

# Journée d'échanges : Viabilité Hivernale en milieu urbain



## Comment choisir un produit d'exploitation hivernale?

Guillaume DEROMBISE

LRPC de Nancy/Équipe VH

PCI GeSiCHT

Ressources, territoires, habitats et logement  
Énergies et climat Développement durable  
Prévention des risques Infrastructures, transports et mer

Présent  
pour  
l'avenir



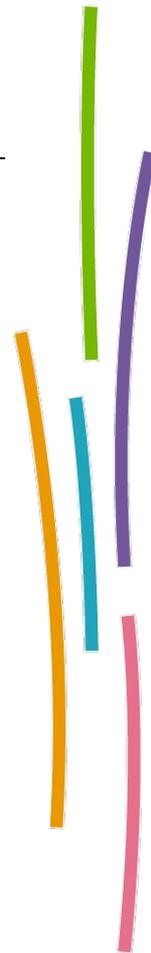
CETE  
Est

Metz – 20 juin 2012

# Sommaire

---

- ❖ NaCl : cadre normatif
- ❖ Autres fondants : cadre normatif
- ❖ Produits abrasifs
- ❖ Produits mixtes/mélanges
- ❖ Choisir un produit
- ❖ Comparaisons



# Historique de la VH

**1880** : Intempéries à Paris

- ✓ salage des rues selon 3 niveaux d'urgence
- ✓ durées de transformation de la neige en boue : 2 heures le jour, 4 heures la nuit

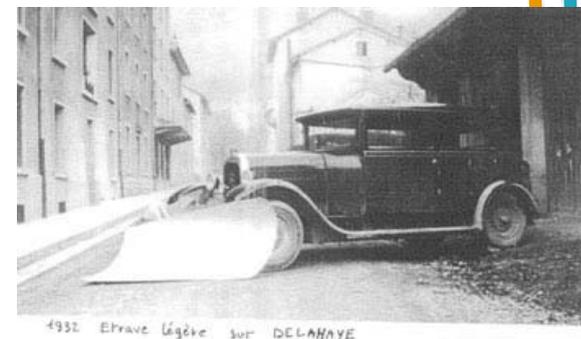
**Fin 1880-1881** : 1<sup>ère</sup> utilisation du chasse-neige

**A partir de 1927** : période moderne (surface dite au « noir »)

**Février 1968** : les JO de Grenoble font le pari de tenir « toutes les routes d'accès au site olympique au noir »

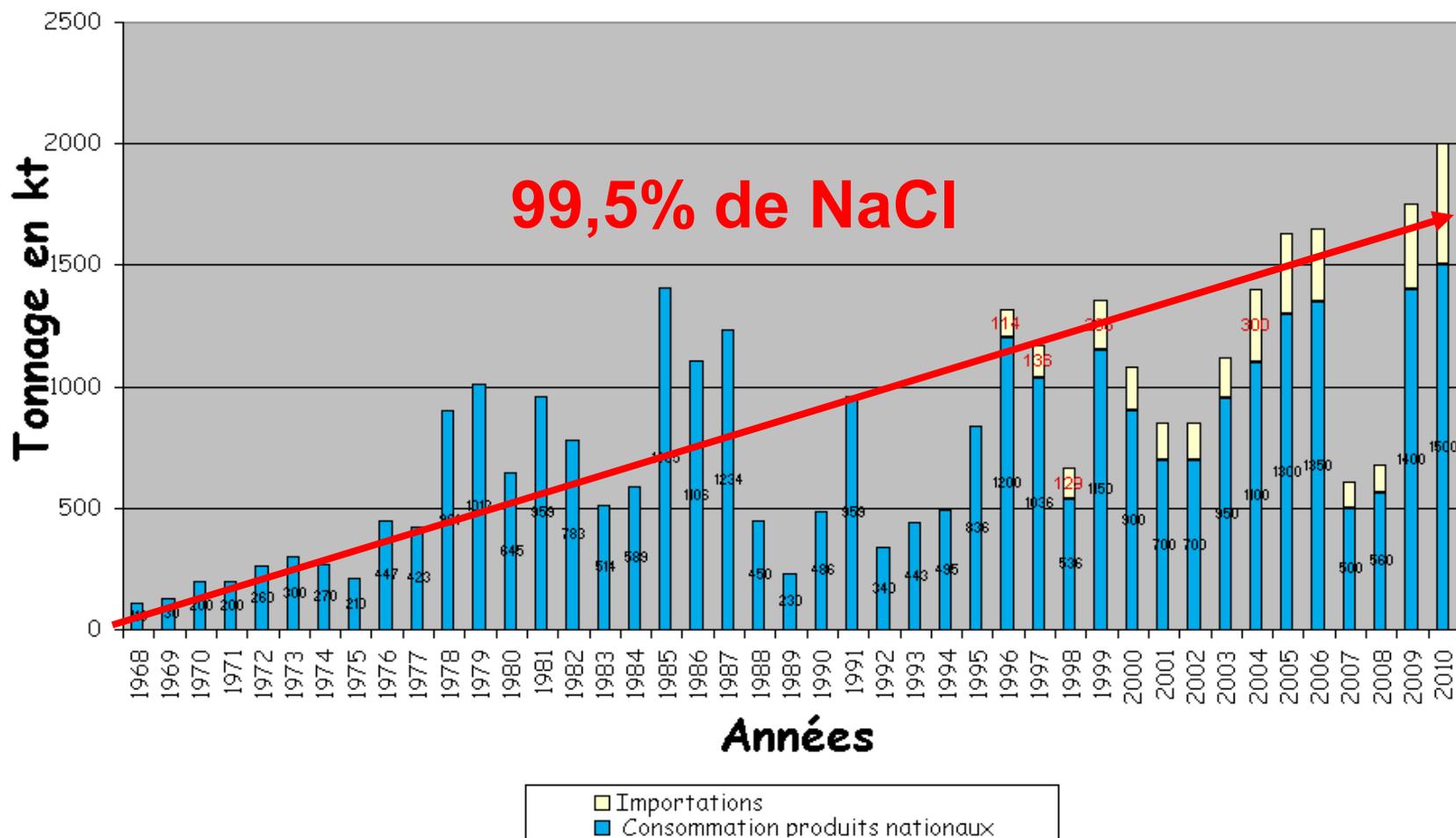
**1978** : « Directive sur l'organisation du service hivernal », objectif affiché : tout le RRN en S1

