



XIII^e
CONGRÈS
INTERNATIONAL
DE LA VIABILITÉ
HIVERNALE

QUÉBEC, DU 8 AU 11 FÉVRIER 2010



Québec 

LA VIABILITÉ HIVERNALE DURABLE AU SERVICE DES USAGERS

*Analyse d'une accidentologie particulière
observée sur chaussée sèche et salée*

S. Poissonnier / J. Livet / A. Bazile

SETRA-CETE de l'Est

stephanie.poissonnier@developpement-durable.gouv.fr

RESSOURCES, TERRITOIRES ET HABITATS
Énergie et climat
Prévention des risques
Développement durable
Infrastructures, transports et mer

Présent
pour
l'avenir



Sétra

Service d'études
sur les transports,
les routes et
leurs aménagements



Analyse d'une accidentologie particulière observée sur chaussée sèche et salée

Sommaire

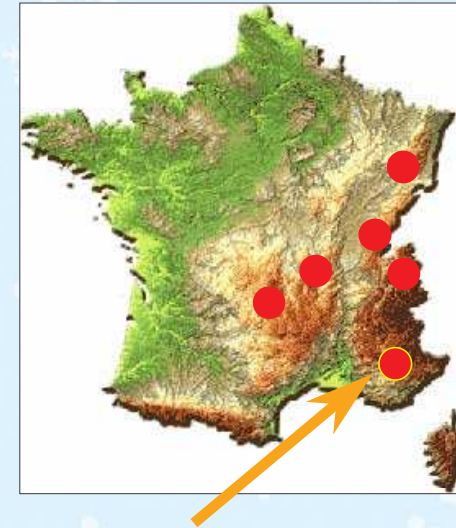
- 1- Le constat
- 2- Les investigations en laboratoire
- 3- Les investigations in-situ
- 4- Analyse du phénomène
- 5- Préconisation de mesures d'exploitation



Accident relevé le 19 décembre 2007 – Hautes Alpes Source: CG 04

Le constat

Accidentologie hivernale observée sur des chaussées ayant bénéficié de salages répétés, sensés, a priori, les protéger.



- ✓ Itinéraires sinueux
- ✓ Alternance zones sèches et zones humides (*exposition solaire différentielle*)
- ✓ $T_a \ll 0^\circ\text{C}$ pendant plusieurs heures consécutives
- ✓ Absence d'hydrométéores (*rayonnement nocturne très important*)
- ✓ Salages répétés de la chaussée
- ✓ Chaussée blanche de NaCl: « *talçage* », « *dômes cristallins* » au sommet des granulats
- ✓ Disparition par lavage de la chaussée ou par épandage de saumure de NaCl
- ✓ Vitesses pratiquées souvent excessives

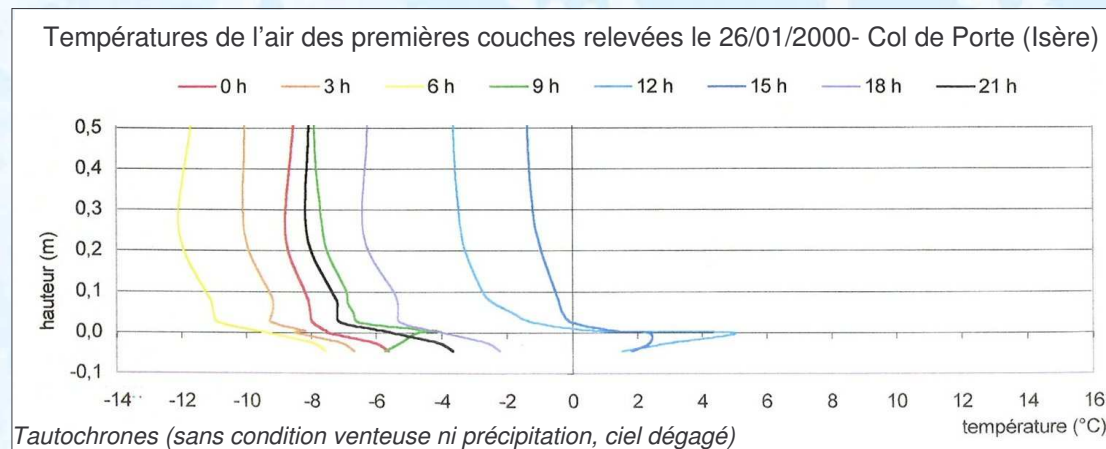
Les investigations en laboratoire

Test n°1- Variation d'adhérence induite par la présence de fondants routiers épanchés sous forme liquide de façon préventive:

