



L'impact des fondants routiers sur l'environnement



Les leviers d'action possibles

Stéphanie Poissonnier

CEREMA DTerEst
Laboratoire de Nancy
Groupe Viabilité Hivernale

Chargée d'études Viabilité Hivernale



I- LA VIABILITÉ HIVERNALE: UNE ACTIVITÉ QUI IMPACTE L'ENVIRONNEMENT

II- LES IMPACTS DU NaCl SUR L'ENVIRONNEMENT

III- LES LEVIERS POUR RÉDUIRE CES IMPACTS

IV- ZOOM SUR LES ÉCO-QUARTIERS

I- Une activité qui impacte l'environnement

Le service hivernal impacte l'environnement de plusieurs façons

- Les émissions de CO₂ liées à la construction des matériels et l'élaboration des matériaux nécessaires pour ce service
 - les engins de VH
 - les bâtiments et abris spécifiques
 - les fondants routiers et/ou les abrasifs



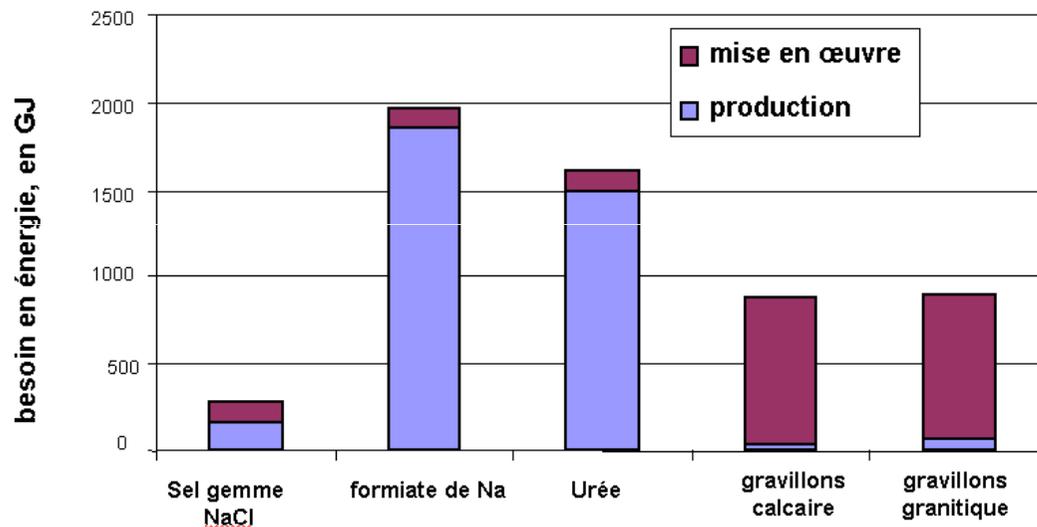
I- Une activité qui impacte l'environnement

Le service hivernal impacte l'environnement de plusieurs façons

- Les émissions de CO₂ liées aux moyens de transport et au fonctionnement des engins du service hivernal
 - transport des fondants routiers
 - raclage et évacuation de la neige
 - mise en œuvre des fondants routiers



Besoins en ressources énergétiques pour la production et la mise en œuvre de différents produits utilisés en Viabilité Hivernale*



*Eco-bilan réalisé en 2002 à la demande du Ministère allemand de l'environnement

I- Une activité qui impacte l'environnement

Le service hivernal impacte l'environnement de plusieurs façons

- Les impacts des produits épandus

- **Les fondants routiers**

- NaCl : Le plus utilisé en France (> 99%)
Bon rapport qualité prix
Peu dangereux pour l'homme
Forme: grain
Produit traité par un antimottant

- Chlorure de calcium ($\text{CaCl}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$), de magnésium ($\text{MgCl}_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$)
- Acétate de sodium (CH_3COONa), de potassium (CH_3COOK)
- Formiate de sodium (HCOONa), de potassium (HCOOK)
- Glycérol
- ...

- **Les abrasifs** : Sables, minerais locaux (pouzzolane, déchets de carrière...), maërl, scories, gravillons, mâchefers,



II- Les impacts du NaCl

Cycle de vie des fondants routiers (Chlorure de sodium)



Le stockage
Pertes entre 5 et 8% pour les stocks non-couverts
~ 40 000 à 70 000 t/an

