les produits chimiques ne doivent pas être utilisés sur des chaussées bétonnées ou des ponts en béton n'ayant pas trois mois d'âge, à moins qu'ils aient subi un traitement superficiel adéquat, par exemple à l'huile de lin;
- b) les ponts doivent être débarrassés des amas de neige et de glace contenant des produits chimiques. Pour assurer un drainage rapide, la neige et les débris divers doivent être enlevés des caniveaux et des ouvertures de puits.

4.6.4 Effets sur les chaussées asphaltées

On n'a pas observé sur les chaussées asphaltées d'effet notable attribuable aux produits chimiques déglacants. Il se peut cependant que la présence de produits chimiques accélère le vieillissement et l'usure de la chaussée; cet effet résulte surtout des tensions thermiques induites au moment de l'épandage des produits chimiques, mais la surface de la route souffre également davantage du gel lorsqu'elle est maintenue libre de neige. Des dommages peuvent aussi survenir lorsque la saumure s'infiltré à travers des fissures de l'asphalte et attaque une couche de fondation stabilisée en ciment.

4.6.5 Dommages à la végétation

Les effets produits sur la végétation par les produits chimiques dépendent de la quantité de produits atteignant les plantes, et de la tolérance de celles-ci à l'égard des produits en question. La quantité de produits chimiques affectant la plante dépend de facteurs tels que la concentration de la saumure, la fréquence de l'application, les conditions de drainage de la route, la distance à partir de la route, et la perméabilité du sol. Il semble que les dommages se produisent surtout aux endroits où les produits chimiques sont épandus en grandes quantités, et où la circulation éclabousse de saumure les arbres situés en bordure de la route; ils se produisent aussi aux endroits où la saumure peut couler jusqu'aux bas-côtés couverts d'herbe (Commonwealth of Mass., Report to the Senate, 1965; Holmes, 1964). Les dommages peuvent être évités ou réduits:

- a) en utilisant les quantités minimales nécessaires de produits chimiques;
- b) en assurant un bon drainage;
- c) en choisissant, pour la végétation située en bordure de la route, des espèces d'herbes et d'arbres présentant une haute tolérance aux chlorures (par exemple fétuque Kentucky 31, agropyre de l'Ouest, peupliers, trembles, ormes, chênes) (Hayward and Bernstein, 1958; Roberts and Zybun, 1967).
- d) en plantant des arbres au printemps pour leur permettre d'offrir avant l'hiver la résistance maximale possible.

4.6.6 Autres effets

Les produits chimiques utilisés comme déglaçants ne sont pas seulement responsables de la corrosion et du dommage aux chaussées, aux constructions, et à la végétation située en bordure de route. Ils peuvent aussi contribuer aux effets secondaires suivants :

- a) dommages aux chaussures et aux vêtements;
- b) accroissement de salinité de l'eau de ruissellement entraînant des conséquences pour l'approvisionnement en eau et l'écologie des petits cours d'eau;
- c) corrosion de câbles des services publics et de tuyaux métalliques enterrés.

Des observations récentes effectuées dans des villes de l'est des États-Unis ont indiqué un accroissement de la salinité des eaux de puits. On ignore cependant si ce phénomène résulte de l'emploi accru sur les routes de produits chimiques déglaçants. Des études spéciales ont été entreprises à ce sujet. D'après les connaissances acquises aujourd'hui, il semble que tous les autres effets secondaires soient négligeables (Commonwealth of Mass., Report to Senate, 1965). Les chlorures de sodium et de calcium ne sont toxiques ni pour l'homme ni pour les animaux.

4.7 ENTREPOSAGE DES PRODUITS CHIMIQUES

L'emplacement, le genre et les dimensions des entrepôts doivent être déterminés d'après la quantité de produits chimiques utilisée au cours d'un hiver, les sources d'approvisionnement, l'espace disponible et l'organisation de l'entretien d'hiver. Le sel en vrac, moins coûteux que le sel en sacs, est plus maniable lorsqu'on en utilise de grandes quantités. Tous les produits chimiques doivent être secs lorsqu'ils sont livrés et entreposés (Annexe IV-1, Annexe IV-2). La capacité des magasins doit être suffisante pour l'entreposage des produits chimiques nécessaires pour au moins trois tempêtes. Lorsque les produits chimiques sont achetés en vrac pour un hiver entier, la quantité entreposée doit excéder d'environ 30 pour cent les besoins probables pour un hiver moyen (Dickinson, 1959; Salt Inst., Chicago, 1966; Calcium Chloride Inst., Washington, 1966).

4.7.1 Emplacement

Les lieux d'entreposage en vrac des produits chimiques doivent être accessibles par rail ou camion. Les façades doivent être largement calculées pour offrir un accès aisé aux camions et aux véhicules chargés par l'avant et leur permettre des manœuvres faciles. L'emplacement des magasins doit être choisi stratégiquement de manière à minimiser le nombre de voyages à vide des épandeurs. Les magasins ne doivent donner lieu à aucun écoulement de liquide en direction des puits ou des sources d'approvisionnement en eau, dont ils doivent être distants d'au moins 100

verges. La région où sont situés les magasins doit elle-même ne contenir ni eaux souterraines, ni eaux de surface. Des fossés et des tuyauteries de drainage doivent être installés en cas de nécessité.

4.7.2 Silos surélevés

Les silos de bois ou de métal sont chargés au sommet au moyen d'une rampe ou d'élevateurs et sont déchargés par gravité directement dans les épanduses. Les silos conviennent pour entreposer les chlorures de sodium et de calcium aussi bien que les mélanges. L'agglomération des produits dans les silos peut entraîner de sérieuses conséquences; on doit l'empêcher en:

- a) entreposant uniquement des produits chimiques secs;
- b) gardant les silos bien couverts et isolés;
- c) maintenant les produits chimiques en mouvement.

On peut obtenir ce dernier résultat en chargeant à plein, au moins une fois par mois, un camion à même le silo, pour le décharger ensuite à la partie supérieure du même silo.

4.7.3 Hangars

On entrepose ordinairement les produits chimiques en vrac ou en sacs dans des hangars munis de larges portes sur un côté de manière à pouvoir charger et décharger à l'abri. Les constructions en bois sont préférables aux constructions en béton ou en pierre qui exigent un revêtement protecteur. Une toile qu'on abaisse, destinée à tenir lieu de porte, ne s'est pas révélée satisfaisante (Dickinson, 1959). Le chlorure de sodium peut être entreposé en vrac dans des hangars pendant une durée illimitée. Le chlorure de calcium et les mélanges doivent être couverts si on les conserve en magasin plus de trois mois, car ce chlorure absorbe l'humidité. Les matériaux de couverture qui conviennent sont la toile, les feuilles de polyéthylène, ou une couche de chlorure de sodium épaisse de 6 pouces.

4.7.4 Entreposage à l'extérieur en tas sur bitume ou claie de bois

Les produits chimiques entreposés à l'extérieur doivent être placés soit sur une aire bitumineuse permettant le drainage dans toutes les directions, soit sur une plateforme de bois. Le sel gemme qui y est déchargé affecte la forme d'un cône dont l'angle de pente (pente naturelle de tassement) est de 32 degrés.

Le chlorure de sodium peut, pendant de courtes durées, être entreposé en tas sans couverture de protection. Le tas de sel absorbe l'humidité provenant des chutes de pluie, mais le ruissellement d'une solution de sel est ordinairement faible et négligeable. Le principal désavantage des tas de sel entreposés à l'extérieur consiste

dans la formation d'une croûte à leur surface. Le chlorure de sodium entreposé pendant plus de trois mois, le chlorure de calcium et les mélanges doivent être couverts.

Les couvertures qui conviennent le mieux pour les tas placés à l'extérieur sont des feuilles de polyéthylène de 6 millièmes de pouce, de la toile de 19.4 onces, ou des feuilles de polyéthylène léger associées à de la toile de jute de 10 onces. La couverture doit être à l'épreuve du vent; on obtiendra ce résultat en assujettissant des cordes sur les tas, tous les 8 à 10 pieds, au moyen de poids tels que des vieux pneus d'automobiles placés à la base des tas. L'expérience a montré que les couvertures de sable et d'asphalte ne donnent pas satisfaction pour l'entreposage en tas extérieurs.

4.7.5 Sacs

Les produits chimiques en sacs peuvent être entreposés dans des hangars, ou en tas formés à l'extérieur et couverts de toile ou de feuilles de polyéthylène. Les sacs endommagés contenant du chlorure de calcium doivent être enlevés des tas, parce que le produit chimique absorbera l'humidité de l'eau, se liquéfiera, et finira par contaminer d'autres sacs.

TABLEAU IV-1

Recommandations concernant l'épandage des produits chimiques

Températures de l'air Voir note 4	<i>Prévention</i> Epandage avant chute de neige ou pluie verglaçante Voir Note 5	<i>Fonte</i> Maintien sans neige d'une chaussée pendant une chute de neige sans déblaiement	<i>Nettoyage</i> Enlèvement de croûtes minces après déblaiement de la chaussée Voir note 7
25°F. et au-dessus	NaCl, 300 livres par mille. Voir Note 6.	NaCl, 1000 livres par mille et par pouce de neige non tassée.	NaCl, 300 livres par mille
de 20°F. à 25°F.	NaCl, 400 livres par mille. Voir Note 6.	NaCl, 2000 livres par mille et par pouce de neige non tassée	NaCl, 500 livres par mille
de 10°F. à 20°F.	NaCl, ou mélange 1 partie CaCl ₂ + 3 parties NaCl, 500 livres par mille	Mélange 1 partie CaCl ₂ + 3 parties NaCl ou NaCl seul, 2500 livres par mille et par pouce de neige non tassée	Mélange 1 partie CaCl ₂ + 3 parties NaCl, 800 livres par mille
de 0°F. à 10°F.	Pas d'épandage de produits chimiques	Fonte de la neige non recommandée. Dans des cas exceptionnels: Mélange 1/2 ou 1/1, 3000 livres par mille et par pouce de neige non tassée	Mélange 1/2 ou 1/3, 800 à 1000 livres par mille
En dessous de 0°F.	Pas d'épandage de produits chimiques	Pas d'épandage de produits chimiques	CaCl ₂ , 800-1000 livres par mille ou autre produit chimique convenant à une température basse Aussi CaCl ₂ mêlé à des antidérapants
Mode d'épandage	Uniformément sur voie d'environ 15 pieds de large	Uniformément sur la route, ou bande large de 3 pieds au centre de la route	En bande large de 3 pieds au centre de la route

Notes concernant le tableau IV-1 "Recommandations concernant l'épandage des produits chimiques"

1. Ce tableau n'est valable que pour les voies asphaltées. On suppose que la circulation sur chaussées non asphaltées est faible et ne nécessite pas l'épandage de produits chimiques.
2. Ce tableau concerne des chaussées supportant une circulation quotidienne moyenne de 500 véhicules ou davantage. La quantité de sel doit être augmentée de 25 à 50 pour cent pour les chaussées supportant une circulation moindre.