**Hiver 1986/1987** : difficultés en région parisienne, non exécution du SH par rapport à la directive



# Historique de la VH

## Vente de fondants routiers 1968-2010



# Chlorure de sodium



# Chlorure de sodium



# Chlorure de sodium

---



# NF P 98-180

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**

E : Winter maintenance — Solid sodium chloride used as de-icing agent —  
Specifications

D : Winterdienst — Festes Natriumchlorid verwendet als Taumittel für den  
Winterdienst — Festlegungen

**Norme française homologuée**

✓ s'applique aux produits qui contiennent comme composant essentiel du NaCl produit par :

- extraction de sel gemme,
- cristallisation de saumure (dissolution de sel gemme ou concentration d'eau de mer)



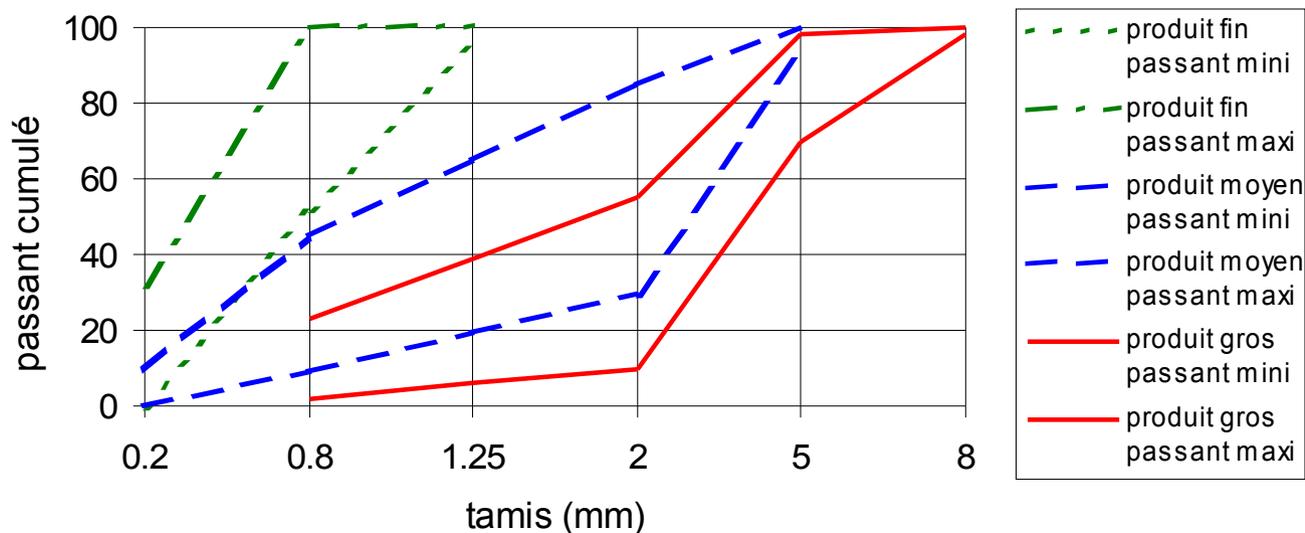
# NF P 98-180

## 1. Granularité (art. 4.1) : 3 classes granulaires acceptables

- ✓ Produits fins : 95 à 100% < 1,25 mm
- ✓ Produits moyens : 94 à 100% < 5,00 mm
- ✓ Produits gros : 98 à 100% < 8,00 mm