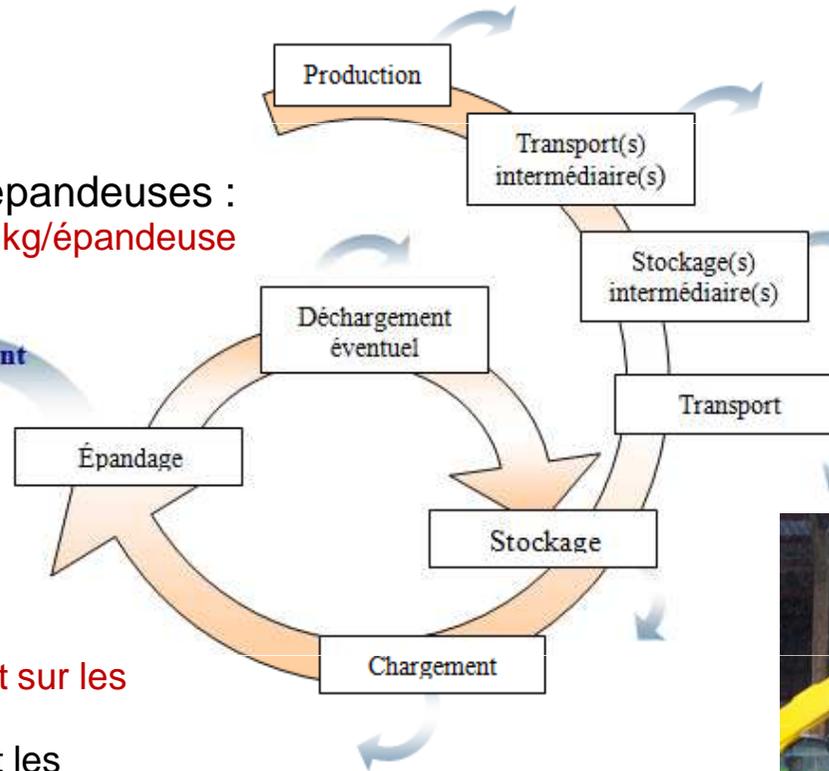
Le lavage des épandeuces :
Pertes entre 25 et 100 kg/épandeuces



Environnement

L'épandage

- ✓ 5 à 20% du sel est directement sur les accotements
 - ✓ 95% du sel épandu atteint les accotements par ruissellement ou par projection
- Pertes entre 100 000 et 200 000 t/an

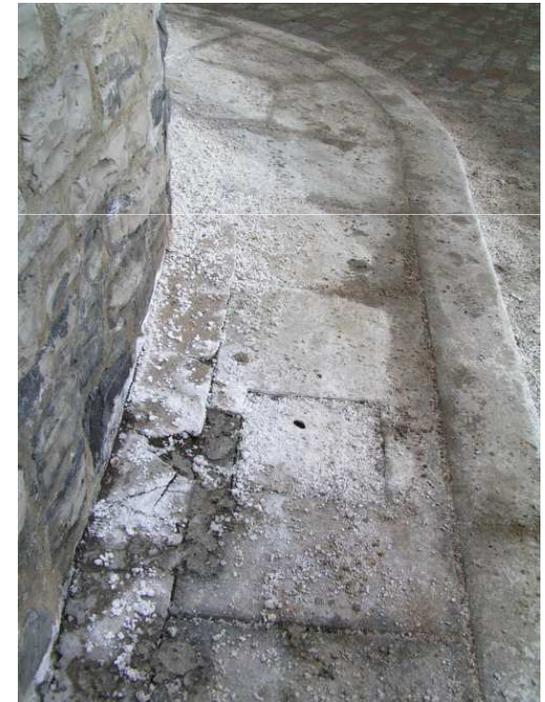
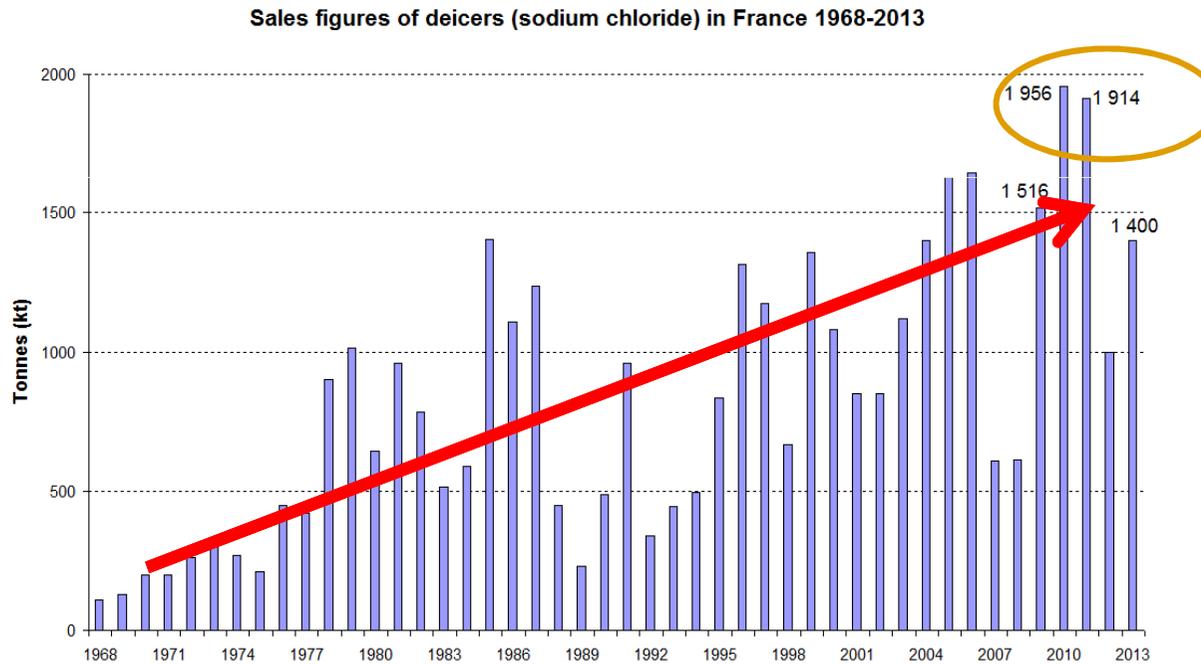