- Relation étroite entre la viscosité et l'adhérence,
- L'adhérence diminue avec la concentration et avec l'abaissement de la température

Test n°2- Étude du gradient de température et d'humidité à la verticale d'une chaussée

- Par nuit et ciel dégagé, la pellicule d'air au contact du revêtement a un contenu en vapeur d'eau supérieur à celui observé à 1,50m: potentialité de formation de gelée blanche ou de dilution de saumure



Source: Étude du gradient thermique atmosphère/chaussée - Propriétés physiques de l'interface - V. Muzet, S. Bousseau, L. Peiffer- Déc.2000

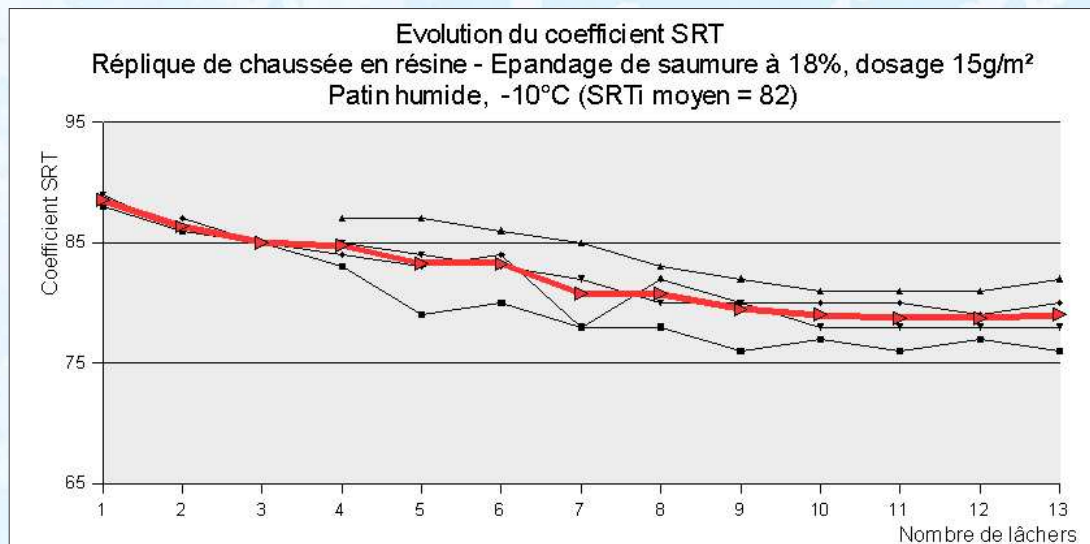
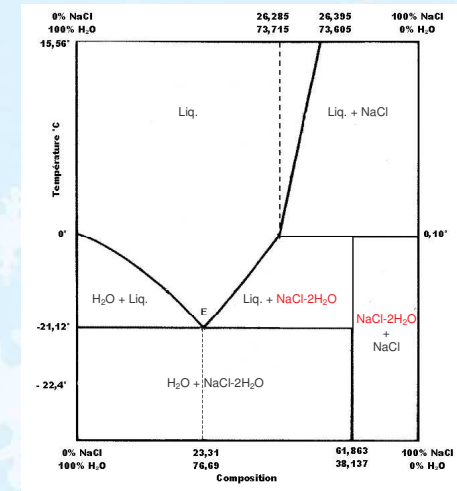
Les investigations en laboratoire (suite)

Test n°3 - Variation d'adhérence en présence d'hydrohalite ($\text{NaCl} + 2\text{H}_2\text{O}$)