fuseaux granulaires des fondants routiers



# NF P 98-180

## 2. Teneur en chlorures (art. 4.2) : 2 classes de pureté acceptables

Classe	Teneur en chlorures Limite inférieure, borne y comprise, en %
A	98
B	91



## 3. Pourcentage en eau (art. 4.3) : 3 classes acceptables

Classe	Pourcentage en eau Limite supérieure, borne y comprise, en %
1	0,5
2	1,5
3	6

# NF P 98-180

## 4. Teneur en antimottant (art. 4.4) :

Classe de pourcentage en eau	Teneur en antimottant Limite inférieure, borne y comprise, en mg/kg
1 et 2	3
3	10

Teneur maximale : 200 mg/kg



Efflorescence au pied d'un tas de sel

# NF P 98-180

## 5. Teneur en sulfates solubles (art. 4.5) : $\text{SO}_4^{2-} < 3\%$

- ✓ Dosage maximum pour la conservation des bétons

## 6. Produit contrôlé, identifié et suivi (art. 5 & 6)

- ✓ Prélèvements contradictoires (selon tonnage livré)
- ✓ Contrôles (rapport d'essais)
- ✓ Mentions obligatoires sur bulletin de livraison



# NF P 98-180

## Critère de choix : Efficacité

		PLAINE	↔	MONTAGNE
Respect des objectifs de qualité	Fréquence du phénomène neige	20 %	50 %	80 %
	Fréquence du phénomène verglas	80 %	50 %	20 %
N1		Sel fin <i>Classe A</i>	Sel moyen <i>Classe A</i>	Sel gros <i>Classe A</i>
N2		Sel moyen <i>Classe A</i>	Sel moyen <i>Classe B</i>	Sel gros <i>Classe B</i>
N3		Sel moyen <i>Classe B</i>	Sel moyen <i>Classe B</i>	Sel gros <i>Classe B</i>

Efficacité : classe granulaire / classe de teneur en chlorure

# NF P 98-180

## Critère de choix : Tenue sur la chaussée

Objectif de qualité	REVÊTEMENTS				
	BBDr (drainant)	BBTM-BBUM (très mince – ultra mince)	BBSG (semi-grenu)	ES (enduit superficiel)	Béton de ciment
N1	fin / moyen	moyen	moyen	moyen / gros	fin / moyen
N2	---	moyen / gros	moyen	moyen / gros	fin / moyen
N3	---	moyen / gros	moyen	moyen / gros	---

Tenue sur chaussée / classe granulaire

# NF P 98-180

## Critère de choix : Aptitude au stockage

Modalité de stockage	Classe de pourcentage en eau
Silo	1 (0,5 %)
Abri / bâche	2 (1,5 %)
Air libre *	3 (6,0 %)

\* Croûtage et lessivage de la surface du stock s'accompagnant d'une perte de 5 à 10% par an suivant l'importance et la forme du stock

# NF P 98-180

---

## Limites de l'approche

- ✓ Impossibilité de trouver actuellement sur le marché français toutes les combinaisons possibles,
- ✓ Nécessité de limiter ses choix à 2-3 produits maximum pour faciliter la gestion
- ✓ Disponibilité géographique
- ✓ Proximité des centres de production (coûts de transport)



# NF P 98-180

**NF P 98-180 indispensable, mais non suffisante à la maîtrise des dosages :**

✓ **Coulabilité homogène**

- Conserver une même qualité de fondant durant tout l'hiver
- Même sel que celui utilisé pour l'étalonnage des ESH

✓ **ESH**

- Étalonnés et calibrés en début d'hiver et à chaque changement de sel
- NF P 98-797 : dosage, largeur d'épandage, répartition transversale et longitudinale

✓ **Fondant "disponible" pour la route**

- Largeur d'épandage effective,
- Adhésion sur la chaussée,
- Influence du trafic,
- Stratégie préventive (précurative) ou curative, etc.