Le chargement

Pertes entre 50 à 100 kg/épandeuces

II- Les impacts du NaCl

Quelles quantités épandues dans l'environnement?



⇒ Jusqu'à 2 millions de tonnes de NaCl épandus dans l'environnement par an, sans compter les particuliers !

II- Les impacts du NaCl

Impact sur les sols

- Modification des caractéristiques physico-chimiques :
- Modification de la structure du sol :
- Remobilisation des métaux lourds



Impacts sur la flore terrestre

- Déshydratation
- Réduction générale de la croissance
- Apparition de nécroses apicales (feuillus)
- Défoliation (feuillus) ou perte des aiguilles (conifères)

Impacts sur les vertébrés terrestres

- Tolérance au sel élevée
- Augmentation du nombre de collisions entre la faune et les véhicules



II- Les impacts du NaCl

Impact sur les eaux souterraines

- Augmentation de la teneur en chlorures
- Augmentation de la dureté de l'eau (Ca^{2+} et Mg^{2+})
- Augmentation de la biodisponibilité des métaux lourds



Impact sur les eaux de surface

- Augmentation du pH
- Libération des métaux lourds
- Augmentation de la teneur en chlorures
- Stratification des lacs → désorganisation générale de l'écosystème du lac



II- Les impacts du NaCl

Impact sur l'infrastructure

Impacts avérés sur

- Véhicules (Quantités chlorures, humidité, températures, emplacement des pièces métalliques, type de métal....)
- Ouvrages d'art (pénétration dans les fissures des tabliers, accélération de la dégradation des armatures)
- Equipements en bordures de route (panneaux de signalisation, garde-corps...fonction de la qualité du matériaux)
- Equipements souterrains (canalisations, câbles...)
- Mobilier urbain (métal, bois, métaux, béton...)



Pas d'impacts connus du NaCl sur les revêtements bitumineux



Dégradation des chaussées essentiellement liée aux chocs thermiques

- Phases de gel / dégel
- Chocs thermiques en traitement curatif

LES LEVIERS POUR RÉDUIRE CES IMPACTS:

NOMBREUX, VARIÉS ET L'AFFAIRE DE TOUS !

III- Les leviers pour réduire ces impacts

Agir au sein de l'organisation de la viabilité hivernale

- **Ne pas traiter partout tout le temps !**
DOVH - Niveaux de service et règles de priorité
- Prendre en compte la **sensibilité des milieux traversés**
- **Minimiser les kilomètres parcourus**
 - Optimiser les circuits
 - Optimiser les emplacements des centres de stockage



Transport du fondant jusqu'à 2 km par les pneumatiques



III- Les leviers pour réduire ces impacts

Agir sur les sites de stockage

➤ Agir sur les stocks de fondants routiers

- Mise à l'abri systématique
- Etanchéité de la plate forme
- Collecte des eaux saumâtres