Pendule SRT – Essai suivant NF EN 14-231

- Pas de confirmation d'apparition d'un gel d'hydrohalite
- Baisse importante du niveau d'adhérence en présence d'un fondant recristallisé (*gommage de la microtexture*) et en présence de saumure appliquée sur une surface sèche et fortement salée



Les investigations en laboratoire (suite)

Test n°4 - Variation d'adhérence en présence de fines particules



Pendule SRT – Essai suivant NF EN 14-231



Dispositif de mesure sur réplique de chaussée, fines de NaCl Dosage 2

- Baisse importante du niveau d'adhérence sur les surfaces contaminées

Contaminant	Variation coef. SRT (écart absolu)	Variation coef. SRT (écart relatif %)
NaCl Dosage 1	25	29
NaCl Dosage 2	20	24
Talc Dosage 1	34	40
Talc Dosage 2	34	40

Dosage 1: saupoudrage faible n'entraînant pas la recouvrement total de la macrotexture

Dosage 2: dosage important entraînant la disparition de l'ensemble des sommets des granules

Conclusions des investigations en laboratoire

L'ensemble des conditions locales sont réunies pour réduire de manière significative le niveau d'adhérence



Traitement de la chaussée de façon répétée

[Test n°1]



$T_a \ll 0^\circ\text{C}$, $U < 75\%$ pendant plusieurs heures consécutives

✓ Concentration de la saumure et recristallisation du NaCl

[Test n°1]

✓ Présence de fines de NaCl

[Test n°4]



Alternance zones sèches et zones humides

✓ Création d'un film de saumure sur le revêtement

[Test n°3]



Absence d'hydrométéores, ciel nocturne dégagé

[Test n°2]

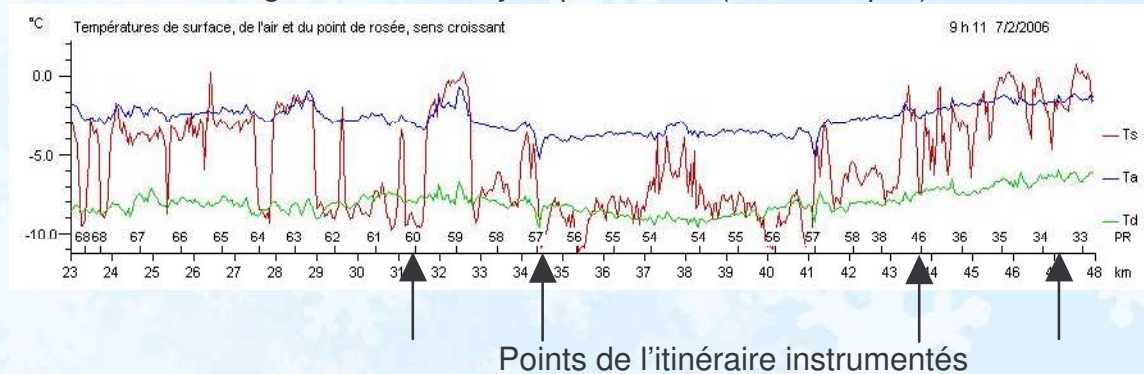
✓ $T_s \ll 0^\circ\text{C}$, et certainement $T_s < T_d$

[Test n°3]

Les investigations in situ

✓ Instrumentation de l'itinéraire (Ta, U)

Signature thermohydrigue RD900 (Hautes Alpes):



✓ Instrumentation du véhicule de patrouillage (Ts, Ta)