# Et les autres fondants?

## ✓ Chlorures :

- Solides :  $\text{NaCl}$ ,  $\text{MgCl}_2$ ,  $\text{CaCl}_2$ ,  $\text{KCl}$
- Liquides : saumures



$\text{CaCl}_2$  paillettes



$\text{NaCl}$  moyen

## ✓ Fondants non-ioniques :

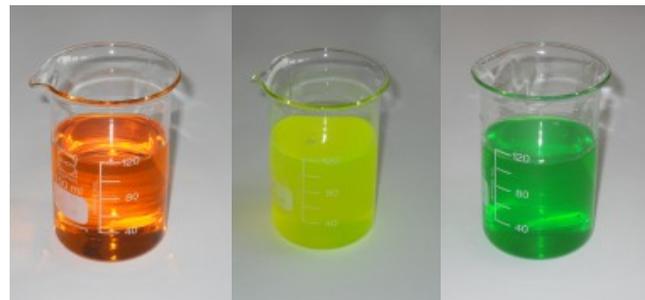
- Solides :  $\text{CH}_3\text{COONa}$ ,  $\text{CH}_3\text{COONa}$
- Liquides :  $\text{CH}_3\text{COOK}$ ,  $\text{CH}_3\text{COOK}$ , produits d'origine végétale, glycols, etc.



Déverglaçants liquides



Déverglaçants solides



Dégivrants aéroportuaires

# XP P 98-181

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 liquides, pour le service  
hivernal des routes et voiries d'usages spécifiques**

Critères de performance

E : Highways winter maintenance plant and highways side equipment maintenance —  
Solid or liquid de-icers for maintenance of roads an specific use roads —

Performance criteria

D : Strassenwartungsgeräte und -erzeugnisse — Feste oder flüssige Taumittel  
für den Winterdienst der Strassen und Verkehrswege zur spezifischen Verwendung —  
Leistungskriterien

*Norme expérimentale*

- ✓ Statut expérimental, norme performantielle
- ✓ D'application volontaire
- ✓ Concerne tous les fondants routiers utilisés pour le SH (liquides ou solides)
- ✓ Tout mode de production (origine naturelle ou industrielle)

# XP P 98-181

## Sécurité – Principe de précaution - Spécifications (art. 4)

### 1. Niveau d'adhérence sur le revêtement [...] (art. 4.1)

Classe	Niveau d'adhérence induit par le produit
1	$SRT_1 \geq 0,90 SRT_0$
2	$SRT_1 \geq 0,75 SRT_0$



*Limiter le recours à des fondants induisant une perte d'adhérence*

### 2. Contenu en métaux lourds et en hydrocarbures (art. 4.2)

- ✓ Teneurs maximales en métaux lourds (Al, As, Cr, Cd, Cu, Hg, Ni, Pb, Zn)
- ✓ Teneurs maximales en hydrocarbures totaux (mg/L)



*Limiter le préjudice à l'environnement et aux personnes*

*Vigilance particulière sur les fondants d'origine industrielle ou méconnue*

# XP P 98-181

## Sécurité – Principe de précaution - Spécifications (art. 4)

### 3. Valeur du pH (art. 4.3) : $5,5 \leq \text{pH} \leq 11,5$

*Limiter les risques de brûlures par les utilisateurs*



*Limiter les risques de corrosion des outils et ouvrages*

*Limiter les risques de dégradation sur l'environnement*

*Mention sur la FDS*

### 4. Teneur en sulfates solubles (art. 4.4) : $\text{SO}_4^{2-} < 3 \%$



*Limiter l'agressivité vis-à-vis des bétons*

### 5. Valeur du point éclair (art. 4.5) : minimum de 100°C



*Mention sur la FDS*

# XP P 98-181

## Sécurité – Principe de précaution - Spécifications (art. 4)

### 6. Biodégradabilité (art. 4.6) : DCO/DBO<sub>5</sub> < 5

- ✓ Concerne les produits organiques
- ✓ Ne s'applique pas aux produits couverts par la NF P 98-180

### 7. Pourcentage d'insolubles dans l'eau (art. 4.7)

- ✓ Produits liquides < 0,3 %
- ✓ Produits solides < 0,5%
- ✓ Ne s'applique aux produits couverts par la NF P 98-180



*limiter l'introduction d'impuretés dans le milieu*

*Éviter le colmatage de la texture du revêtement*

*Les insolubles rendent délicat la maîtrise du dosage (colmatage, coulabilité)*

*Salissure des équipements routiers*

# XP P 98-181

---

## Sécurité – Principe de précaution - Spécifications (art. 4)

### 8. Fiche de données de sécurité (art. 4.8)

- ✓ Conforme à la norme ISO 11 014
- ✓ A exiger absolument

### 9. Santé publique et environnement (art. 4.9)

- ✓ Doit être en conformité avec la Directive Européenne 2006/11/CE
- ✓ Substances présentes dans le produit relevant de la liste I : interdit
- ✓ Substances présentes dans le produit relevant de la liste II : doit être explicite