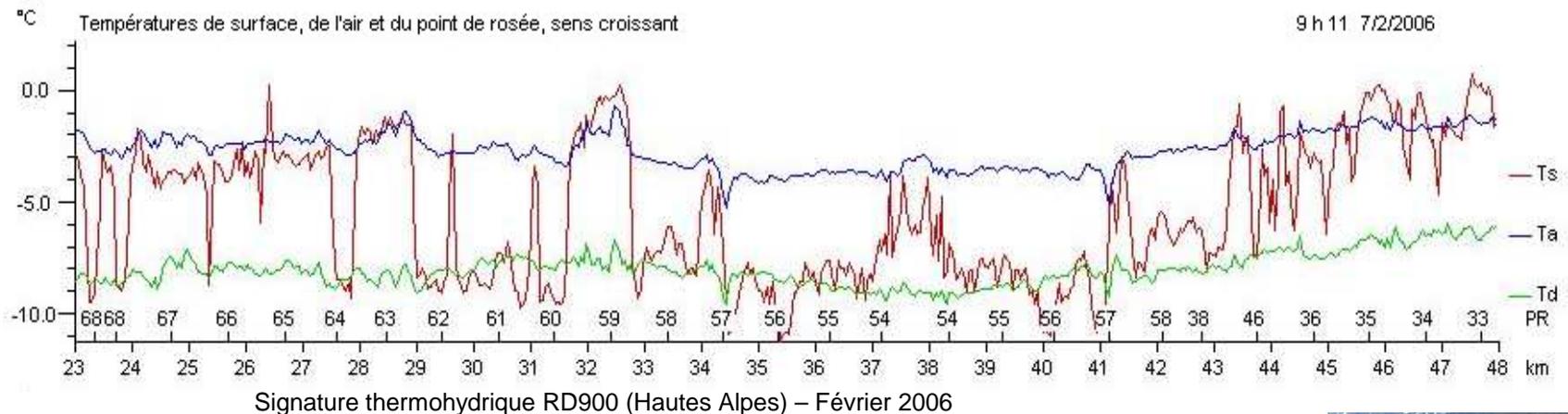
➤ Agir sur les pratiques

- Chargement des épanduses:
 - ✓ Guidage au chargement (quai,...)
 - ✓ Ne pas surcharger les épanduses (dôme)
- Dépotage sur site de stockage
- Nettoyage de la plate-forme

III- Les leviers pour réduire ces impacts

Mieux connaître le phénomène pour mieux le traiter

- ✓ Des phénomènes généralisés à localisés !
- ✓ Des phénomènes de durée et d'intensité variable !



➤ Les technologies et outils d'aide aux décisions

- Prévisions météorologiques
- Stations météorologiques,
- Appareils de mesures portables,
- Systèmes prédictifs, etc.



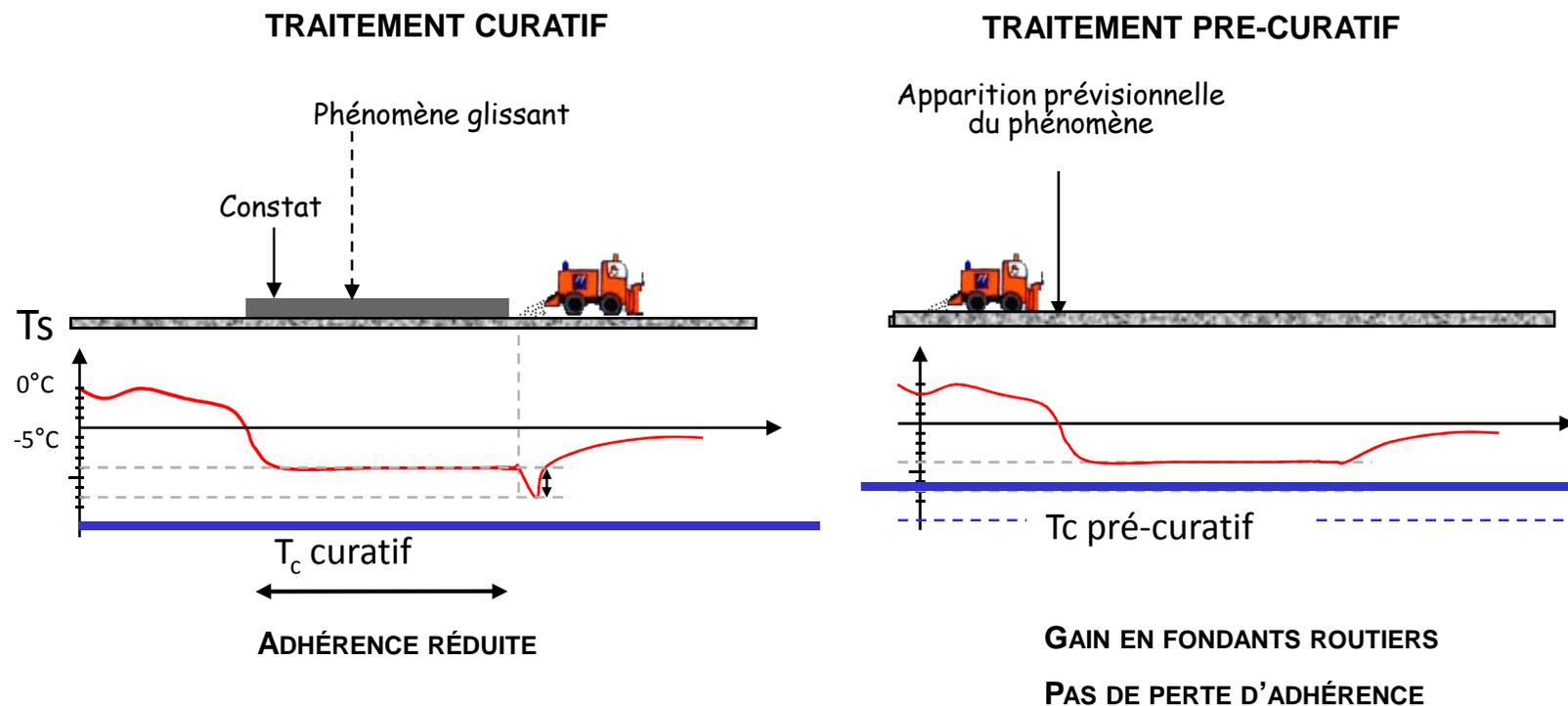
Source: Boschung

III- Les leviers pour réduire ces impacts

Choisir une stratégie d'intervention adaptée

Préférer les stratégies d'intervention pré-curatives pour certains phénomènes météoroutiers