- Radiomètre embarqué
- Sonde de température embarquée



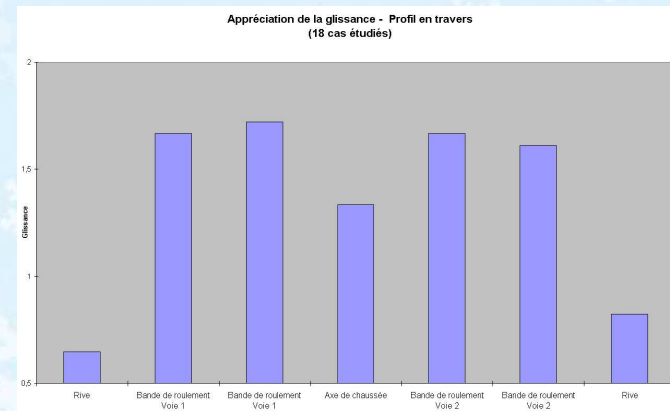
✓ Suivi des prévisions et conditions météo-routières, suivi des interventions

- Archivage des prévisions météorologiques (Atmogrammes)
- Suivi des interventions
- Salinité résiduelle (SOBO20)
- Appréciation de la glissance sur une échelle de 1 à 3
- État de surface de la chaussée, traitement

Les investigations in situ – Les résultats

✓ Influence du trafic

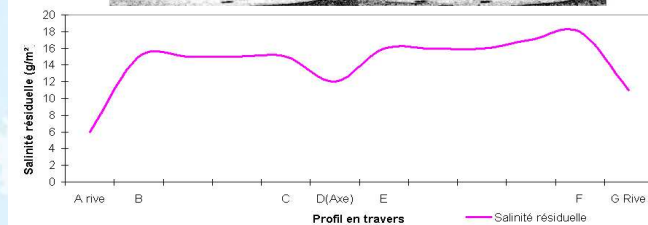
- Diminution de l'adhérence avec l'augmentation du trafic
- Glissance dans les bandes de roulement



✓ Influence de la salinité résiduelle

- Chaussée sur-traitée
- Salinité résiduelle plus élevée dans les bandes de roulement (transport de fondants routiers?)

Evolution de la salinité résiduelle sur le profil en travers PR56+970
10 janvier 2009