# XP P 98-181

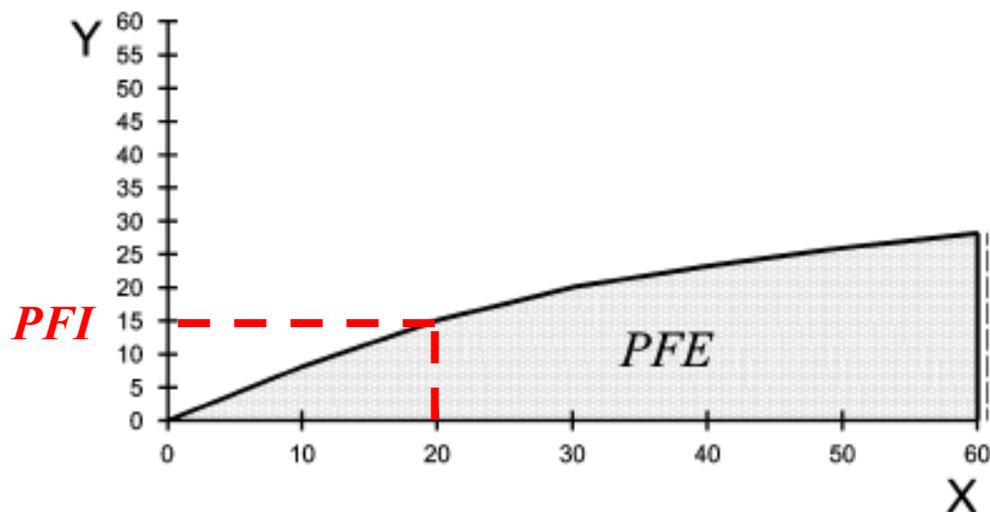
## Les performances à satisfaire (art. 5)



*L'acheteur a la possibilité de demander ou non l'expression de performances au regard de ses besoins.*

### 10. Pouvoir fondant à $-10^{\circ}\text{C}$ sur la glace (art. 5.1)

- ✓  $\text{PFI} \geq 5,0 \text{ mL}$        rapidité à faire fondre la glace
- ✓  $\text{PFE} \geq 300 \text{ mL/min}$        capacité à agir sur la durée



# XP P 98-181

## Les performances à satisfaire (art. 5)

### 11. Caractère corrosif du produit (art. 5.2)

- ✓ Pour 3 métaux de référence (acier non allié, acier non allié galvanisé, aluminium)



*Répondre aux besoins spécifiques des ouvrages métalliques présentant des pathologies de corrosion et sur lesquels il n'est pas possible de mettre en œuvre des travaux de maintenance.*

*Mention dans le CdC facultative, mais si ce critère est retenu par l'acheteur, celui-ci doit spécifier la classe.*



# Produits abrasifs

## Quels matériaux ?

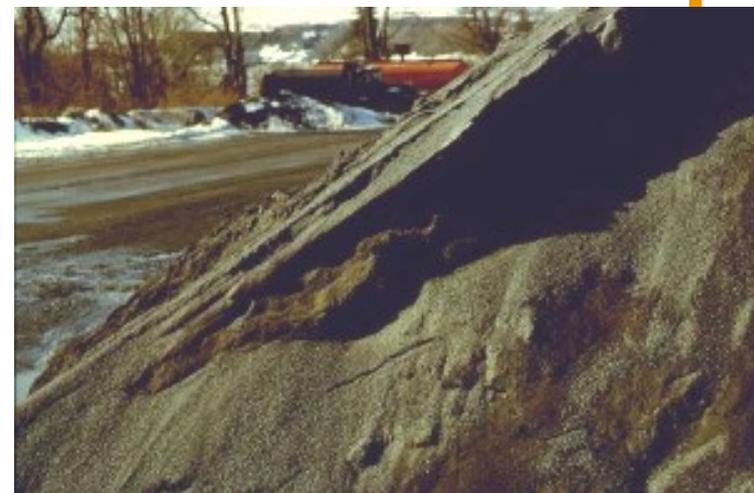
- ✓ Sables, gravillons, maërl,
- ✓ Granulats concassés, généralement calibrés (2/6 mm à 4/10 mm),
- ✓ Minerais locaux (pouzzolane, déchets de carrière, etc.)
- ✓ Scories, mâchefers, laitiers, etc.