Exemple: traitement d'un verglas issu de congélation d'eau préexistante



III- Les leviers pour réduire ces impacts

Choisir un traitement adapté

- Optimiser les dosages au phénomène météoroutier rencontré
- Raclage systématique de la neige avant épandage
 - Les outils de raclage
 - Lame adaptée aux profils / largeur de chaussées (panneaux escamotables, lame coulissante..)
 - Lame d'usure en bon état adaptée aux phénomènes météoroutiers



| Verglas | Neige humide compactée (600 kg/m ³) | Dosage ≈ pour protéger Ts=-3°C |
|---------|--|-----------------------------------|
| 0.05 mm | 0,01 mm | 2,5 g/m ² |
| 0.5 mm | 1 mm | 25 g/m ² |
| 3 mm | 0,5 cm | 160 g/m ² |
| 6 mm | 1 cm | 300 g/m ² |

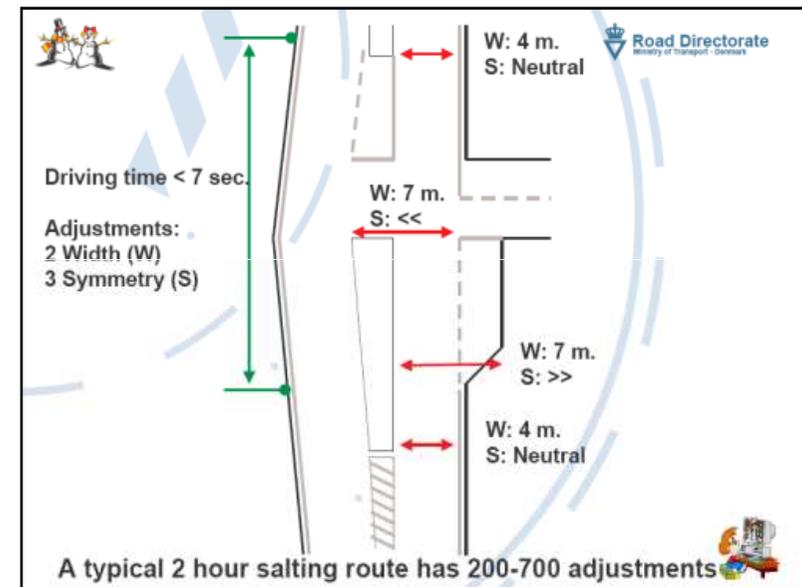
III- Les leviers pour réduire ces impacts

Eviter les surdosages

- ✓ Surdosage lié à des matériels non performants
- ✓ Surdosage lié à une mauvaise utilisation des matériels

➤ Des matériels d'épandage performants

- Asservissement de l'épandage à la vitesse,
- Etalonnage régulier des épandeuces
Avant chaque période hivernale et à chaque changement d'origine de fondants routiers
- Optimisation des largeurs d'épandage



III- Les leviers pour réduire ces impacts

Agir sur les matériaux

1. Acquérir des matériaux de qualité

- Faire systématiquement référence au corpus normatif
 - NF P 98-180 (spécifications du NaCl)
 - XP P 98-181 (spécifications et performances tous fondants routiers)
- Faire référence à des critères durables dans les appels d'offre (bilan carbone, transport...)

FA123108 ISSN 0335-3931
norme française **NF P 98-180**
Juillet 2003
Indice de classement : P 98-180
ICS : 93.080.20

Service hivernal
**Chlorure de sodium solide
utilisé comme fondant routier**

Spécifications



Norme française

- Sulfates solubles
- ...

FA173167 ISSN 0335-3931
**normalisation
française** **XP P 98-181**
Mars 2011
Indice de classement : P 98-181
ICS : 93.080.20

Matériels et produits d'entretien routier

**Fondants, solides ou
hivernal des routes**

Critères de performance

E : Highways winter maintenance p...
Solid or liquid de-icers for maint...
Performance criteria
D : Straßenwartungsgeräte und -e...
für den Winterdienst der Stra...
Leistungskriterien



Norme expérimentale

- Caractère corrosif des produits
- Métaux lourds et hydrocarbures
- ...