3. Les quantités de produits chimiques recommandées dans ce tableau se réfèrent à une longueur d'un mille sur une chaussée à deux voies. Elles doivent être divisées par 10 000 pour obtenir la quantité de produits chimiques à épandre uniformément sur une verge carrée de chaussée.
4. Les températures sont celles de l'air, mesurées à l'ombre, et prévues pour les 6 heures suivantes.
Des corrections doivent être faites:
 - a) lorsque les chaussées sont exposées au soleil. Utiliser le domaine de température immédiatement supérieur;
 - b) lorsque la chaussée est encore chaude à la suite de périodes précédentes de temps chaud. Utiliser le domaine de température immédiatement supérieur. Cette situation peut se présenter en novembre et décembre et tard dans l'hiver;
 - c) quand la température de l'air baisse considérablement ou quand les produits chimiques sont épandus le soir et qu'on prévoit une nuit claire. Utiliser le domaine de température immédiatement inférieur.
5. Lorsque la chute de neige continue pendant longtemps, on doit épandre des produits chimiques chaque fois que le chasse-neige a déblayé la chaussée.
6. Lorsque l'expérience montre que le chlorure de sodium seul est habituellement enlevé par le vent ou la circulation, ajouter une partie de chlorure de calcium à 3 parties de chlorure de sodium.
7. Les croûtes épaisses de neige fortement tassée et de glace (épaisseur d'un pouce) exigent approximativement 3 fois plus de produits chimiques qu'il n'est indiqué dans la dernière colonne.
8. Les quantités de produits chimiques doivent être multipliées par 1.5 à 2 aux endroits où se produit un amoncellement modéré de neige. N'épandre aucun produit chimique aux endroits où se produisent de gros amoncellements de neige.

BIBLIOGRAPHIE

- Amberg, C. R. and L. E. Williams. (1948). Rock Salt for Ice and Snow Control. Bull. No. 3, Ceramic Res. Dept., New York State College of Ceramics, Alfred, N.Y.
- Boies, D. B. and S. Bortz. (1965). Economical and Effective De-icing Agents for Use on Highway Structures. Highway Board, National Cooperative Highway Res. Programme, Report 19.

- Brohm, D. R. and H. M. Edwards. (1960). The Use of Chemicals in Winter Maintenance. Proceedings of the 41st Convention of the Can. Good Roads Assoc., Toronto, p. 251-277.
- Calcium Chloride Institute. (1958). Calcium Chloride for Abrasive Treatment. Manual IM-1, Washington.
- (1966). How to Store Bulk Calcium Chloride HB-3. Storing Bulk Calcium Chloride in Buildings HB-4. Information Service, Calcium Chloride Inst., Washington, D.C.
- Commonwealth of Massachusetts, Legislative Res. Council. (1965). The Use and Effects of Highway De-icing Salts. Report to the Senate.
- Coulter, R. G. (1965). Understanding the Action of Salt. Public Works, Vol. 96, No. 9, p. 78-80.
- Craik, D. W. and G. K. Yuill. (1965). De-icing Chemicals Corrosion Investigation. Univ. of Manitoba, Mech. Eng. Dept., Report to: The Metropolitan Corporation of Greater Winnipeg.
- and R. H. Schilling. (1966). Corrosion Inhibitors Investigation. Univ. of Manitoba, Mech. Eng. Dept., Report to: The Metropolitan Corporation of Greater Winnipeg.
- de Quervain, M. R. (1963). Dissolution or Prevention of Ice Crusts. In W. Kingery — Ice and Snow; Properties, processes, and applications, Proceedings of a conference held at the Mass. Inst. Tech., February 12-16, 1962. Cambridge, Mass. M.I.T. Press, p. 644-652.
- Dickinson, W. E. (1959). Ice-Melting Properties and Storage Characteristics of Chemical Mixtures for Winter Maintenance. Highway Res. Board, Bull. 220, p. 14-22.
- Edwards, H. M. and D. R. Brohm. (1963). A Study of the Effects of Chemicals and Abrasives in Snow and Ice Removal from Highways. Ontario Joint Highway Res. Programme, Report No. 17, Queen's Univ., Kingston, Ontario.
- Effects of De-icing Chemicals on Structures. (1962). Highway Res. Board, Bull. 323.
- Grant, G. O. (1962). Effect of an Inhibitor on the corrosion of Autobody Steel by De-icing Salt. Proceedings, Highway Res. Board, p. 221-254.
- Hayward, H. E. and L. Bernstein. (1958). Plant-growth Relationships on Salt-affected Soils. Botanical Review, Vol. 24, p. 584-635.
- Himmelman, Blaine F. (1963). Ice Removal on Highways and Outdoor Storage of Chloride Salts. Highway Res. Board, Highway Res. Record No. 11, p. 1-22.

- Holmes, F. W. (1964). Effects of Use of Snow Control Chemicals on Street Trees. Proceedings of the 39th Annual Meeting of the New Jersey Federation of Shade Tree Commissioners, Atlantic City, N.J.
- Kaufman, D. W. (1960). Sodium Chloride. Reinhold Publishing Corp.
- Kersten, M. S., L. P. Pederson, and A. J. Toddie. (1959). A Laboratory Study of Ice Removal by Various Chloride Salt Mixtures. Highway Board, Bull. 220, p. 1-13.
- Lang, C. H. and W. E. Dickinson. (1964). Snow and Ice Control with Chemical Mixtures and Abrasives. Highway Res. Record, No. 61, p. 14-18.
- Monsanto Research Corporation, Dayton, Ohio. (1965). Chemical Means for Prevention of Accumulation of Ice, Snow and Slush on Runways. Report for Federal Aviation Agency, AD 615 420D, Clearing House, U.S. Dept. of Commerce, Springfield, Va. 22151, U.S.A.
- Nichols, R. J. and W. I. J. Price. (1956). Salt Treatment for Clearing Snow and Ice. The Surveyor, London, 115, (3368), p. 886-888.
- Protective Coatings to Prevent Deterioration of Concrete by De-icing Chemicals. (1965). Highway Res. Board, National Cooperative Highway Res. Programme, Report 16.
- Physical Factors Influencing Resistance of Concrete to De-icing Agents. (1966). Highway Res. Board, National Cooperative Highway Res. Programme, Report 27.
- Road Research Laboratory, DSIR. (1953). Salt Treatment of Snow and Ice on Roads. Road Note No. 18. London, Her Majesty's Stationery Office.
- Roberts, E. C. and E. L. Zyburn. (1967). Effect of Sodium Chloride on Grasses for Roadside Use. Paper presented at 46th Annual Meeting Highway Res. Board.
- Salt Institute. (1966). Storing Road De-icing Salt. Salt Institute, Chicago.
- Scale-resistant Concrete Pavements. (1964). Portland Cement Assoc., Chicago, Paving Bureau, Bull. HB 31.
- Schneider, T. R. (1962). The Calculation of the Amount of Salt Required to Melt Ice and Snow on Highways. Tech. Trans. 1004, National Research Council of Canada, Ottawa.
- Walsh, R. J. (1965). Linseed Oil Protection for New York State Thruway Bridges. Civil Engineering – ASCE, p. 39-41.

Webster, H. A. (1961). Automobile Body Corrosion Control Problems. Corrosion, Vol. 17, No. 2, p. 9-10.

Wenke, H. N. (1965). Comments on the Durability of Concrete Bridge Decks. Proc. Convention Can. Good Roads Assoc. p. 137-145.

Wirsing, R. J. (1957). Effect of De-icing Salts on the Corrosion of Automobiles. Highway Res. Board, Bull. 150, p. 14-17.

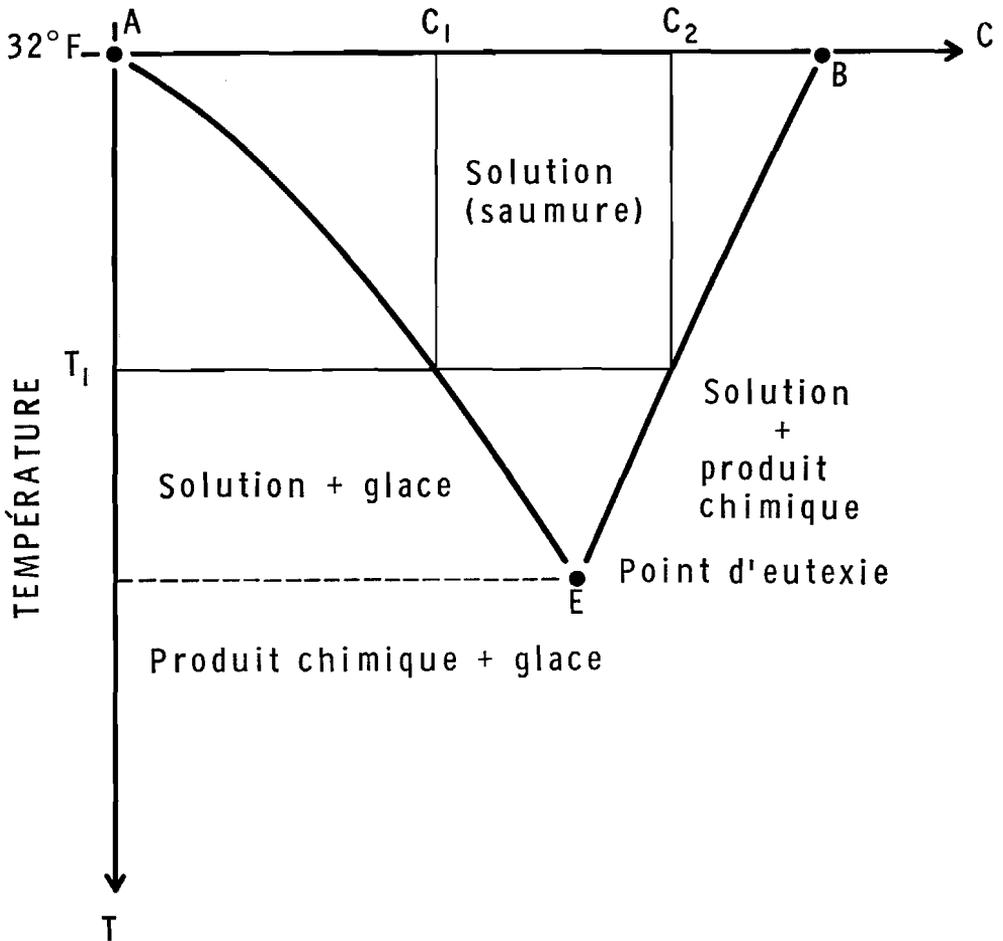
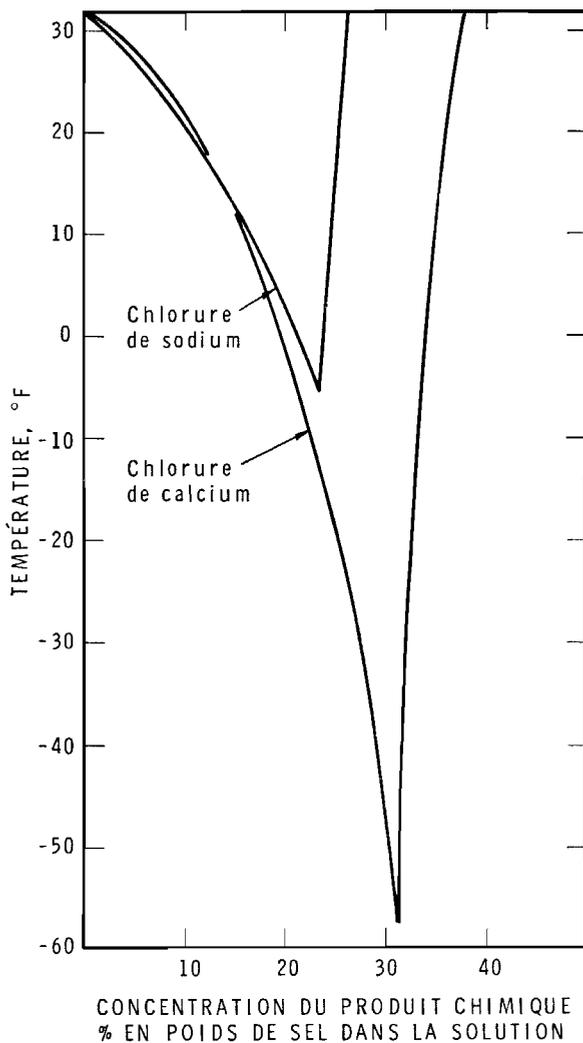


