

Auteur

CSME

1978

Variation de température
lors de l'épandage de sel solide
sur les chaussées

1 - RAPPEL

Le sel solide est un fondant qui n'agit que sous forme de solution ionique, après dissolution dans l'eau pour former une saumure.

La dissolution du sel dans l'eau est endothermique (diminution de température), donc nécessite un apport de chaleur du milieu extérieur.

De même la fonte de la glace lors du passage eau solide-eau liquide.

L'eau nécessaire est prise sur la chaussée et dans l'air ; entre ces deux milieux, il y a échange de molécules d' H_2O , qui dépend de la tension de vapeur de la solution sur la chaussée et de l'humidité relative de l'air ambiant.

2 - ABAISSEMENT DE TEMPERATURE LORS DE LA DISSOLUTION DE SEL SOLIDE DANS L'EAU

Pour ce calcul, nous nous plaçons dans le cas le plus défavorable où la chaussée seule fournit la chaleur nécessaire à cette dissolution, autrement dit où l'air est un calorifuge parfait.



coefficient transmission = 1
chaleur
saumure-chaussée

coefficient transmission = 0
chaleur
air-saumure

Chaleur de dissolution $\Delta H \approx -7,8$ cal/g
(réf : Kaufmann Sodium Chloride p. 589)

Chaleur spécifique de C = 0,2 cal/g et °C
la chaussée

Densité chaussée : $d = 2$

Hauteur de chaussée : $h = 1$ cm
(réf : document DUMEZ MV/JB du 10/02/73)

Si ∞ est la quantité de sel au m² de chaussée,
la quantité de chaleur nécessaire à la dissolution
du sel est $Q = -7,8 \times \infty$ calories au m²

Cette chaleur à prendre dans la chaussée provoque
un abaissement de température $\Delta\theta$

$$Q = mc \Delta\theta$$

$$\Delta\theta = \frac{-7,8 \times \infty}{0,2 \times 2 \times 10\,000}$$

$$\Delta\theta = -\infty \times 0,00195 \text{ °C}$$

Application numérique :

$$\infty = 20 \text{ g/m}^2$$

$$\Delta\theta \neq 0,04 \text{ °C}$$

3 - ABAISSEMENT DE TEMPÉRATURE LORS DE LA FUSION DE LA GLACE

Là aussi plaçons nous dans le cas le plus défavorable :

- l'air est un calorifuge parfait
- la chaussée est recouverte de glace en quantité suffisante
- l'air a une humidité relative suffisante pour amorcer la dissolution du sel solide

Le sel va former progressivement une saumure saturée (23,3 % de NaCl) en dissolvant la quantité de glace nécessaire :

$$\frac{\alpha}{0,233} \text{ g d'H}_2\text{O/m}^2$$

La transformation de cette quantité de glace en eau-liquide demande une quantité de chaleur et conduit donc à un abaissement de température :

chaleur fusion de la glace : $\Delta H_f \approx -80 \text{ cal/g}$

$$-80 \times \frac{\alpha}{0,233} = 0,2 \times 2 \times 10\,000 \times \Delta\theta$$

$$\Delta\theta = -\alpha \times 0,086 \text{ }^\circ\text{C}$$

application numérique :

$$\alpha = 20 \text{ g/m}^2$$

$$\Delta\theta \neq -1,7 \text{ }^\circ\text{C}$$

4 - REMARQUES, CONCLUSIONS

- a) Par comparaison, un traitement au CaCl_2 en paillettes est moins préjudiciable à la chaussée puisque la dissolution est exothermique (57 cal/g de CaCl_2 lors du passage $\text{CaCl}_2 \rightarrow \text{CaCl}_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$) ce qui compense en partie l'abaissement de température lors de la fusion de la glace.

Application numérique

* 20 g/m² de CaCl_2 à 100 % en paillettes

$$\Delta\theta_1 \neq +0,28 \text{ }^\circ\text{C} \text{ (dissolution)}$$

$$\Delta\theta_2 \neq -1,70 \text{ }^\circ\text{C} \text{ (fusion glace)}$$

$$\Delta\theta \neq -1,4 \text{ }^\circ\text{C}$$

* 20 g/m² de NaCl pur et sec

$$\Delta\theta_1 \neq - 0,04 \text{ } ^\circ\text{C}$$

$$\Delta\theta_2 \neq - 1,7 \text{ } ^\circ\text{C}$$

$$\underline{\Delta\theta \neq - 1,7 \text{ } ^\circ\text{C}}$$

La différence est vraiment faible.

- b) Pour passer de la notion de variation de température à celle de choc thermique, il faut raisonner en fonction de la cinétique du phénomène qui est, semble-t-il, régie par la vitesse de dissolution du sel dans l'eau formée (transformation à priori plus lente que la fusion de la glace) mais aussi par le flux thermique (transfert des calories de la chaussée vers la saumure en formation).

Si la première cause est déjà d'un abord théorique délicat, (voir note FP/MD 89/78) la seconde apparaît difficile à cerner par le calcul (par exemple l'épaisseur de chaussée donnant ses calories par unité de temps ?)

Dans ce qui précède, on a fait l'hypothèse que l'air est un calorifuge parfait mais dans la pratique ce n'est certainement pas le cas, un milieu ne pouvant à la fois conserver ses calories et donner une partie de son humidité relative ; entre l'air et la chaussée, il faudrait comparer la température, les chaleurs spécifiques et les conductibilités thermiques.

D'autre part, il faudrait connaître la façon dont varie dans le temps la tension de vapeur d'une saumure qui tend vers la saturation pour trouver l'humidité relative d'équilibre.

CONCLUSION

- 1 - Les calculs précédents montrent, que dans les cas les plus défavorables, et avec les hypothèses adoptées sur certaines données (par exemple : hauteur chaussée, chaleur spécifique de l'enrobé ...) la variation de température qui suit un salage par NaCl solide, n'exède jamais quelques degrés centigrades et que le responsable en est surtout la fonte de la glace.

2 - Par la théorie, on ne peut avoir accès au "choc thermique".

Ce mot parait d'ailleurs un peu fort lorsqu'on sait qu'avec un sel fin le temps de dissolution pour obtenir une saumure saturée est d'au moins quelques minutes !.. à fortiori pour un sel gréné de Déneigement.

-°-