## Quel objectif ?

- ✓ Corriger le niveau d'adhérence des chaussées verglacées ou enneigées à faibles niveaux de service
- ✓ Limiter le recours aux fondants routiers

## Quelle efficacité ?

- ✓ Adhérence réduite
- ✓ de courte durée (évacuation par le trafic)



Dépôt de pouzzolane

# Produits abrasifs

---

## Contraintes d'usage

- ✓ **Étalonnage des épanduses**
  - Obligation de matériels dédiés (réglages différents)
- ✓ **Autonomie des épanduses**
  - Surcharge éventuelle (masse volumique)
  - Réduction du linéaire traité
- ✓ **Après hiver, éliminer les abrasifs restés sur la chaussée**
  - Risques d'accidents
  - Obstruction des ouvrages d'assainissement
- ✓ **Réutilisation des abrasifs : recyclage, élimination, stockage?**
- ✓ **Sécurité routière (projections, dérapages, etc.)**

**Dosages** : jusqu'à 300 g/m<sup>2</sup>

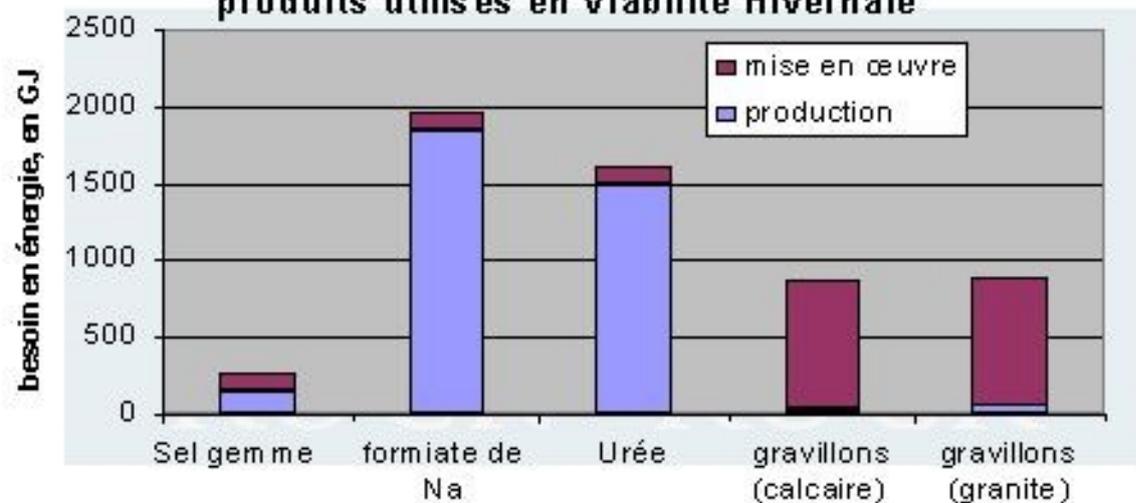
# Produits abrasifs

## Impacts environnementaux

- ✓ 50 à 90% du sable épandu reste dans le milieu après balayage. Sable remplit le lit des rivières, trouble l'eau, endommage la faune aquatique et conduit à une augmentation des micro-organismes.
- ✓ Particules < 0,85 mm accélèrent la sédimentation des eaux de surfaces
- ✓ Certains abrasifs ont une forte concentration en métaux lourds avant usage
- ✓ Bilan énergétique

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

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



# Produits abrasifs

---

## Un cadre normatif à construire...

### ✓ AMS 1448A (sables aéroportuaires)

1. Composition
2. Granularité
3. Teneur en chlorures :  $\text{NaCl} < 120 \text{ mg/kg}$ .
4. Sables lavés, libres de tous granulats, argile, débris, matériaux organiques, sel ou tout autre produit corrosif.



# Produits abrasifs

---

## Un cadre normatif à construire...

### ✓ **Spécifications américaines<sup>1</sup>**

- particules anguleuses
- particules de diamètre  $> 300 \mu\text{m}$  et  $< 9,5 \text{ mm}$ .

L'Agence de Protection de l'Environnement des États-Unis<sup>2</sup> propose des critères de qualification (composition, performances, durabilité, taux d'émission de poussières) + valeurs d'acceptabilité

<sup>1</sup>Wisconsin Transportation Bulletin No. 6 (2005) Using Salt and Sand for Winter Road Maintenance.

<sup>2</sup>EPA (1991) Guidance Document for Selecting Antiskid Materials Applied to Ice- and Snow-Covered Roadways.

# Produits abrasifs

## Un cadre normatif à construire...

### ✓ **Spécifications allemandes\***

#### 1. Granularité

- particules < 0,063 mm ne doivent pas dépasser 5% en masse
- dimension maximale des grains < 8 mm

#### 1. Forme des grains

- proportion des grains cubiques > 50% en masse
- surface de fracture > à 90%

#### 1. Résistance à la fragmentation

- coefficient de fragmentation par impact < à 30%.