FIGURE IV-1 DIAGRAMME DE PHASE
CONCENTRATION DU PRODUIT CHIMIQUE

BR 3672-IF



Note: le diagramme de phase du chlorure de calcium concerne un produit chimique contenant 100% de CaCl_2

FIGURE IV-2

DIAGRAMME DE PHASE POUR NaCl ET CaCl_2

BR 3672-2F

QUATRIÈME PARTIE

ANNEXE 1 — PRESCRIPTIONS TECHNIQUES CONCERNANT LE CHLORURE DE SODIUM

Désignation ASTM: D 632 – 58

Adopté 1943; Révisé 1958

Domaine

1. Les présentes prescriptions techniques décrivent le chlorure de sodium destiné à l'entretien des routes.

Types

2. Les trois types de chlorure de sodium sont les suivants:

Type 1 – Sel gemme

Type 2 – Sel gemme à fine granulométrie

Type 3 – Sel obtenu par évaporation.

Composition chimique

3. Le chlorure de sodium doit avoir la composition chimique suivante:

Chlorure de sodium (NaCl) pourcentage minimal 95.0

Granulométrie

4. a) Lorsqu'on le passe aux tamis de laboratoire, le chlorure de sodium doit être conforme aux prescriptions suivantes concernant les dimensions des grains:

Tamis	Pourcentage traversant le tamis
3/8 de po.	100
n° 4 (4,76 mm)	82 au plus
n° 8 (2,38 mm)	50 au plus
n° 30 (595 microns)	7 au plus

b) On peut utiliser des grains de sel gemme plus petits, de dimensions inférieures aux dimensions indiquées pour ce type, s'ils satisfont à la condition de composition chimique indiquée dans la section 3. Il appartient au fournisseur de faire en sorte que le matériau arrive à destination sans présenter d'agglomération empêchant son écoulement libre, et qu'il soit en parfaite condition d'utilisation.

c) Lorsqu'il satisfait à la condition de composition chimique indiquée dans la section 3, on peut utiliser du sel d'évaporation au lieu de sel gemme. Il appartient

au fournisseur de faire en sorte que le matériau arrive à destination sans agglomération empêchant son écoulement libre et sa condition parfaite d'utilisation.

Emballage et étiquetage

5.— Le chlorure de sodium doit être livré en sacs, ou en vrac par wagons complets. Le nom du producteur et le poids net doivent être lisiblement indiqués sur chaque contenant ou, dans le cas d'expédition par wagons complets, sur le bulletin d'expédition.

Inspection

6.— Si l'acheteur désire que son représentant prélève des échantillons du matériau à l'usine du producteur, on devra lui donner toutes facilités possibles à ce sujet. Si l'acheteur décide de prélever des échantillons après livraison du matériau, il est entendu que les échantillons seront prélevés directement du wagon de marchandises ou du camion. Une tolérance de 5% portant sur la granulométrie et une variation de 0.5 pour cent de la teneur en chlorure de sodium par rapport à la composition chimique prescrite dans la section 3 devront être considérées comme acceptables.

Refus

7.— Le chlorure de sodium devra être refusé s'il ne satisfait pas à l'une quelconque des prescriptions techniques. Il devra être refusé s'il n'est pas reçu en condition d'écoulement parfaitement libre et prêt à être utilisé.

Méthodes d'échantillonnage et d'essai

8.— a) *Echantillonnage* – On devra choisir au hasard dans le lot un minimum de trois contenants. Chacun d'eux fournira des échantillons. On les obtiendra en grattant et enlevant la couche supérieure sur une épaisseur d'environ 1 pouce; on prélèvera alors des échantillons d'une livre au moyen d'une sonde échantillonneuse ou par toute autre méthode donnant la certitude d'obtenir des échantillons représentatifs d'une coupe transversale du matériau sur une profondeur d'au moins 6 pouces. Dans le cas d'expéditions en vrac, on devra prélever au moins trois échantillons représentatifs de chaque expédition. Ces échantillons devront être mélangés d'une manière intime de manière que leur ensemble constitue un échantillon composite bien représentatif du matériau.

b) *Analyse* – Au cours d'examens ou d'essais des échantillons, toutes les analyses chimiques devront être effectuées en conformité avec la méthode spécifiée pour "Salt" dans la dernière édition de "Official Methods of Analysis for the Association of Official Agricultural Chemists".

QUATRIÈME PARTIE

ANNEXE 2 — PRESCRIPTIONS TECHNIQUES CONCERNANT LE CHLORURE DE CALCIUM

Désignation ASTM: D 98 – 59

Adopté: 1959

Domaine

1.— Les présentes prescriptions techniques concernant le chlorure de calcium destiné au poudrage, à la stabilisation, au déglacement, à l'accélération de la prise du béton, au traitement du béton après prise, et autres usages relatifs à la mise en état des routes.

Types

2.— Deux types de chlorure de calcium sont décrits ci-après:

Type 1 – Chlorure de calcium normal en paillettes

Type 2 – Chlorure de calcium concentré en paillettes, boulettes ou autre présentation granulaire.

Composition chimique

3.— La composition chimique du chlorure de calcium doit satisfaire aux prescriptions techniques suivantes:

	Type 1	Type 2
CaCl ₂ pourcentage minimal	77.0	94.0
Chlorures alcalins totaux (sous forme de NaCl) .. pourcentage maximal	2.0	5.0
Magnésium total sous forme de MgCl ₂ , pourcentage maximal	0.5	0.5
Autres impuretés (eau non comprise), pourcentage maximal	1.0	1.0

Granulométrie

4.— Lorsqu'il est passé aux tamis de laboratoire, le chlorure de calcium doit satisfaire aux prescriptions suivantes relatives aux dimensions des particules:

Tamis	Pourcentage traversant le tamis
¾ de pouce	100
n° 4 (4,76 mm)	80 au moins
n° 20 (841 microns)	10 au plus

Emballage et étiquetage

5.- a) Le chlorure de calcium peut être livré dans des sacs imperméables ne contenant chacun pas plus de 100 livres, ou dans des fûts étanches de poids inférieur à 450 livres; il peut aussi être livré en vrac, dans des wagons-citernes, des wagons-trémie couverts ou des wagons couverts.

b) Le nom du fabricant, celui du produit, le poids net et le pourcentage de chlorure de calcium garanti par le fabricant seront inscrits d'une manière lisible sur chaque contenant, sauf dans le cas des expéditions en vrac, pour lesquelles on acceptera la facture comme preuve de l'observation des présentes prescriptions.

Échantillonnage et essais

6. Le chlorure de calcium sera échantillonné et essayé en conformité avec les "Methods of Sampling and Testing Calcium Chloride" (Désignation ASTM: D345). Si l'acheteur désire que son représentant prélève à l'usine des échantillons du produit, toutes facilités devront lui être accordées à cet effet. Si l'acheteur décide de prélever des échantillons du produit après la livraison, il sera entendu qu'un écart de 3 pour cent sur la teneur en CaCl_2 marquée sur chaque contenant conformément aux sections 3 et 5 sera toléré.

Refus

7. Le chlorure de calcium pourra être refusé s'il ne satisfait pas à l'une quelconque des présentes prescriptions techniques ou s'il s'est aggloméré ou est devenu collant en cours de transport.

CINQUIÈME PARTIE

Installations de Fonte

5.1 INSTALLATIONS THERMIQUES POUR L'ELIMINATION DE LA NEIGE ET DE LA GLACE

A cause de l'accroissement des dépenses d'enlèvement complet de la neige dans les régions urbaines, à cause des exigences de la circulation et du désir de disposer de méthodes commodes pour éliminer la neige, on a été conduit à envisager diverses méthodes de fonte de la neige et de la glace. On peut les grouper en deux classes générales: celles qui provoquent la fonte de la neige sur place et celles qui exigent un déplacement préalable de la neige. Dans ce dernier cas, on peut en général concevoir les installations de fonte de manière que la plus grande partie de la chaleur fournie soit utilisée à fondre la neige; seule une fraction relativement minime de la chaleur est alors dissipée dans le voisinage. Dans le premier cas, au contraire, une fraction importante de la chaleur est dissipée dans le voisinage et doit alors être considérée comme un facteur économique significatif.