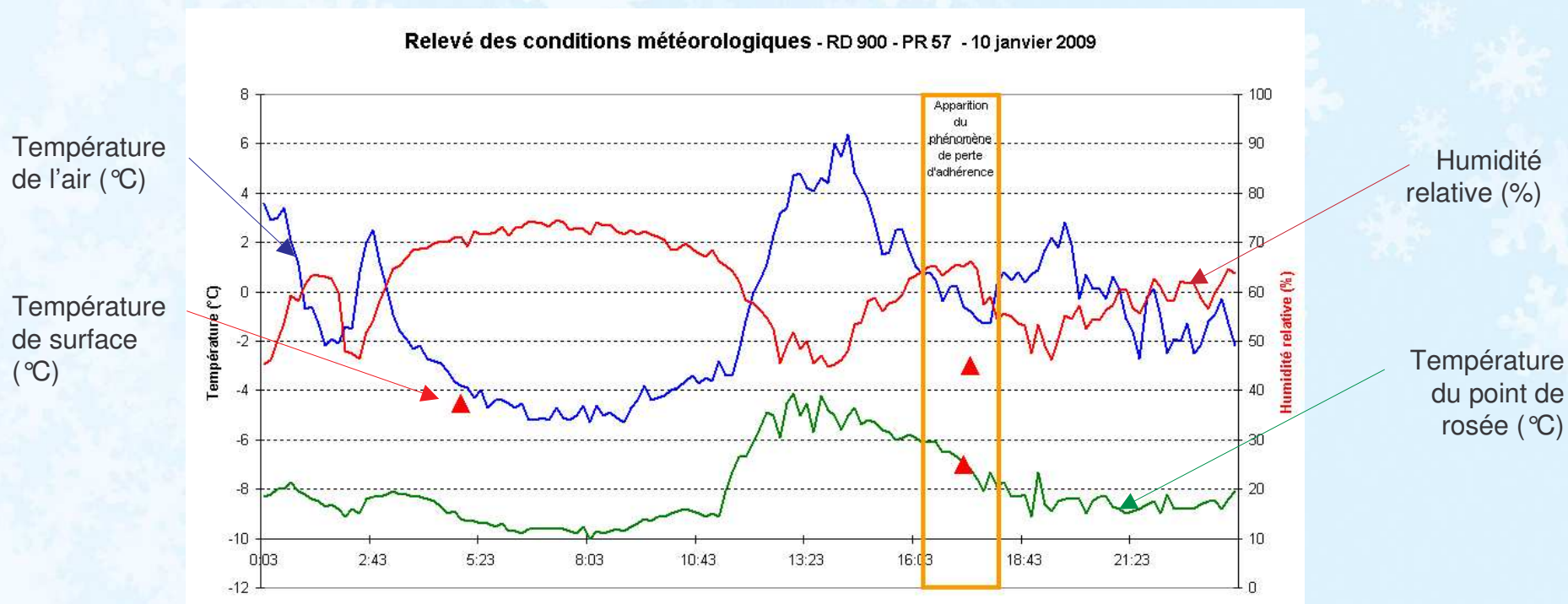


✓ Influence du profil en plan de la chaussée

- 80% des phénomènes de glissance dans les virages (usure de la texture ? vitesse excessive ?)

Les investigations in situ – Les résultats

✓ Conditions météorologiques dans une situation type



→ Humidité relative inférieure à 75%

- ✓ Concentration de la saumure
- ✓ Recristallisation du chlorure de sodium

→ Températures de surface voisines de la température du point de rosée

- ✓ Dépôt éventuel d'humidité sur la chaussée

→ Température de surface très faibles

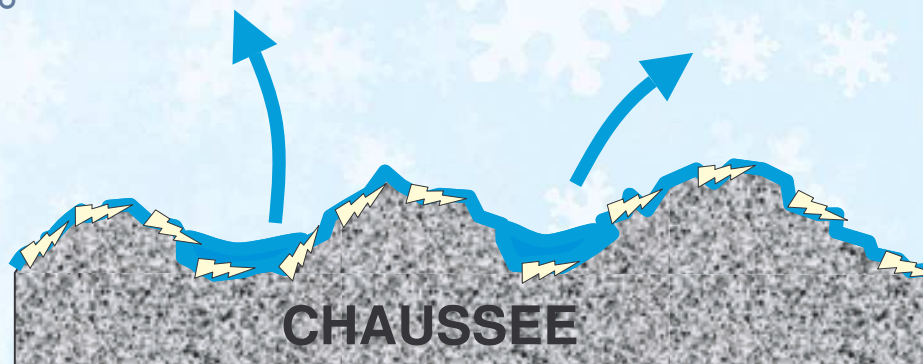
- ✓ présence d'hydrohalite ($\text{NaCl} + 2\text{H}_2\text{O}$) + saumure saturée?

Analyse du phénomène

1- Chaussée fortement traitée

$U < 75\%$

Recristallisation du NaCl (+2H₂O?)



⚡ NaCl recristallisé
— Saumure saturée

Analyse du phénomène

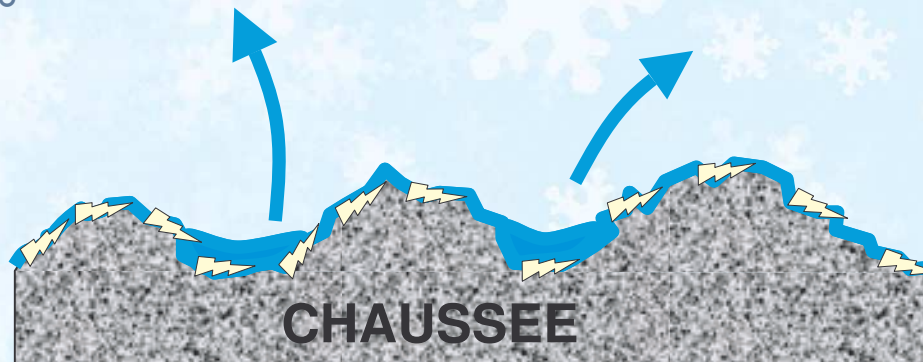
1- Chaussée fortement traitée

2- Conditions météorologiques $U < 75\%$

=> recristallisation du NaCl (fines, NaCl anhydre ou hydrohalite- $\text{NaCl} + 2\text{H}_2\text{O}$?)