#### 1. Teneur en métaux lourds

#### 2. Autres caractéristiques

- teneur en eau < 2% en masse à la livraison
- détermination de la masse volumique

#### 1. Échantillonnage

*\*Technische Lieferbedingungen für Streustoffe des Straßenwinterdienstes – TL-Streu – 2003.*

# Produits mixtes/mélanges

- ✓ Produits mixtes (abrasifs + fondants)
- ✓ Additifs au NaCl, etc.



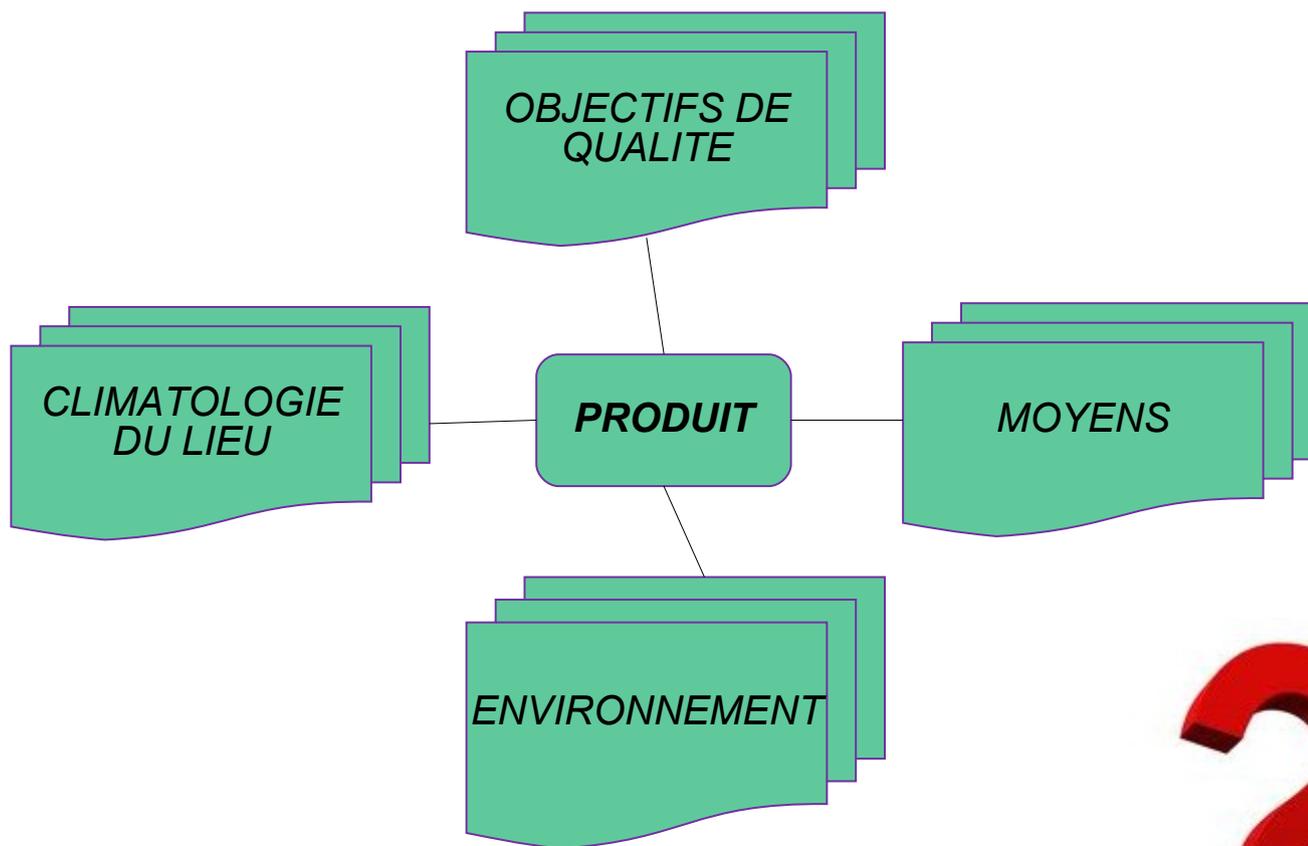
NaCl additivé de saccharose

SnowFree