5.2 DISPOSITIFS PROVOQUANT LA FONTE SUR PLACE

Les dispositifs de ce type sont d'ordinaire incorporés dans une route, un trottoir, et dans des zones ou ouvrages de chargement. Ils consistent par exemple en tubulures ou câbles électriques noyés ou en installations de lampes infra-rouges suspendues. En plus de la chaleur nécessaire pour fondre la neige, le système doit fournir la chaleur perdue autour de l'installation avant, pendant et après la fonte de la neige, par évaporation, conduction et convection. La section qui suit donne un résumé des diverses causes produisant des pertes de chaleur et d'humidité.

5.2.1 Chaleur à fournir aux installations de fonte

Une étude des quantités de chaleur à fournir aux installations de fonte se trouve dans le "Guide and Data Book" publié par "American Society for Heating, Refrigeration and Air-Conditioning Engineers (1964)" par Jorgensen (1964) et Coulter (1964).

1)– Chaleur sensible, q_s

Il est nécessaire de fournir de la chaleur pour porter à 32°F la température de la neige froide. La quantité de chaleur à fournir est donnée par

$$q_s = 2,6 \times s(32 - t_a) \text{ Btu}/(\text{pi.}^2)(\text{heure})$$

(Btu: Unité thermique britannique valant 1055 joules)

dans laquelle s = vitesse de fusion de la neige en pouces d'eau/heure

t_a = température de la neige, ordinairement supposée égale à la température de l'air en degrés Fahrenheit.

Cette quantité de chaleur est faible.

2) Chaleur nécessaire pour fondre la glace, q_m

$$q_m = 746 \times s \text{ Btu}/(\text{pi.}^2)(\text{heure})$$

3) Perte de chaleur par évaporation, q_e

L'évaporation peut se produire à la surface, principalement si la neige est fondue au fur et à mesure de sa chute. Utilisant des renseignements fournis par diverses publications sur l'évaporation de grandes surfaces d'eau, Chapman (1952a) a mis au point la formule suivante:

$$q_e = 1075(0,0201V + 0,055)(0,185 - P_{av}) \text{ Btu}/(\text{pi.}^2)(\text{heure})$$

dans laquelle V = vitesse du vent en milles/heure

P_{av} = pression de vapeur d'eau dans l'air en pouces de mercure.

La précision de cette formule n'a pas été établie; elle semble cependant fournir des valeurs raisonnables lorsqu'on l'utilise pour calculer des installations de fonte.

4) Perte de chaleur par convection et rayonnement, q_f

Il existe un transfert de chaleur de la surface à l'atmosphère par rayonnement, convection et conduction. Il est difficile d'évaluer ce transfert qui dépend des conditions atmosphériques. Lorsqu'on calcule une installation, il n'est pas toujours nécessaire de séparer les influences du rayonnement, de la convection et de la conduction. Chapman (1952a, 1952b, 1956) a établi des équations contenant des coefficients déterminés empiriquement et permettant d'estimer la contribution combinée de ces facteurs. Il recommande pour des *surfaces humides*:

$$q_{fw} = (0,23V + 0,63)(t_f - t_a) \text{ Btu}/(\text{pi.}^2)(\text{heure})$$

dans laquelle V = vitesse du vent en milles/heure

t_f = température superficielle de la route en degrés Fahrenheit (ordinairement admise égale à 33°F).

Hasselriis et Geiringer (1958) ont trouvé, d'après des observations faites sur une dalle chauffée à Loring Air Force Base, Limestone, Me.:

$$q_{fd} = (0,14V + 0,6)(t_f - t_a)$$

La chaleur dissipée par convection et rayonnement à partir d'une surface sèche doit être restituée à l'installation de fonte si celle-ci doit être prête à entrer en service à tout moment. Chapman et Katunich (1956) ont déterminé, par des mesures effectuées sur une dalle d'essai présentant une *surface sèche*; que

$$q_{fd} = (0,27V + 3,3)(t_f - t_a)$$

Cette formule semble donner des valeurs trop élevées.

5)– Pertes de chaleur par évaporation, convection et rayonnement des surfaces de neige, q_e

La perte totale de chaleur par évaporation, convection et rayonnement émise par la surface de la neige ne peut excéder la quantité de chaleur transmise à partir de la chaussée à travers une couche de neige. En utilisant la formule donnant la conductibilité de la neige fraîchement tombée indiquée par Dorsey (1940), on trouve que:

$$q_e \text{ max} = 0,4 \frac{t_f - t_a}{H} \text{ Btu}/(\text{pi.}^2)(\text{heure})$$

dans laquelle H = épaisseur de la neige en pouces

$$\frac{t_f - t_a}{H} = \text{gradient de température en } \frac{\text{degrés F}}{\text{pouce}}$$

Cette perte de chaleur est ordinairement faible et peut être négligée.

6)– *Chaleur perdue dans le sol*

Une quantité considérable de chaleur est dissipée par les parois d'une installation enfouie. Elle se dirige vers le sol sous-jacent, ou par les côtés vers les parties latérales du sol. Dans le cas d'un pont, elle se dissipe dans l'air par les sous-œuvres. Hasselriis et Geiringer (1958) ont trouvé par observation que ces pertes se situent entre 10 et 20 pour cent de la perte à la surface supérieure. Adlam (1950) a remarqué, également par observation, qu'il se perdait à peu près autant de chaleur par transmission au sol qu'il en fallait pour chauffer la surface d'une dalle sèche. L'ASHRAE Data Book (1964) recommande d'admettre que cette perte se situe entre 30 et 50 pour cent de la perte à la surface supérieure. Jorgensen (1964) donne une formule permettant de calculer la perte de chaleur à la face inférieure d'une dalle.

7) *Besoin total en chaleur*

La chaleur totale à fournir pour la fonte de la neige dépend de la réponse à la question suivante: la neige est-elle fondue assez rapidement pour que la chaussée soit maintenue dégagée en tout temps ou laisse-t-on la neige s'accumuler? Chapman (1952b) a créé l'expression "rapport de surface libre" également utilisée dans "L'ASHRAE Guide".

$$\text{Rapport de surface libre } A_r = \frac{\text{Surface libre de neige en pieds carrés}}{\text{Surface totale en pieds carrés}}$$

$A_r = 1$ pour les chaussées libres de neige et 0 pour les chaussées complètement couvertes de neige.

Si on tient compte de toutes les causes de pertes de chaleur, l'équation générale de la perte totale de chaleur est

$$q_o = q_s + q_m + A_r(q_e + q_f) + (1 - A_r)q_e + q_g$$

On trouvera dans une série de mémoires dûs à Chapman (1956 et 1957) des considérations relatives aux besoins en chaleur des installations de fonte.

D'après les équations précédentes, une installation fonctionnant dans les conditions moyennes suivantes: chute de neige de 0.8 pouce/heure, vitesse du vent de 10 milles/h et température de l'air de 20°F, devrait fournir 155 Btu/(pi.²)(heure) (45,5 watts/pied carré) pour maintenir une surface libre de neige. Environ

40 pour cent de cette quantité de chaleur serait employée à fondre la neige, environ 12 pour cent serait perdue par évaporation, 25 pour cent par convection et rayonnement et 23 pour cent par conduction dans le sol environnant.

5.2.2 Normes relatives à l'enlèvement

La capacité à donner à une installation de fonte de la neige fonctionnant sur les lieux dépend particulièrement de la qualité d'enlèvement à réaliser et des caractéristiques de marche de l'installation. L'ASHRAE Guide recommande la classification suivante pour les installations de fusion :

- Classe I (minimale) Allées ou avenues résidentielles et surfaces comprises entre bâtiments industriels
- Classe II (moyenne) trottoirs et allées pour voitures (secteurs commerciaux)
- Classe III Emplacements de péage sur grandes routes et ponts, aires de stationnement, aires de chargement des aéroports.

Le rendement des installations de la Classe I serait représenté par une surface maintenue libre pendant 98 pour cent de toutes les heures de chute de neige; pour la Classe III, la neige ne pourrait en pratique jamais s'accumuler. Les rapports relatifs aux installations de fonte construites à St. Catharines, Ontario (Ross 1964), Saunders St. Lawrence Generating Station (Kobold & West, 1960), Calumet Expressway, Chicago (Neal 1958) indiquent que les recommandations de L'ASHRAE, trop prudentes, entraînent des dépenses déraisonnables. On n'a remarqué sur ces installations aucun inconvénient sérieux lorsqu'on a réduit la production de chaleur à la moitié ou au tiers de l'estimation primitive correspondant à une surface libre de neige pour environ 90 pour cent des heures de chute de neige. L'expérience acquise en Angleterre sur le fonctionnement des installations de fonte de la neige indique que la circulation routière élimine la neige et la sloche* lorsque seulement 60 pour cent environ de la neige a été fondue (Whiffin and Williamson 1963).

5.2.3 Caractéristiques des installations

On devra décider en premier lieu si l'installation doit fonctionner continuellement ou par intermittence, si elle doit être à commande manuelle, semi-automatique ou automatique, et si elle doit utiliser une circulation de fluide ou des câbles électriques. Une installation prévue pour fonctionner au ralenti toutes les fois que la température est inférieure à 32°F et qu'il ne se produit aucune chute de neige serait en marche ininterrompue dans des climats froids. La perte de chaleur par conduction, convection et rayonnement peut exiger dans ce cas une production annuelle de cha-

*Canadianisme de bon aloi pour désigner la neige toute imbibée d'eau et parfois boueuse.

leur atteignant 20 fois celle qu'exige la seule fonte de la neige. Les installations destinées à la plupart des régions du Canada seront, pour cette raison, normalement conçues pour une marche intermittente.

Les installations de cette nature exigent un apport de chaleur avant les chutes de neige pour assurer leur propre réchauffage, pendant les chutes pour fondre la neige et après les chutes pour sécher la chaussée. L'expérience acquise sur des installations en service à Worcester Airport, Massachusetts (Turnbull, 1961) et sur le Toronto Expressway (George and Wiffen, 1965) montre que le temps nécessaire pour le réchauffage, le séchage et les fausses alarmes égale probablement trois à quatre fois les heures de chute de neige.

Les chaussées doivent être construites de manière que les tuyauteries ou câbles soient situés au moins à deux pouces sous leur surface. Dans le cas du service intermittent, il faut, pour ces installations, de 8 à 12 heures pour obtenir une température superficielle de 32°F lorsque la température est basse (0° à 10°F) et que seule la chaleur nécessaire pour fondre la neige est disponible. Une durée moindre de réchauffage exigerait une plus forte production horaire de chaleur. Cette nécessité pourrait exercer une influence déterminante sur la conception du système et jouer un rôle de première importance sur le montant des dépenses d'installation et de service.