$U < 75\%$

Recristallisation du NaCl ($+2\text{H}_2\text{O}$?)



⚡ NaCl recristallisé
— Saumure saturée

Analyse du phénomène

1- Chaussée fortement traitée

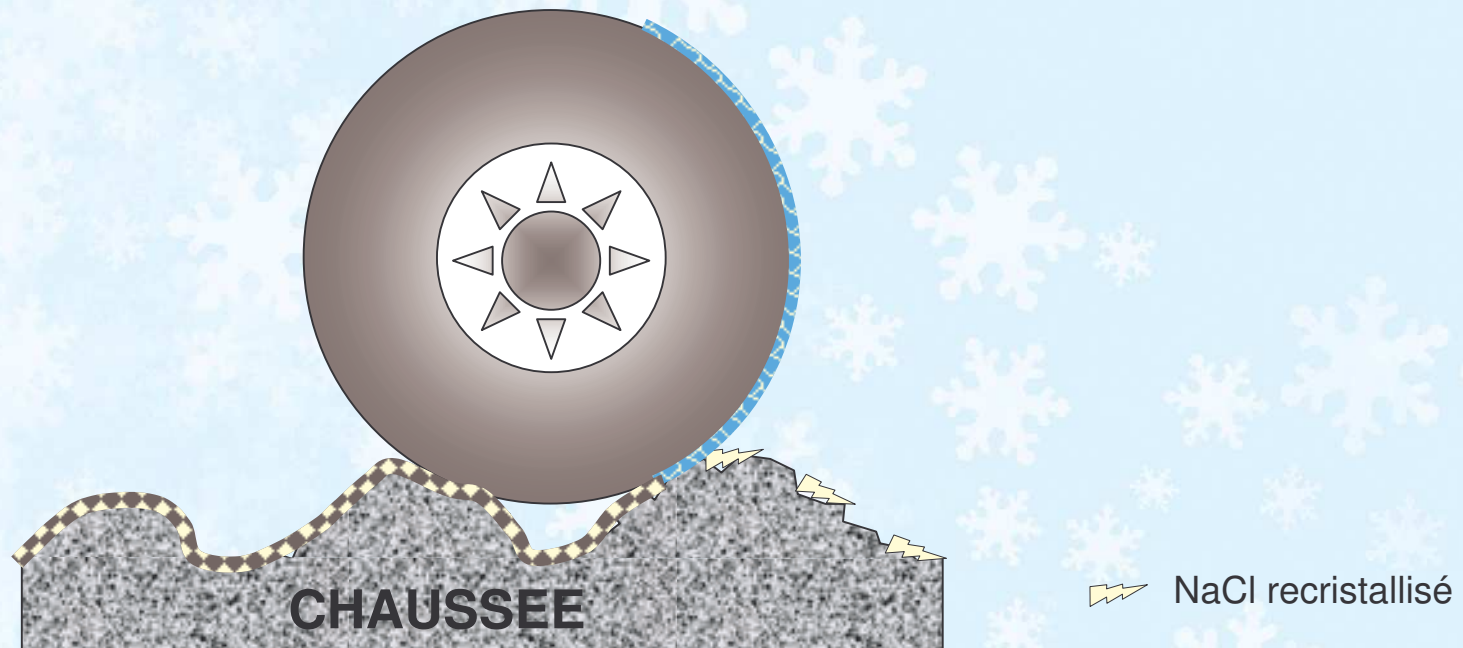
2- Conditions météorologiques $U < 75\%$

=> recristallisation du NaCl (fines, NaCl anhydre ou hydrohalite?)

3- Sous l'effet du trafic,

=> Augmentation de la salinité résiduelle par transport de fondants routiers des zones humides vers les zones sèches

=> Comblement de la microtexture par les fines de sel, éventuellement les insolubles



Analyse du phénomène

1- Chaussée fortement traitée

2- Conditions météorologiques $U < 75\%$

=> recristallisation du NaCl (fines, NaCl anhydre ou hydrohalite?)