Guide méthodologique

L'achat des fondants routiers



Transport routier

de 99,5 à 105 g /t.km



Transport ferroviaire

de 1,47 à 23,4 g /t.km



Transport fluvial

de 39,5 à 50,3 g /t.km



Transport maritime

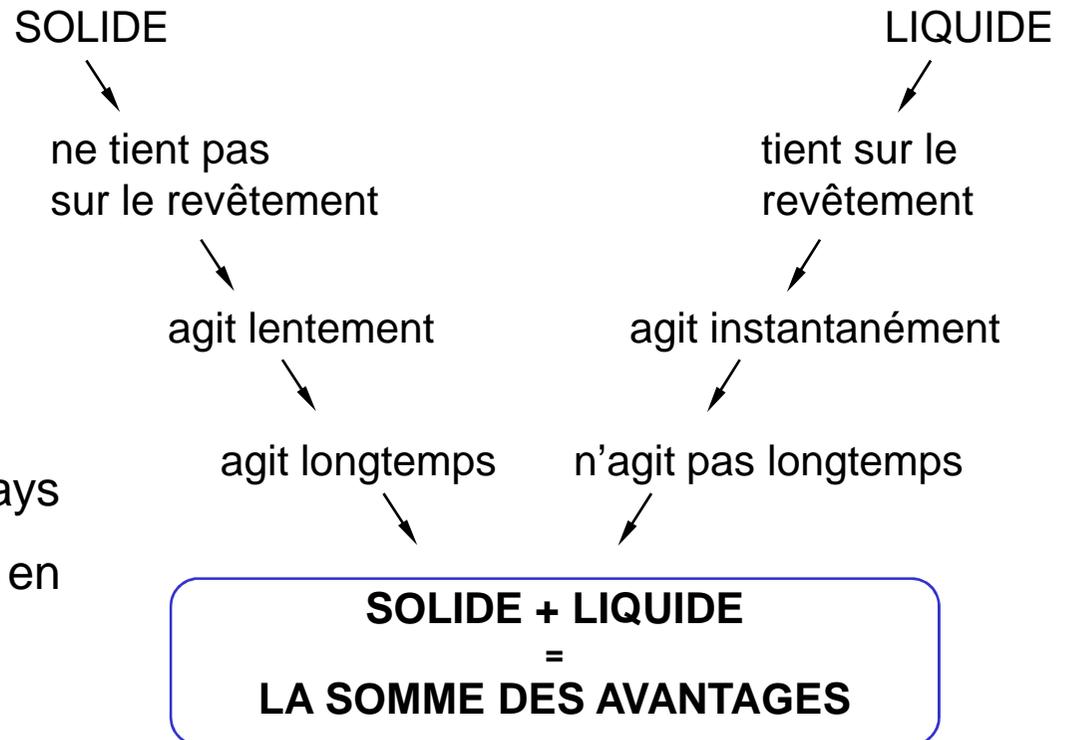
de 11,0 à 18,3 g /t.km

ET DE
UIDE

III- Les leviers pour réduire ces impacts

2. Adopter la technique dite de la « bouillie de sel »

(mélange de NaCl solide et de saumure)



- Technique éprouvée dans de nombreux pays
- Gain estimé à **30 % des consommations** en NaCl
- Nécessite des investissements (centrale à saumure, matériel d'épandage adapté)
- Technique à intégrer dans une démarche d'anticipation

III- Les leviers pour réduire ces impacts

Changer de produit ?

- Recherche d'un produit à minima aussi efficace que le NaCl
- Compatible avec les matériels du gestionnaire (stockabilité, épandage)
- Avec des consignes de dosage acceptables (dimensionnement des circuits)
- Sans risque pour les utilisateurs (FDS à minima)
- Avec une durée de vie relativement longue (au cas où il n'y ai pas d'hiver)
- Disponible en quantité et rapidement (au cas où il y ai un hiver rigoureux)
- Peu onéreux
- Faible impact sur l'environnement (de l'élaboration à l'élimination)
- Faible impact sur les véhicules et l'environnement routier (caractère corrosif, pH, conductivité..)
- N'impactant pas trop les pratiques
-



III- Les leviers pour réduire ces impacts

Quelle démarche pour un nouveau produit ?

- Vérifier que le produit est bien destiné à être un « fondant routier »
<http://echa.europa.eu>
- EXIGER la FDS du produit (ISO 11014:2009 - Fiches de Données de Sécurité)
 - Composition, identification des dangers, rejets accidentels, manipulation et stockage, EPI, stabilité, informatiques toxicologique et écologiques, élimination, transport, ...
- Demander les spécifications du produit vis à vis de la **XP P 98-181**
 - Pouvoir fondant, corrosivité, spécifications diverses...
- Demander
 - Les consignes de dosages préconisées pour un phénomène météoroutier déterminé
 - Les modalités d'épandage (adaptation au parc matériel)
 - Coût (à mettre en lien avec les dosages...)
 - ...



III- Les leviers pour réduire ces impacts

Et ne plus saler ?

- Ne pas saler ≠ ne pas racler !
- C'est baisser les niveaux de service: est-ce acceptable ? Est-ce légal ?