Un service fiable de prévisions météorologiques est nécessaire pour obtenir un bon rendement des installations de fonte. Pour disposer du temps nécessaire au réchauffage des installations à marche intermittente, on doit pouvoir prévoir jusqu'à douze heures à l'avance les conditions atmosphériques susceptibles de produire des routes enneigées ou glacées.

Jorgensen (1964) a étudié la question des commandes manuelles ou automatiques. On a construit des installations qui entrent en marche lorsque la température de l'air ou la température superficielle baisse en dessous d'une valeur fixée, soit pour tous les états de surface, soit seulement lorsque la surface est humide (Whiffin et Williamson, 1963). Lorsque la température moyenne de l'air pendant l'hiver est voisine de 32°F, on peut utiliser avec succès des détecteurs pour commander les installations de fonte. Pour les climats froids, cependant, lorsque le réchauffage des installations exige de 8 à 12 heures, la commande manuelle s'avèrera probablement nécessaire pour obtenir le meilleur service.

Ce sont les conditions locales qui détermineront s'il est préférable d'utiliser la circulation d'un fluide ou d'un système électrique. On a fait aux États-Unis un large emploi de systèmes à circulation de fluides associés à de grandes chaufferies destinées à chauffer des bâtiments. A cause de leur plus grande flexibilité en service intermittent et des prix favorables de l'énergie, les systèmes électriques ont été plus largement utilisés au Canada.

L'asphalte n'assurant pas un support suffisant, il convient, si on utilise un système à circulation de fluide, d'enrober les canalisations dans du béton. Lors de l'établissement des plans, la corrosion et la dilatation aux joints sont les facteurs les plus importants à considérer. On trouvera des renseignements concernant les systèmes à circulation dans L'ASHRAE Guide and Data Book (1964); Jorgensen (1964); Coulter and Herman (1964); Adlam (1950).

Les systèmes électriques peuvent appartenir au type à câble à tension du secteur ou au type à basse tension en réseau maillé. Les systèmes à basse tension exigent des transformateurs; ils sont sensibles à la corrosion, mais moins susceptibles d'être endommagés à l'installation. Si les câbles à tension du secteur ne sont pas parfaitement scellés et étanches, ils peuvent être endommagés par la corrosion ou l'eau. On trouvera des renseignements sur la construction des systèmes électriques dans Jorgensen (1964); Coulter and Herman (1964); Kobold and West (1960); Whiffin and Williamson (1963); George and Wiffen (1965).

5.2.4 Coût

Les dépenses d'installation pour les systèmes à circulation de liquides se situent actuellement entre 3.50 dol. et 4.50 dollars par pied carré. Pour les systèmes électriques, les frais se situent entre 4 dollars et 5.50 dol. par pied carré y compris les dépenses pour le générateur. Le coût en service pour le Toronto Expressway a été de 32 cents par pied carré pendant l'hiver de 1963/1964 (Turnbull 1961), soit à peu près 15 dollars par tonne de neige. Le coût actuel de déblaiement au chasse-neige et d'enlèvement de la neige se situe entre 50 cents et 1 dollar par tonne. Ces chiffres illustrent le coût élevé de l'élimination de la neige par fonte sur place, comparé à celui des méthodes classiques.

5.2.5 Systèmes de chauffage infra-rouge

Les lampes à l'infra-rouge permettent d'appliquer directement la chaleur sur la surface de la neige ou sur la chaussée. Il existe des lampes qui transforment en rayonnement infra-rouge plus de 70 pour cent de l'énergie électrique qui leur est fournie. On peut construire des installations donnant la certitude que plus de 50 pour cent de ce rayonnement atteindra la surface qu'on désire maintenir libre de neige.

Le principal avantage des systèmes à l'infra-rouge consiste dans le fait que l'énergie est directement appliquée à la surface traitée. La durée de réchauffage et la perte de chaleur au sol qui sont associées avec les systèmes enfouis sont ainsi considérablement réduites. Ces avantages permettent une commande aisée des installations et une utilisation plus efficace de l'énergie fournie. Les systèmes à l'infra-rouge présentent l'avantage supplémentaire de créer une ambiance confortable pour

les piétons qui se trouvent dans le champ de rayonnement. A part les pertes de chaleur au sol et les pertes dues au réchauffage, les causes de pertes de chaleur dont on doit tenir compte dans l'étude des systèmes enfouis subsistent pour les systèmes à l'infra-rouge. On devra aussi tenir compte des pertes de chaleur dans l'atmosphère à partir de l'installation elle-même.

Le rendement de certaines installations à l'infra-rouge est sujet à décroître à cause du vieillissement des lampes et de l'influence de l'atmosphère sur les réflecteurs. Leur emploi sur de grandes surfaces, des routes par exemple, peut être limité par les difficultés de montage et les dépenses connexes. Les frais d'installation se situent entre 5.50 dol. et 12 dollars par pied carré; ces montants dépendent en partie de la hauteur à laquelle le matériel est installé au-dessus de la surface. Les systèmes de chauffage à l'infra-rouge sont étudiés dans Jorgensen (1964); Coulter and Herman (1964); Frier (1963 et 1964).

5.2.6 Résumé

La détermination par les bureaux d'étude de la quantité d'énergie à fournir aux systèmes de fonte sur place de la neige exige la prise en considération simultanée de la norme désirée d'enlèvement de la neige et des quatre facteurs atmosphériques suivants: importance des chutes de neige, vitesse du vent, température de l'air et humidité relative. La fourniture totale annuelle de chaleur dépendra du nombre d'heures de chute de neige; elle dépendra aussi du genre de service: marche continue (peut-être marche à vide pendant les périodes exemptes de chute de neige) ou marche intermittente. Pour les basses températures rencontrées dans la plus grande partie du Canada, les systèmes à marche intermittente seront probablement plus économiques que les systèmes à marche continue. Les systèmes enfouis à marche intermittente exigent un réchauffage dont la durée, suivant la production de chaleur prévue et suivant les conditions atmosphériques, peut atteindre de huit à douze heures. Pour donner le meilleur rendement possible en service, ce genre de système exige une bonne source de renseignements météorologiques et probablement une commande manuelle. Le choix de l'installation (circulation de fluide ou câble électrique) sera dicté par les coûts relatifs des sources locales de chaleur et par les exigences de construction et de fonctionnement.

5.3 FONDEUSES MOBILES ET FONDEUSES FIXES

5.3.1 Caractéristiques générales

Dans les installations de fonte sur place bien conçues et soigneusement exploitées, seulement dix pour cent au maximum de la chaleur fournie annuellement sont utilisés à fondre la neige. Le reste est dissipé dans le voisinage. La fonte de la neige dans une fosse ou un réservoir fournit un moyen de n'utiliser le système que pour

fondre de la neige et la perte de chaleur par dissipation dans l'environnement peut être réduite au minimum.

On peut utiliser, pour produire la chaleur, le mazout (huile à chauffage), le gaz, la vapeur ou l'électricité, le choix entre ces solutions dépendant des conditions locales. Dans les fondeuses bien conçues, une fraction atteignant ou dépassant 90 pour cent de la chaleur fournie est utilisée à deux fins: fondre la neige et élever la température de l'eau suffisamment au-dessus du point de fusion pour interdire toute formation de glace. L'expérience a montré qu'en de nombreux endroits il est inutile de fondre la totalité de la neige, et qu'on peut éliminer, sous forme de sloche, une fraction atteignant 50 pour cent de la neige existante (Daye and Heron, 1964; Johnson 1964) ce qui correspond à un rendement apparent supérieur à 100 pour cent. Il est nécessaire, en pareil cas, d'évacuer constamment la sloche hors de la fosse ou du réservoir par tout moyen convenable, et de fournir assez d'eau pour assurer son évacuation par les égouts. La capacité des fondeuses à fosse peut atteindre plusieurs centaines de tonnes à l'heure. Celle des fondeuses mobiles se situe probablement à un maximum de 100 à 150 tonnes à l'heure. Cette limitation des fondeuses mobiles est imposée par le manque de place pour emmagasiner le combustible, et aussi par le volume d'eau à évacuer.

5.3.2 Facteurs influant sur la conception des fondeuses

Dans les études de fondeuses fixes ou mobiles, il est nécessaire d'envisager les moyens d'éliminer le sable et les débris sans gêner si possible le processus de fonte. Dans les fosses construites à Westmount et Montréal, Qué. (Johnson, 1964), ce résultat est obtenu par l'emploi d'un convoyeur. En vue d'assurer un bon transfert de la chaleur, de fragmenter la neige et de la mélanger, il importe de créer une forte turbulence de l'eau. Les fosses doivent être assez profondes pour contenir les charges importantes transportées aujourd'hui par les camions sans que l'action de mélange ne soit interrompue du fait de la distance trop faible existant entre la masse de neige et le fond de la fosse. On doit prendre des dispositions permettant d'amener continuellement la neige de l'aire où elle est déchargée jusqu'à la région de fonte active (Daye and Heron, 1964). Pour les fondeuses mobiles qui peuvent soit se charger elles-mêmes, soit être munies d'un équipement auxiliaire, par exemple une souffleuse, on doit s'assurer que les ouvertures de puisards dans lesquelles l'eau est déversée ne sont pas obstruées. Les fondeuses ont eu des difficultés en service par temps froid. Elles consistaient principalement dans le gel de conduites d'eau. On a également éprouvé des difficultés à maintenir le mazout fluide aux basses températures. Ce danger peut être réduit en utilisant un mazout présentant de bas points de figeage et de turbidité, et, si nécessaire, en installant un système de chauffage des canalisations de mazout.

Les fondeuses mobiles ou fixes peuvent dégager dans l'air une quantité considérable de vapeur d'eau. On prendra les précautions nécessaires pour éviter qu'elles ne produisent des effets nuisibles sur des installations électriques ou autres.

5.3.3 Considérations de coût

Les fondeuses mobiles ou fixes ne deviennent économiquement intéressantes que si leur coût d'exploitation est égal ou inférieur à celui du transport de la neige dans une décharge. Il importe donc de réunir des données permettant de comparer les coûts des divers moyens d'éliminer la neige. Si on la transporte jusqu'à une décharge, les renseignements nécessaires consistent dans les coûts moyens du déblaiement, du chargement, du transport en verge cube par mille ou tonne par mille, du déchargement, de l'entretien et de la surveillance des décharges. Pour les fondeuses mobiles, on recueillera des renseignements sur le déblaiement, le chargement et l'entretien de la fondeuse, la marche et l'amortissement de l'appareil. La détermination du coût d'exploitation des fondeuses fixes exige également des informations sur le déblaiement, le chargement, de même que le transport jusqu'à la fondeuse, le déchargement, et ses frais d'installation, d'entretien et de service. Les coûts doivent tenir compte du prix du terrain dans la région de la décharge et de la fondeuse fixe, de l'amortissement de l'outillage et des installations, etc.

