

CANQ
TR
1481
14
Broch.

Recherches Transport

14

Influence de la salinité de la glace sur le temps de fonte

Ministère des Transports

Centre de documentation

930, Chemin Ste-Foy

6e étage

Québec (Québec)

G1S 4X9

CANQ
TR
GE
LC
120
14



Transports
Québec

No de codification: RTQ-82-10

Auteurs du rapport: Jean-Paul Gervais, ing., et Denis Maheux, M.Sc.chim.

Étude produite par le ministère des Transports du Québec

Comité de la recherche, président:

Jean-Réal LaHaye

Directeur des communications:

Jacques De Rome

Secrétaire de la rédaction:

Roland Charbonneau, 643-6860

700, boul. Saint-Cyrille est

18^e étage, Place Hauteville

Québec (Québec) G1R 5H1

Centre de documentation, responsable:

Donald Blais, 643-3578

700, boul. Saint-Cyrille est

24^e étage, Place Hauteville

Québec (Québec) G1R 5H1

Avec la prolifération des études et des recherches effectuées par le ministère des Transports du Québec ou pour son bénéfice, il devenait urgent de trouver un outil de consultation simple et rapide. *Recherches Transport* s'inscrit donc dans une politique d'accessibilité à l'information scientifique telle que préconisée dans un livre blanc intitulé **Un projet collectif: énoncé d'orientations et plan d'action pour la mise en œuvre d'une politique québécoise de la recherche scientifique.**

Ce document technique s'adresse à toute personne, entreprise ou institution dont les champs d'intérêt concernent les disciplines reliées au transport.

L'auteur de l'étude ou de la recherche présente lui-même un résumé clair de son travail.

Dans tous les cas, un exemplaire du rapport peut être consulté au Centre de documentation du Ministère.

Recherches Transport est publié par la Direction des communications du ministère des Transports du Québec, pour le compte du Comité de la recherche.

Dépôt légal: 1^{er} trimestre 1983

Bibliothèque nationale du Québec

ISSN 0228-5541

Composition: Composition Orléans inc.

Influence de la salinité de la glace sur le temps de fonte

Cette étude fait le point sur des opinions émises par les préposés à l'entretien d'hiver du réseau routier et qui se résument ainsi:

«Suite à une première application de fondants chimiques, il arrive que la solution saline (neige ou glace fondante et sel) ainsi formée soit trop faible et qu'elle se congèle après un abaissement de température. Dès lors, il est plus difficile de faire fondre à nouveau cette glace contenant une solution de sel congelée»,

Pour commenter cet énoncé, on tiendra principalement compte de deux aspects: l'action chimique de la solution saline et l'action des fondants chimiques sur la route.

Principes fondamentaux du déglçage chimique

La dissolution dans l'eau d'un produit chimique abaisse la température de congélation. Le nouveau point de congélation de la solution ainsi formée est fonction de la concentration du produit chimique. On représente ordinairement cette relation au moyen d'un diagramme de phase (figure 1).

Il est ordinairement nécessaire de fournir de la chaleur pour qu'un produit chimique

produise la « fonte » de la glace. Cette chaleur est empruntée, entre autres, à l'air et à la chaussée. Ainsi, la fonte de la glace et de la neige par l'action de produits chimiques est associée à une baisse initiale de température de la solution, suivie d'une augmentation graduelle de la température, suite au gain de chaleur du voisinage.

Calcul de la chaleur requise pour fondre la glace

Le modèle mathématique le plus représentatif pour calculer la chaleur requise pour fondre la glace est le suivant:

$$S_e = Q_e + Q_a + Q_g + Q_s + Q_c + L_s$$

S_e = Quantité de chaleur requise pour fondre toute la glace

Q_e = Quantité de chaleur provenant de la chaussée

Q_a = Quantité de chaleur provenant de l'air ambiant

Q_g = Quantité de chaleur provenant du refroidissement de la glace

Q_s = Quantité de chaleur provenant des radiations du soleil

Q_c = Quantité de chaleur provenant de l'action de la circulation

L_s = Chaleur de dissolution du sel

Ce modèle mathématique permet de confirmer qu'en tout temps le fait d'avoir une glace salée aide au déglçage subséquent ou contribue à l'amorcer, si la température de l'air ambiant remonte au-dessus du point de congélation de la solution.

L'action chimique

Une solution salée recongelée est plus facile à faire fondre que la glace pure, en regard de la quantité de chaleur que l'on devra lui fournir, car:

- la chaleur spécifique de la glace salée diminue avec la concentration de la solution; en d'autres mots, plus la solution est salée, moins il faut d'énergie calorifique pour augmenter la température de 1°C;
- la température de fusion de la glace salée descend proportionnellement avec l'augmentation de la concentration de la solution;
- plus la solution saline est concentrée, plus la chaleur de fusion requise est faible.