3- Sous l'effet du trafic,

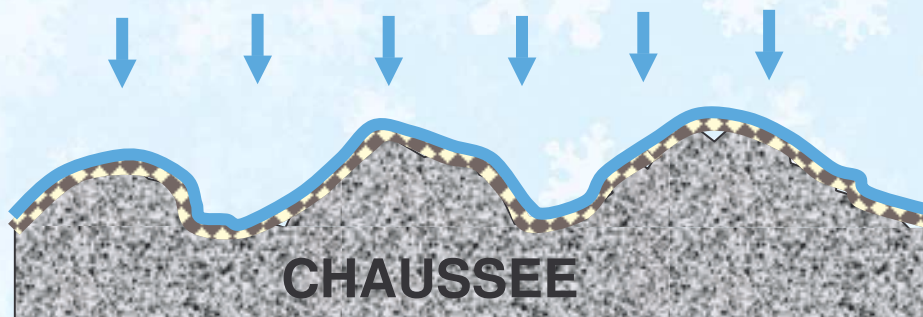
=> Augmentation de la salinité résiduelle par transport de fondants routiers des zones humides vers les zones sèches

=> Comblement de la microtexture par les fines de sel, éventuellement les insolubles

4- Réhumidification de la chaussée

par transport par les pneumatiques de saumure saturée des zones humides

et/ou par faible dépôt d'humidité par condensation solide ($T_s < T_d$ et $T_a \ll 0^\circ\text{C}$)



Analyse du phénomène

1- Chaussée fortement traitée

2- Conditions météorologiques $U < 75\%$

=> recristallisation du NaCl (fines, NaCl anhydre ou hydrohalite?)

3- Sous l'effet du trafic,

=> Augmentation de la salinité résiduelle par transport de fondants routiers des zones humides vers les zones sèches

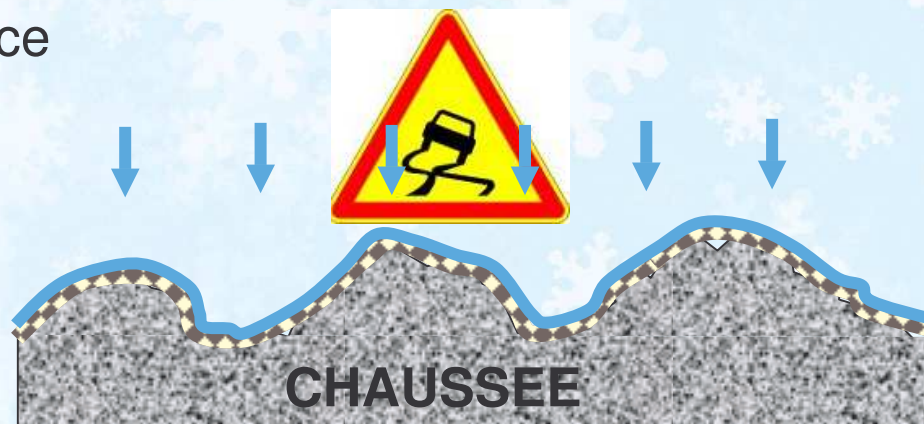
=> Comblement de la microtexture par les fines de sel, éventuellement les insolubles

4- Réhumidification de la chaussée

par transport par les pneumatiques de saumure saturée des zones humides

et/ou par faible dépôt d'humidité par condensation solide ($T_s < T_d$ et $T_a \ll 0^\circ\text{C}$)

5- Lubrification de la surface de la chaussée, réduction notable du niveau d'adhérence



Préconisation de mesures d'exploitation

- Définir lieux et périodes d'apparition préférentielle du phénomène
- Mise en place d'une signalisation adéquate
- Amélioration locale de la gestion des eaux de ruissellement
- Mise en place de dispositifs d'anticipation des phénomènes météo-routiers
- Formation des personnels

Merci de votre attention



France - Hautes-Alpes – RD900 et RD900b

Itinéraire étudié