Dans les régions où les chutes de neige sont moyennes ou importantes, le système qui soutient le mieux la concurrence avec les décharges locales est celui des fondeuses fixes. Pour ces deux méthodes d'élimination de la neige, les opérations sont identiques jusqu'au transport inclusivement. Pour que la fonte par fosse se révèle plus économique que l'emploi d'une décharge, il est nécessaire que les coûts de transport jusqu'à la fondeuse fixe, ses frais de construction, d'entretien et de fonctionnement, soient inférieurs au coût du transport jusqu'à la décharge et à son coût d'exploitation.

L'expérience gagnée à Montréal au cours de la saison 1965-1966 a montré que les fondeuses fixes du type à fosse, coûtaient en service environ 20 cents par verge cube (Olsen 1966). Ce coût comprend le combustible, l'eau, l'électricité, la main d'œuvre, l'entretien et le nettoyage des fosses, et le transport des boues. Une analyse de la situation à Montréal indique que les fondeuses fixes peuvent y concurrencer économiquement les décharges locales si la distance de transport dépasse environ 3.25 milles (Browning, 1966). Ces conclusions ne peuvent être tenues pour valables que dans les régions où elles ont été établies. De nombreux coûts unitaires, tels que main d'œuvre, combustible, prix du terrain, etc., varient en effet d'une région à l'autre.

Des fondeuses fixes ont été installées dans les villes de Montréal, Qué., Westmount, Qué. et Ville-Mont-Royal, Qué. On peut obtenir des renseignements sur

leur construction et leur fonctionnement en écrivant aux services respectifs responsables de l'entretien d'hiver.

BIBLIOGRAPHIE

- Adlam T. N. (1950). Snow Melting. The Industrial Press, New York.
- ASHRAE Guide and Data Book. (1964). Applications. Chapter 83: Snow Melting. American Society of Heating, Refrigerating and Air-Conditioning Engineers, Inc., New York.
- Browning M. R. (1966). Snow Melting for 64 cents per Ton. The American City, p. 34.
- Chapman W. P. (1952a). Design of Snow Melting Systems. Heating and Ventilating, Vol. 49, No. 4, p. 95-102.
- (1952b). Design Conditions for Snow Melting. Heating and Ventilating, Vol. 49, No. 11, p. 88-91.
- (1956 and 1957). Calculating the Heat Requirements of a Snow-Melting System. Air-Conditioning, Heating and Ventilating, Vol. 53, 1956: p. 67-71, p. 81-84, p. 96-99, p. 71-74. Vol. 54, 1957: p. 63-66, p. 101-105, p. 64-77, p. 87-91, p. 72-76.
- Chapman W. P. and S. Katunich. (1956). Heat Requirements of Snow-Melting Systems. Trans. American Soc. of Heating and Air-Conditioning Engineers, Vol. 62, p. 359-372.
- Coulter R. G. and S. Herman. (1964). Control of Snow and Ice by Induced Snow Melting. The City College Res. Foundation, New York.
- Daye J. R. and A. de F. Heron. (1964). The Westmount Snow Disposal Plant. Presented to 45th Annual Convention, Can. Good Roads Assoc., Montreal, Que.
- Dorsey N. E. (1940). Properties of Ordinary Water Substances in all its Phases. New York Reinhold Pub. Corp.
- Frier J. P. (1963). Common Sense about Infrared Snow Melting. Electrical Heating J., p. 21-22.
- (1964). Design Requirements for Infrared Snow-Melting Systems. Illum. Eng., 59, (10-12), p. 686-694.
- George J. D. and C. S. Wiffen. (1965). Snow and Ice Removal from Road Surfaces by Electrical Heating. Highway Res. Board, Highway Res. Record 94.

- Hasselriis F. and P. L. Geiringer. (1958). Aircraft Runway Snow-Melting Tests using High Temperature Liquids. Wright Air Development Center WADC Tech. Report 58-175. Armed Forces Tech. Information Agency, Arlington, Va.
- Johnson W. J. (1964). Oil-Fired Snow-Melting Machines. Eng. J. (EIC-64-CIV 14).
- Jorgensen R. and Associates. (1964). Non-Chemical Methods of Snow and Ice Control on Highway Structures. National Cooperative Highway Programme, Report 4, Highway Res. Board, Washington, D.C.
- Kobold and West. (1960). Snow Melting by Electrical Means. Ontario Hydro Res. News, Vol. 12, p. 18, 24, 37.
- Neal G. W. (1958). New Toll Plaza Snow-Melting System Keeps Skyway Traffic Moving. Heating, Piping and Air-Conditioning, Vol. 30, p. 140-143.
- Olsen S. P. (1966). Snow Melting in Montreal. Presented to Sixth Annual North American Snow Conference, Montreal, American Public Works Assoc.
- Ross L. (1964). Snow-Melting System Keeps Skyway's Toll Plaza Clear. Heating, Piping and Air-Conditioning, p. 99-107.
- Turnbull F. J. (1961). Snow-Melting Problems and How they Were Solved. ASHRAE Journal Vol. 3, No. 1, Jan., p. 71-72.
- Whiffin A. C. and P. J. Williamson. (1963). Electrical Heating of Roads to Prevent the Formation of Ice and Frost. Heating (London), Vol. 24, (206), p. 41-47.

SIXIÈME PARTIE

Conditions atmosphériques et climat

6.1 CONDITIONS ATMOSPHÉRIQUES

6.1.1 Conditions atmosphériques. Leur prévision

Toutes les opérations comprenant l'élimination de la neige ou la lutte contre le verglas constituent des tentatives de neutraliser les effets des conditions atmosphériques et du climat. La préparation et la réalisation rationnelle des opérations d'entretien d'hiver impliquent donc la possibilité de prévoir ces effets et de comprendre les forces qui leur donnent naissance.

Les perturbations atmosphériques résultent, fondamentalement, du chauffage inégal de la surface du sol par les radiations solaires. La vitesse et la direction des mouvements de l'air au-dessus du sol sont déterminées par les grandes différences de températures existant entre les tropiques et les pôles, ou entre les continents et les océans. Aux latitudes moyennes, des masses d'air chaud qui viennent du Sud rencontrent de l'air plus froid provenant des régions polaires. Leur rencontre engendre les fortes tempêtes qui sont à l'origine de la plupart des grandes chutes de neige.

La préparation d'un bulletin de prévisions atmosphériques constitue aujourd'hui une tâche complexe exigeant les services d'un météorologue professionnel assisté par une vaste organisation nationale. Un réseau de stations d'observation couvrant la majeure partie de l'hémisphère transmet plusieurs fois par jour des rapports décrivant les conditions atmosphériques locales. Ces rapports sont analysés; leurs données sont reportées sur des cartes de pressions, de vents et de températures dont l'ensemble schématise les conditions atmosphériques du moment et les modalités de leur changement. Faisant appel à leur connaissance de la dynamique de l'atmosphère, assistés par la technologie moderne des ordinateurs les prévisionnistes peuvent, autant que la rapidité et la complexité des changements le leur permet, donner une vue synoptique des conditions atmosphériques à venir. Toutes les régions habitées reçoivent des prévisions de cette nature.

La prévision des conditions probables à l'intérieur d'une ville doit en outre tenir compte des effets de la topographie locale. Les collines, les vallées, les lacs ou les forêts influent, comme il est naturel, sur les conditions atmosphériques. Des chutes de neige persistantes se produisent souvent aux rives sous le vent des grands lacs, ou, dans les régions montagneuses, sur le côté des arêtes exposées au vent. Les précipitations de neige dans les banlieues peuvent, si les températures sont voisines du point de congélation, se changer en pluie au-dessus de la région centrale d'une ville.

La précision des prévisions météorologiques et le degré de confiance à leur accorder constituent un fréquent sujet de conversations. Aussi longtemps que la connaissance de l'atmosphère restera incomplète, les prévisions n'atteindront pas la

fiabilité complète. Un jugement objectif indique cependant que les connaissances et les techniques actuelles permettent d'établir des prévisions météorologiques avec un haut degré de précision pour des périodes atteignant 24 heures, et avec une précision encore assez bonne pour des périodes atteignant 48 heures. Pour des périodes supérieures à 48 heures, on n'indique généralement que les grandes lignes des conditions à venir ou simplement une tendance générale.

6.1.2 Les Services météorologiques au Canada

Au Canada, la fourniture de renseignements météorologiques incombe au Service météorologique du Ministère fédéral des Transports. Le service direct aux utilisateurs – sous forme de prévisions, d'avertissements, d'observations ou de conseils sur les conditions atmosphériques – est assuré par les bureaux météorologiques établis, à travers le pays, dans la plupart des grands centres. Ces bureaux sont, à leur tour, placés sous l'autorité et la direction d'un des six météorologues régionaux; ils reçoivent assistance technique et conseils de l'une des diverses Centrales météorologiques et d'un Bureau central d'analyse.

6.1.3 Arrangements pris pour assurer le Service météorologique

Les informations relatives aux conditions atmosphériques sont d'importance vitale pour les services d'entretien d'hiver; aussi est-il à la fois logique et commode d'établir une étroite collaboration avec l'organisme chargé de les émettre. On devra établir le contact initial soit avec le bureau météorologique responsable de l'établissement des prévisions dans la région concernée, soit avec un des six météorologues régionaux dont la liste est donnée à la fin du présent chapitre. Grâce à l'étroite coordination intérieure du service météorologique, le plus petit bureau météorologique local a droit à l'accès direct aux données, aux avis et conseils des grands bureaux météorologiques dont il dépend. Le météorologue régional et son personnel sont, d'un autre côté, organisés et situés géographiquement de manière à pouvoir analyser les besoins locaux en données météorologiques; ils peuvent alors organiser en conséquence la forme, la fréquence et la nature de leurs informations. Comme dans la plupart des services gouvernementaux, les services météorologiques comptent sur leurs clients pour leur communiquer une estimation réaliste de leurs besoins généraux en données météorologiques, et pour la porter à l'attention des responsables, qui se feront un plaisir de l'étudier avec le client et d'agir en conséquence.

On trouvera ci-après quelques conseils précis concernant l'obtention d'un service d'informations ou d'avertissements météorologiques.