L'action des fondants chimiques sur la route

Pour mieux comprendre l'action des fondants chimiques sur la route, retenons les principes suivants:

- la compressibilité de la neige s'accroît avec l'augmentation de la quantité d'eau contenue dans la neige;
- la neige sèche se comprime plus lentement;
- plus il y a d'eau dans la neige, plus il y a possibilité d'éclaboussement;

- l'augmentation de la salinité diminue quelque peu la tendance à l'éclaboussement, car le sel accroît la cohésion entre les particules;
- la neige mouillée se comprime moins rapidement avec l'augmentation de la salinité, d'où une possibilité d'allonger la durée de la période d'éclaboussement de la neige sous l'action de la circulation (tableau 1);
- la compressibilité de la neige mouillée s'accroît lorsque la salinité diminue; ce phénomène survient surtout lorsqu'il y a du sel répandu dans une trop grande quantité de neige: la solution saline s'affaiblit graduellement au contact de la neige favorisant le compactage;
- plus la neige est durcie, plus la glace est dense, plus il est difficile de faire pénétrer les particules de Na Cl dans la glace et, par conséquent, la réaction est plus lente à démarrer car la surface de contact des grains de sel avec la neige est minime au début (tableau 2).

Tous les principes précédemment énumérés peuvent se résumer ainsi:

«Une application de sel dans une trop grande épaisseur de neige facilite la formation d'eau à l'intérieur de la neige, accroît la cohésion entre les particules de neige et augmente la possibilité de compactage, ce qui a pour effet de favoriser la transformation de la neige en une couche de glace durcie sous l'action de la circulation».

Cela explique en grande partie la difficulté d'enlever et de faire fondre la glace si elle demeure sur la chaussée.

Conclusion

Il est faux de prétendre qu'une surface glacée qui contient déjà du chlorure de sodium est plus difficile à faire fondre. En effet, à *quantité égale de glace*, il faut moins d'énergie calorifique pour faire fondre de la glace contenant du sel.

Si toutefois dans la pratique les préposés à l'entretien d'hiver croient qu'il faut plus de sel pour faire fondre de la glace salée, c'est parce que la quantité de matériaux à faire fondre est supérieure.

Il arrive parfois que les préposés à l'entretien appliquent du chlorure de sodium sur une couche de neige trop épaisse alors que la température est froide. Par conséquent, la neige s'accumule sur la chaussée au lieu d'être projetée vers les accotements par l'effet de l'éclaboussement. Il en résulte donc qu'une plus grande quantité de neige demeure sur la chaussée et qu'elle se transforme en glace sous le passage répété des véhicules.

Il faut ajouter que, pour une même épaisseur, la glace est deux fois plus difficile à faire fondre que la neige durcie et quatre fois plus difficile, que la neige tassée.

Plus la glace est dure, plus la réaction chimique sera lente à s'amorcer puisque la surface de contact de la glace avec les particules de NaCl est petite. Elle prennent aussi plus de temps à s'enfoncer complètement dans la glace (figure 2). Il faut donc plus de sel pour obtenir les mêmes résultats durant la même période de temps.

Pour obtenir d'excellents résultats, les autorités en entretien d'hiver recommandent de:

- déneiger adéquatement avant d'appliquer des fondants chimiques;
- appliquer les quantités suffisantes de fondants chimiques;
- choisir adéquatement les matériaux à appliquer (NaCl, mélange NaCl et CaCl_2 ou abrasifs traités);
- tenir compte:
 - du moment de la journée,
 - de la température anticipée,
 - de la vitesse des vents,
 - de l'orientation de la route,
 - de la circulation (heure de pointe),
 - des niveaux de service à donner à la route traitée.

Effet du trafic sur la neige selon la teneur en eau libre

Tableau 1

Teneur en eau libre	Effet du trafic
15 %	Tassement et transformation en croûte de glace
15 - 30 %	La neige reste molle
30 %	La neige adhère aux pneus
30 % +	La neige se transforme en «slush» et est facilement éliminée par le trafic

Tableau 2

Genre de neige	Forme des cristaux	Densité (kg/m ³)	
		Valeurs extrêmes	Valeurs moyennes
Neige fraîche	• neige folle	30 - 50	100
	• neige comprimée par le vent	100 - 200	
	• neige cotonneuse (gros flocons à environ 0°C)	120 - 300	
Vieille neige	• neige coulante	150 - 380	270
	• neige mouillée	270 - 500	410
	• neige évacuée, mise en dépôt	500 - 800	650
Glace	• névé	500 - 830	670
	• glace (neige salée tassée par le trafic et qui gèle)	850 - 960	920

NOTE: La masse volumique (densité de l'eau est de 1 000 kg / m³)