Le déneigement :

Pouvoirs généraux de police
Garantir « la sûreté et la commodité du passage dans les rues, quais, places et les voies publiques, ce qui comprend le nettoyage... »



Le salage ou de sablage :

Police de conservation du domaine public
Garantir un « entretien normal » de la voie et une utilisation conforme à sa destination.
DEN

Alors dans quelles circonstances pas de sel ?

Voiries à faible niveau de service : routes blanches

Zones sensibles environnementalement

Toujours associer à de l'information au grand public

III- Les leviers pour réduire ces impacts

Agir en amont: conception / gestion des aménagements

➤ Nouveaux aménagements

- Eviter les alignements parallèles aux cours d'eau ou plusieurs croisements sur un même cour d'eau (nouveaux tracés)
- Minimiser la sensibilité au verglas (Collecte au maximum l'ensemble des eaux pluviales, revêtements différents, marquage horizontal, drainage du mobilier urbain, etc. , ...)
- Bon drainage des canalisations et tuyaux enterrés
- Diminuer la création d'ombres portées
- Eviter les plantations « sous le vent » hivernal dominant
- Utiliser des matériaux adaptés (classe d'exposition)



| Essence | Sensibilité |
|------------------------|---------------|
| Hêtre | Très sensible |
| Peuplier blanc 'Raket' | Très sensible |
| Erable | Sensible |
| Noisetier de Byzance | Sensible |
| Pin | Peu sensible |
| Frêne | Peu sensible |
| Cerisier à grappes | Peu sensible |
| Orme | Tolérant |
| Ailante | Tolérant |
| Chêne vert | Tolérant |
| Févier | Tolérant |
| Peuplier blanc type | Tolérant |

Source : Impact du sel sur les arbres - Yaël Haddad – CAUE 77 - 25ème rencontre se Seine et Marne « L'arbre en conditions hivernales » – Février 2012

III- Les leviers pour réduire ces impacts

➤ Permettre un raclage au plus prêt de la chaussée

- Intégrer des caractéristiques du parc matériel dans la conception des aménagements (largeur des outils de raclage)
- Recourir éventuellement aux dispositifs amovibles : risque de dégradation et de surdosage (bandes rugueuses, coussins berlinois, végétation, etc.)
- Favoriser l'alignement du mobilier urbain



➤ Minimiser la vulnérabilité des infrastructures : Entretien régulièrement et fréquemment

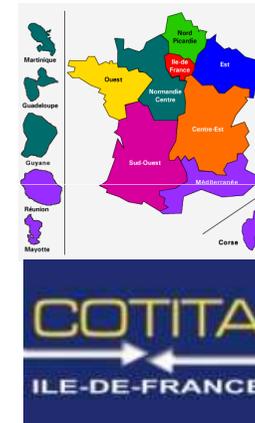
- Entretien des revêtements avec un bon uni (minimiser les infiltrations et les hauteurs résiduelles de neige)
- Entretien de la signalisation, le mobilier urbain (lavage, traitement des « éclats de peinture », ...)
- Etc.



III- Les leviers pour réduire ces impacts

Formation / information de tous les acteurs de la viabilité hivernale

- Assister et sensibiliser les maîtres d'ouvrage



- Former les agents des services techniques

- Mode de fonctionnement des fondants routiers,
- Consignes de traitement, y compris sur trottoirs,



III- Les leviers pour réduire ces impacts

Formation / information de tous les acteurs de la viabilité hivernale

- Sensibiliser les riverains sur les impacts des fondants routiers
 - Un constat: des dosages souvent voisins de 200 à 250 g/m²
 - Que prévoit l'arrêté municipal?
 - Ne pas saler les trottoirs et les places arborées?
 - Evacuer la neige sur 1m de large ?
 - Toujours racler avant de traiter ?
 - ...



Des possibilités d'amélioration qui passe par une large information (démocratie participative), la communication et la prise d'arrêté municipaux « pédagogique ».

III- Les leviers pour réduire ces impacts

Formation / information de tous les acteurs de la viabilité hivernale

Art. 5 - Il est formellement interdit de faire fondre la neige ou le verglas à l'aide de sel, sur les trottoirs garnis d'arbres.

Ville de Paris -1937

Article unique. - Le 4^e alinéa de l'article 3 de l'arrêté du 3 juillet 1946 concernant la salubrité des voies publiques est complété comme suit : «L'épandage de sel est interdit sur les trottoirs, terre-pleins et places plantés d'arbres, ainsi que sur les trottoirs de rues dont la chaussée est bordée d'arbres».

Fait à Strasbourg, le 13 janvier 1967.

Strasbourg -1967

Reichstett -2010

Le Maire,
P. PFLIMLIN

Article 4 : En cas de verglas ou de sol demeurant glissant après son déneigement, et pour prévenir tout accident, les propriétaires ou locataires principaux sont tenus de répandre du sel ou du sable sur le trottoir longeant la voie publique devant la propriété ou sur la voie si celle-ci est dépourvue de trottoir.