- 1) Prenez contact avec votre météorologue régional, soit directement, soit par l'intermédiaire du bureau météorologique local, et prenez, si possible, les dispositions nécessaires pour avoir un entretien avec lui.

2) Les prévisions météorologiques régionales sont disponibles à des heures régulières, ordinairement quatre fois par jour. Elles sont communiquées par téléscripteur aux agences de presse pour la radio, la télévision et la presse, et aux services télégraphiques à destination des usagers individuels. Assurez-vous que votre personnel n'ignore pas que ces prévisions sont disponibles, et qu'il en fait usage.

3) S'il est reconnu que vous avez besoin, en plus des prévisions générales, de prévisions spécialement préparées à votre intention, prenez des dispositions pour les recevoir régulièrement. Des formules spéciales peuvent dans ce but être mises au point avec les météorologues régionaux ou avec le bureau météorologique. Fixez les dates auxquelles l'envoi des messages commencera et cessera.

4) Si des messages spéciaux sont prévus à votre intention, déterminez le meilleur moyen de livraison – TELEX, téléscripteur, télégramme, téléphone, etc.

5) Obtenez le numéro de téléphone à utiliser lorsque vous aurez besoin de renseignements spéciaux sur les conditions atmosphériques présentes ou à venir. S'il est nécessaire de s'adresser à une personne en particulier, sachez d'avance qui elle est.

6) Désignez, si la situation s'y prête, un membre de votre personnel ou un service chargé de recevoir ou demander toutes données météorologiques nécessaires et de les communiquer dans tout votre organisme.

7) S'il existe des rapports météorologiques établis par radar, étudiez avec le météorologue régional la possibilité de les obtenir.

8) Offrez de fournir à l'intention du bureau météorologique, au fur et à mesure des changements intervenant dans la situation locale, des rapports sur les conditions de neige. Il devrait en résulter pour vous de meilleures informations; le prévisionniste disposera en effet d'une vue d'ensemble meilleure des conditions du moment.

9) Prenez si possible des dispositions en vue d'une visite au bureau météorologique avec lequel vous traiterez. Des conversations directes conduiront, de part et d'autre, à une meilleure compréhension des problèmes; elles pourront conduire à des solutions satisfaisantes.

6.1.4 Utilisation des services météorologiques

Après établissement d'un programme de réception régulière des prévisions et avertissements météorologiques, il convient de prendre diverses mesures assurant l'utilisation optimale des informations reçues.

1) Assurez-vous que les prévisions régionales que vous utilisez sont bien destinées à votre ville et que les prévisions relatives aux régions adjacentes sont

notées. Il arrive de temps à autre qu'à cause du manque de rapports concernant des régions d'importance décisive, ou simplement parce que notre connaissance actuelle de l'atmosphère est insuffisante, la vitesse et la direction de déplacement d'une tempête et de la chute de neige qui lui est associée ne soient pas conformes aux prévisions.

2) Ne perdez pas de vue, au sujet des chutes de neige réelles et prévues, que la fiabilité des prévisions et les informations détaillées relatives aux variations locales dépendent de divers éléments. Ce sont le nombre et la précision des rapports relatifs aux chutes de neige observées, la possibilité pour votre région de bénéficier d'observations par radar, la complexité de la situation météorologique du moment, et la nature du terrain avoisinant. Les plans d'eau, les collines, les vallées, les forêts, l'altitude et la latitude se conjuguent pour orienter et modifier la circulation de l'air, et pour produire localement des conditions atmosphériques spéciales valables seulement sur petite et moyenne échelle.

3) Surveillez l'efficacité de la méthode de communication utilisée. Si des points faibles se révèlent, ou si la méthode ne donne pas satisfaction prenez contact avec la direction du bureau météorologique en vue de mettre au point les modifications nécessaires.

4) En retour fournissez au bureau météorologique des renseignements sur la pertinence des services qu'il donne. Faites-lui connaître si le type de service reçu est satisfaisant, s'il en est de même pour la fréquence, l'horaire, la forme et la présentation de tous messages spéciaux de prévisions; signalez-lui les difficultés éprouvées à le toucher par téléphone ou les retards intervenus dans la réception des informations.

5) Si vous considérez que des services météorologiques supplémentaires pourraient vous être utiles, par exemple des prévisions à longue portée, les services de firmes privées spécialisées en météorologie, des rapports de satellites météorologiques, etc., votre bureau météorologique peut vous conseiller et obtenir des rapports scientifiques sur la pertinence actuelle de ces divers services.

6) A la fin de la saison d'entretien d'hiver, envoyez au fonctionnaire responsable de votre bureau météorologique un court rapport contenant des commentaires généraux et spécifiques sur les services qui vous sont fournis; précisez s'ils correspondent à vos besoins; indiquez leurs qualités et, le cas échéant, leurs points faibles. Comme dans d'autres services publics, l'attribution des moyens d'action supplémentaires dont la nécessité est urgente (tels que stations d'observation, télécommunications, personnel de service, personnel de recherche destiné à améliorer la connaissance et les techniques) dépend en grande partie de la remise de rapports. Ils devront être précis, documentés, relater les déficiences et les besoins non satisfaits, et contenir le calcul ou l'estimation en dollars des bénéfices

à attendre. En fournissant des estimations, même approximatives, de la valeur du service, vous secondez le service météorologique dans ses efforts visant à améliorer la qualité des prévisions.

7) Procurez-vous des ouvrages traitant d'une manière générale des conditions atmosphériques et du climat. En les lisant, améliorez vos connaissances personnelles sur la météorologie et les intempéries. Les connaissances ainsi acquises vous permettront de mieux comprendre les influences locales et les indices des conditions atmosphériques dans votre région. Elles vous seront utiles à la fois en vue du service et à titre personnel. La section 6.3 donne les titres d'ouvrages dont la lecture est conseillée.

6.2 CLIMATOLOGIE ET CHUTES DE NEIGE AU CANADA

6.2.1 Outre les données précédentes, le service météorologique peut fournir des données et renseignements climatologiques. Après avoir été utilisées pour la préparation des prévisions atmosphériques, les données d'observation sont traitées et soumises à un contrôle de qualité. Elles sont ensuite classées dans les archives climatologiques canadiennes. Constituant un dossier complet des conditions qui se sont présentées au cours des saisons antérieures, elles fournissent des indices concernant les situations futures. Un grand nombre de météorologues travaillent à élaborer et à publier des données climatologiques dans des périodiques, à préparer des résumés et rapports spéciaux, à entreprendre des recherches sur les aspects divers du climat canadien, et, d'une manière générale, à tenir à la disposition des usagers toutes les informations utiles contenues dans les archives.

L'importance des chutes de neige canadiennes est observée quotidiennement et enregistrée dans plus de 2200 stations climatologiques. En même temps que d'autres données météorologiques, ces informations sont transférées sur des cartes perforées qui sont traitées et emmagasinées. La plupart des stations ne publient pas les hauteurs quotidiennes des chutes de neige, mais on peut trouver dans le *Monthly Record Meteorological Observations in Canada* pour toutes les stations, l'indication des précipitations quotidiennes et les totaux des chutes de neige mensuelles.

Environ 40 importantes stations météorologiques publient des informations sur les chutes de neige quotidiennes dans les séries des *Monthly Meteorological Summaries*. On trouvera plus loin une description du *Monthly Record* et des *Monthly Meteorological Summaries*. Les hauteurs quotidiennes des chutes de neige observées à toutes les stations canadiennes sont disponibles sous forme manuscrite pour les périodes pendant lesquelles ces stations exécutent des enregistrements. Une bonne partie de ces renseignements se trouvent aussi sur cartes perforées.

6.2.2. Traits particuliers des chutes de neige au Canada

Sur une base annuelle, les chutes de neige les plus fortes s'observent dans les régions montagneuses côtières et intérieures de la Colombie-Britannique, et, au sud-est du Canada, dans une large zone s'étendant du lac Supérieur jusqu'à Terre-Neuve en passant par le Québec. C'est dans les régions côtières montagneuses de la Colombie-Britannique que se produit invariablement chaque année la plus forte chute de neige; mais la région du Québec-Labrador, au nord du golfe du Saint-Laurent, se révèle chaque année comme contenant la plus grande superficie enneigée. Dans cette région, qui s'étend de Sept-Îles à l'océan Atlantique, la chute de neige moyenne annuelle dépasse 160 pouces.

A cause du relief de la Colombie-Britannique, la répartition des chutes de neige dans cette province est extrêmement complexe. Sur la côte, Vancouver et Victoria reçoivent chacune en moyenne moins de 15 pouces de neige par an, tandis qu'à l'intérieur les moyennes sont de 80 pouces à Prince George et 162 pouces à Revelstoke. Les chutes de neige sont moins importantes dans d'autres vallées. A Pen-ticton, par exemple, la chute annuelle moyenne de neige est de 26 pouces.

Il peut se produire des chutes de neige relativement importantes dans les avant-monts de l'Alberta, mais en général, dans les Provinces des Prairies, les totaux annuels se situent entre 40 et 50 pouces. Les chutes de neige sont un peu plus fortes dans la partie septentrionale des Provinces des Prairies, mais, dans l'Arctique central, il tombe en une année moins de 48 pouces de neige.

Des chutes de neige relativement importantes se produisent chaque hiver au-dessus du nord-est de l'Ontario et de la plus grande partie de la province de Québec. Avec une moyenne supérieure à 122 pouces par an, la ville de Québec reçoit davantage de neige que toute autre grande région métropolitaine dans le pays. Les totaux annuels varient de 50 à 100 pouces dans la plus grande partie du sud de l'Ontario. La plus notable exception est représentée par la ceinture de neige de l'Ontario, aux rives sous le vent du lac Huron et de la Baie Georgienne, où la moyenne annuelle, à des localités telles qu'Owen Sound et Parry Sound, dépasse 100 pouces.

Les chutes annuelles de neige excèdent 100 pouces dans le nord du Nouveau-Brunswick, mais, dans la plus grande partie de la Nouvelle-Ecosse, le total annuel moyen n'atteint pas 80 pouces. La chute de neige est exceptionnellement élevée le long de la côte orientale de Terre-Neuve, où l'aéroport Torbay de Saint-Jean de Terre-Neuve a reçu, au cours des 20 dernières années, une moyenne de 150 pouces de neige.