Figure 1

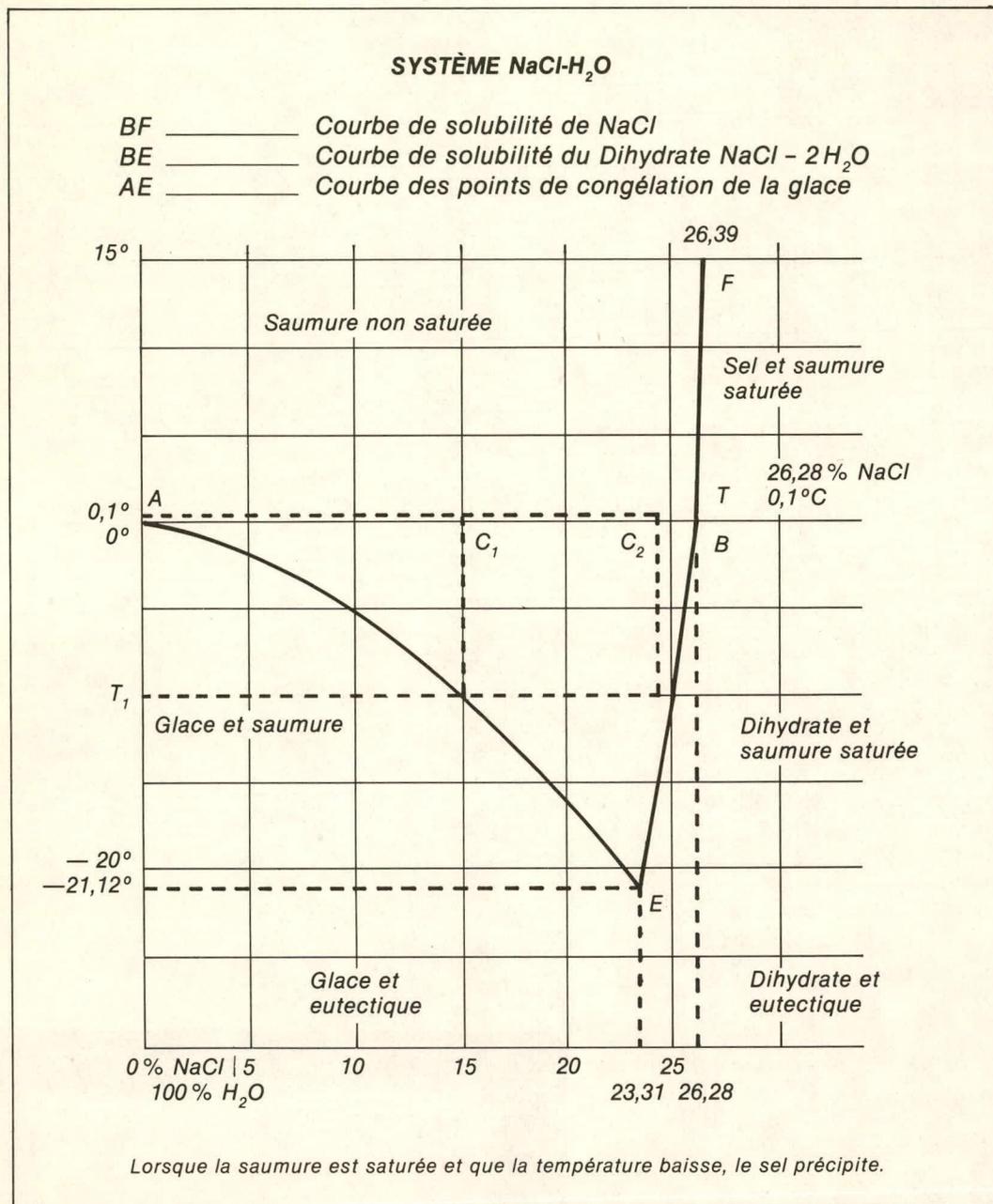
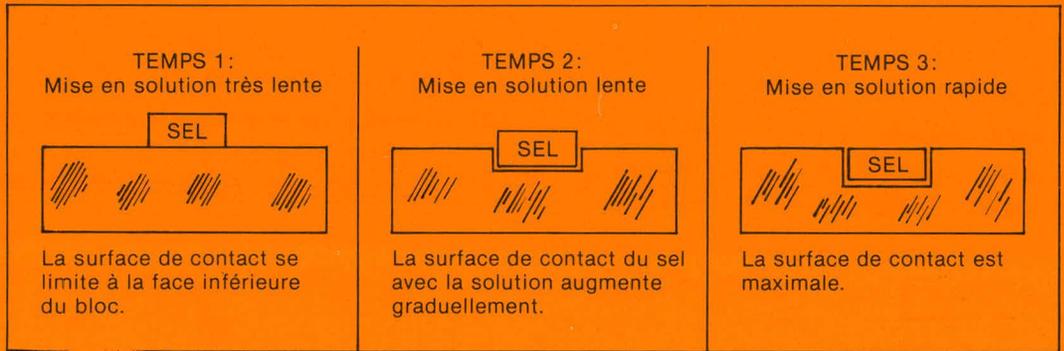


Figure 2



MINISTÈRE DES TRANSPORTS



QTR A 153 576