Toutefois l'épandage de sel est interdit sur les terre-pleins, places et trottoirs plantés d'arbres ainsi que les trottoirs de rues dont la chaussée est bordée d'arbres.

IV- ZOOM SUR LES ÉCO-QUARTIERS

- Quartier urbain
- Réduire l'empreinte écologique
- Objectifs de maîtrise des ressources nécessaires à la population et aux activités économiques
- Meilleure gestion des déplacements
- Favoriser la biodiversité
- Impliquer les habitants
-

Meilleure gestion des déplacements

- Définir des (hauts) niveaux de service sur voiries de transports en commun, pistes cyclables, trottoirs... / faibles niveaux de service pour les VL
- Favoriser et inciter aux modes doux: architecture brise-vent, abris bus brise-vent, abris végétaux, marquises et auvents, ...
- Optimiser la disposition du mobilier urbain (lampadaire sur les bancs, les poubelles...) -> raclage facilité
- Gestion des cordons de neige / zone stocks de neige
- Gestion des déplacements des espaces publics/privés (continuité des cheminements – ex: cœur d'îlots – conventions?)



Conception globale:

- Création de microclimats (en particulier protection au vent) ⇒ risque hivernal + faible
- Utilisation de matériaux à bonne adhérence
- Emissivité des revêtements (jour/nuit)



Favoriser la biodiversité:

- Utilisation de plantes halophiles dans les zones traitées



Maîtriser les ressources

- Chaussée à température positive
Exple: utilisation de l'énergie produite par une usine pour chauffer les voiries
- Connaissance de la salinité résiduelle
-

Sensibiliser et impliquer les riverains

- Usage rationnel du sel,
- Mettre à dispo des outils de raclage,
- S'équiper en hiver (cyclistes, piétons, ...)



Le vélo en hiver

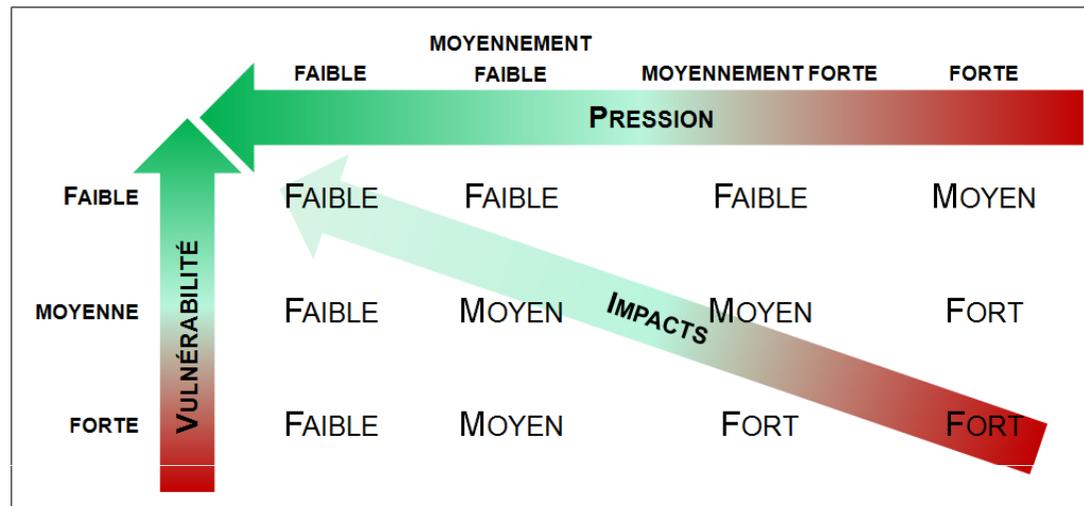
- Multiplier les couches
- Protéger vous de l'humidité
- Choisissez de bons gants
- Protéger la selle des intempéries (parking)
- Placer des manchons sur le guidon
- Soyer visible
- Faites réviser votre vélo (huiler la chaîne, pneus adaptés)
- ...

CONCLUSION

La viabilité hivernale impacte l'environnement de nombreuses manières.

Les leviers pour réduire ces impacts sont

- variés
 - Réduire la pression (Optimisation de l'organisation, des traitements, des stocks, ...)
 - Réduire la vulnérabilité (Gestion / conception des aménagements)



Schématisme des impacts des fondants routiers fonction de la pression exercée et de la vulnérabilité du milieu

- et l'affaire de tous ➤ Sensibilisation, information, formation de tous les acteurs !

De nombreuses perspectives dans une approche globale !

Pour en savoir plus:

- Guide de gestion des sels de voirie – AQTR – Décembre 1999
- Note d'information « l'impact des fondants routiers sur l'environnement », Setra, mars 2011



Merci de votre attention!



Contact: Stéphanie Poissonnier

CEREMA DTerEst

Laboratoire de Nancy - Groupe ICE / Viabilité Hivernale

stephanie.poissonnier@cerema.fr