Il existe naturellement de grandes variations dans le total des chutes de neige d'une saison à une autre. Les chutes saisonnières de neige à Toronto ont varié de

18 à 124 pouces au cours des 120 années pendant lesquelles elles ont été relevées. La ville de Québec a signalé 200 pouces en 1938-1939, tandis qu'à St. Jean de Terre-Neuve, 236 pouces sont tombés pendant l'hiver de 1881-1882. A Vancouver, où la chute annuelle moyenne de neige est d'environ 14 pouces, il est même tombé jusqu'à 81 pouces pendant l'hiver de 1916-1917. La chute de neige annuelle la plus élevée signalée officiellement par une station canadienne s'est produite en 1956-1957 à Kildala Pass, près de Kemano, en Colombie-Britannique. Il est tombé à cette époque plus de 880 pouces de neige. Le tableau VI-1 contient des données sur les chutes de neige annuelles moyennes et maximales pour plusieurs régions métropolitaines canadiennes.

TABLEAU VI-1
Chutes de neige dans les régions métropolitaines du Canada

Moyenne Annuelle Région	Chute de neige (po.)	Plus grande chute de neige (po.)					
		Hiver		Mois		Jour	
		Epais- seur	année	Epais- seur	année	Epais- seur	date
Montréal	99	169	1897-98	63	jan. 1898	18	21 jan. 1889
Toronto	55	124	1869-70	62	mar. 1870	19	11 déc. 1944
Vancouver	14	81	1916-17	57	jan. 1913	18	20 jan. 1935
Winnipeg	51	100	1955-56	40	déc. 1909	15	4 mar. 1935
Ottawa	77	140	1915-16	45	mar. 1899		
Hamilton	48	132	1869-70	66	mar. 1870		
Québec	122	200	1938-39	82	fév. 1939		
Edmonton	54	91	1906-07	36	nov. 1906	16	15 nov. 1942
Calgary	59	97	1947-48	32	sep. 1925	18	21 avr. 1932
Windsor	38	56	1959-60	25	déc. 1951	9	9 jan. 1957
London	73	116	1950-51	43	déc. 1944		
Halifax	71	143	1955-56	56	jan. 1894	24	30 jan. 1894
Kitchener	53	97	1923-24	52	fév. 1924		
Victoria	12	77	1915-16	46	fév. 1916	21	2 fév. 1916
Régina	43	77	1955-56	23	mar. 1904	9	18 nov. 1941
Sudbury	78	121	1950-51	40	avr. 1923		
Saskatoon	38	74	1955-56	26	jan. 1911		
St-Jean, N.-B.	83	146	1922-23	52	fév. 1920		
St-Jean, T.-N.	150	236	1881-82	109	fév. 1894		
Sydney	96	240	1964-65	71	mar. 1961	23	21 déc. 1964
Chicoutimi	90	142	1932-33	60	mar. 1933	13	14 avr. 1943
St. Catharines	36	66	1959-60	31	déc. 1929	17	11 déc. 1944
Lakehead	85	169	1955-56	56	jan. 1956	20	20 jan. 1956

6.2.3 Utilité des données sur les chutes de neige

Les moyennes saisonnières et mensuelles des chutes de neige peuvent être fournies immédiatement par toute station d'observation des chutes de neige; elles servent à déterminer la longueur de la saison de neige et l'importance du travail de déneigement pendant une saison. Pour comparer une saison à une autre, on peut utiliser les renseignements par mois et par saison fournis par les *Monthly Meteorological Summaries* et le *Monthly Record of Meteorological Observations in Canada*. Les relevés quotidiens des chutes de neige au cours d'une période de plusieurs années peuvent servir à déterminer le nombre d'opérations de déblayage de la voirie; ce nombre correspond aux cas où la chute de neige a dépassé un certain seuil au cours d'une période de 24 heures par exemple 1 pouce. La chute de neige maximale indiquée par ces relevés donne également une idée de la tempête de neige maximale à prévoir. Pour des stations particulières, l'importance des chutes de neige quotidiennes peut être fournie sur demande par les archives du service météorologique.

Pour analyser les chutes de neige importantes, on peut avoir recours à deux techniques utilisées par les hydrométéorologues pour estimer la précipitation maximale lorsqu'ils étudient les conditions d'inondation. L'une d'elles consiste à soumettre les chutes annuelles maximales relevées au cours de plusieurs années à une analyse de valeurs extrêmes pour déterminer la chute maximale de neige à attendre une fois en 10 ans, en 20 ans, ou en toute autre période présentant un intérêt pour le service de déneigement.

Une autre technique utilisée pour les études hydrométéorologiques consiste à maximiser les données d'une tempête en vue d'estimer la précipitation maximale à attendre sur un bassin versant donné ou sur toute autre superficie. Cette technique convient pour étudier la chute maximale de neige à prévoir sur une ville ou sur une autre superficie; c'est en particulier le cas lorsque les données relatives aux chutes de neige ne couvrent pas une longue période, mais qu'il existe d'autres relevés des chutes de neige couvrant une plus longue période et concernant une superficie plus vaste que la superficie étudiée.

Les données concernant les chutes de neige peuvent servir à comparer les coûts des opérations de déneigement. Parfois aussi il peut être avantageux de disposer d'informations sur les vitesses du vent, la température, l'heure et la durée des tempêtes.

6.3 PUBLICATIONS SUR LES CONDITIONS ATMOSPHÉRIQUES ET LE CLIMAT

6.3.1 Données de base et cartes climatologiques

1) *Canada, service météorologique*

Section des conditions atmosphériques et du climat *dans* The Atlas of Canada, Ministère des Mines et Relevés techniques (1957). La planche 25 contient une carte donnant les chutes de neige moyennes annuelles totales au Canada (échelle: 1/20 000 000^e)

2) *Thomas M. K.*

Climatological Atlas of Canada, Division des recherches en bâtiment, Conseil national de recherches du Canada, et Ministère des Transports, Service météorologique, Conseil national de recherches, No. 3151, Ottawa 1953. La section 4 (pages 104-126) consiste en cartes donnant les chutes de neige moyennes mensuelles et annuelles, le nombre moyen annuel de jours de chutes de neige, etc.

3) *Boughner C. C. et M. K. Thomas*

The Climate of Canada *dans* Canada Year Book, Texte, p. 23-51, 1959, Tableaux p. 31-77, 1960. (Un tiré-à-part est disponible). On y trouve des tableaux de données climatiques pour 45 stations; elles comprennent les chutes de neige normales et le nombre moyen de jours de chutes de neige pour chaque mois.

4) *Potter J. G.*

Snow Cover. Climatological Studies No. 3, 1965, 69 p., contient 22 cartes et plusieurs pages de tableaux et cartes d'enneigement.

6.3.2 Périodiques donnant des renseignements climatiques récents

1) *Canadian Weather Review – Revue du Temps au Canada*

Cette revue des conditions atmosphériques du mois contient une page de texte, 4 pages de données y compris la chute de neige totale mensuelle d'après des stations d'études synoptiques et des stations de recherche agricole, et 4 cartes donnant, pour la température et les précipitations, les valeurs du moment et les écarts par rapport aux conditions normales (disponible chez l'Imprimeur de la Reine).

2) *Monthly Record – Meteorological Observations in Canada*

Monthly Record est un résumé mensuel complet relatif à la température, aux précipitations, aux chutes de neige, au vent, à l'ensoleillement et autres données atmosphériques pour toutes les stations canadiennes. On y trouve pour chaque jour des listes de températures maximales et minimales, les précipitations totales pour environ 180 stations, et tous les relevés quotidiens disponibles concernant l'ensoleil-

lement et le rayonnement. Les titres et les légendes sont donnés à la fois en français et en anglais. The Monthly Record est imprimé dans les six mois qui suivent la fin du mois d'observation (disponible chez l'Imprimeur de la Reine).

3) *Monthly Meteorological Summaries*

Ces résumés sont publiés mensuellement par environ 37 différents bureaux météorologiques locaux et sont ordinairement disponibles entre le 5 et le 15 du mois suivant. Ils contiennent, pour quelques stations, les valeurs quotidiennes des éléments climatologiques de base dont les chutes de neige, le vent et l'humidité. On y trouve également pour chaque mois des valeurs comparatives relatives aux périodes où les relevés ont été pris. Ces résumés sont préparés à l'intention des usagers locaux de données climatiques. Les demandes d'abonnement doivent être adressées à un bureau météorologique local nommément désigné.

6.3.3 **Météorologie et Prévisions du temps**

Publications disponibles à l'adresse suivante:

- 1) THE DIRECTOR, METEOROLOGICAL BRANCH, 315 BLOOR STREET WEST, TORONTO 5, ONTARIO.

Séries de cartes météorologiques et Guide.

Brochures sur des sujets météorologiques.

Cartes des régions pour lesquelles il existe des prévisions météorologiques communiquées au public et conseils pour tirer le meilleur parti des prévisions.

Liste sélective des publications éducatives sur les conditions atmosphériques et le climat.

Liste sélective des publications climatologiques canadiennes (Rapport DS # 12-66).

- 2) Chez L'IMPRIMEUR DE LA REINE, OTTAWA ET DANS D'AUTRES VILLES:

"It's in the Wind" – R. A. Hornstein 35¢

"Weather and Why" – R. A. Hornstein 50¢

- 3) LIVRES DE POCHE:

"Understanding the Weather" – O. G. Sutton, Penguin Books Ltd., New York 1960.

"The Way of the Weather" – Jerome Spar, Creative Educational Society, Mankato, Minn., 1960.

"The Nature of Violent Storms" – Louis J. Battan, Anchor Books, Doubleday & Co. Inc., Garden City, New York 1961.

“Why the Weather” – Professor J. S. Marshall (McGill), CBC Publications, Box 500, Toronto 1, 1964.

“La météorologie” – André Viaut, Que Sais-je, n° 89, Presses universitaires de France, 108 boul. Saint-Germain, Paris, 1962.

6.4 MÉTÉOROLOGUES RÉGIONAUX

Les météorologues régionaux appartiennent au personnel technique de chacun des six Directeurs régionaux, Services aériens, dans tout le Canada.

La correspondance rédigée au nom de:

“M. le Directeur régional des Services de l'air
Ministère des Transports,
Aux soins du météorologue régional”

peut être adressée comme suit:

<u>Région</u>	<u>Adresse</u>	<u>Téléphone</u>
Maritimes	B.P. 42 Moncton, N.B.	389-9691
Québec	Édifice de L'Administration régionale Aéroport international de Montréal Dorval, Qué.	636-3307
Ontario	Box 7 Toronto Dominion Centre King St. W. Toronto 1, Ontario	966-6292
Manitoba – Saskatchewan	502 Post Office Building Winnipeg 1, Manitoba	946-8241
Alberta	Federal Building 9820 – 107 Street Edmonton, Alberta	424-0251
Colombie-Britannique	739 West Hastings Street Vancouver 1, B.C.	683-4321