Stop Gliss Bio

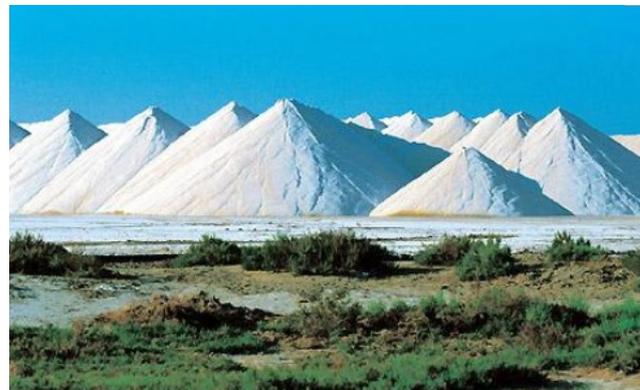
# Choisir un produit



# Choisir un produit

## Objectifs de qualité

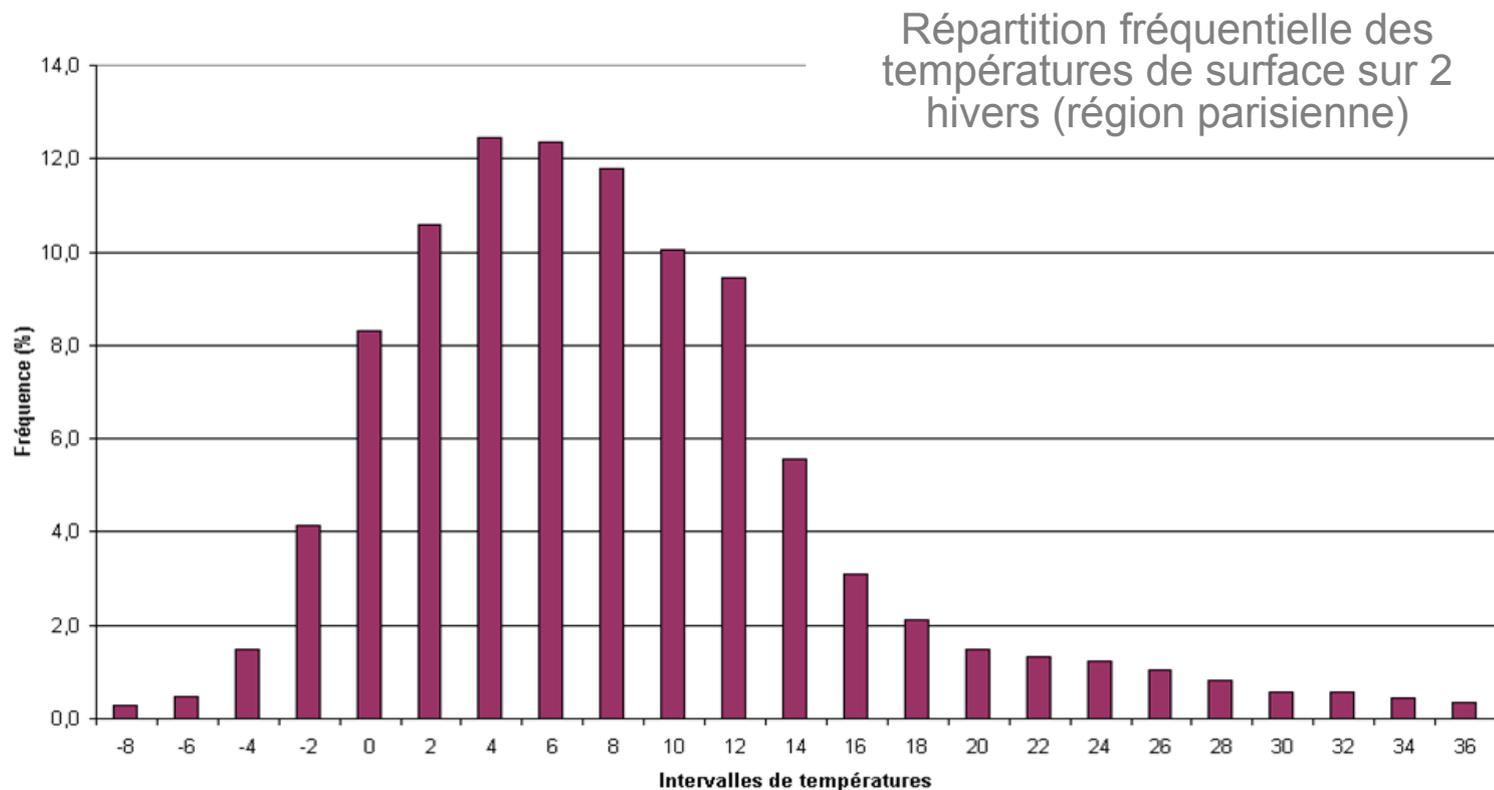
- ✓ **Typologie du réseau**
  - Produit d'appoint
  - Disponibilité du produit
- ✓ **Niveau de service**
- ✓ **Stratégie de traitement**
  - Tenue sur le revêtement (fonction état de surface)
  - Curatif seul (abrasifs, produits mixtes, etc.), etc.



# Choisir un produit

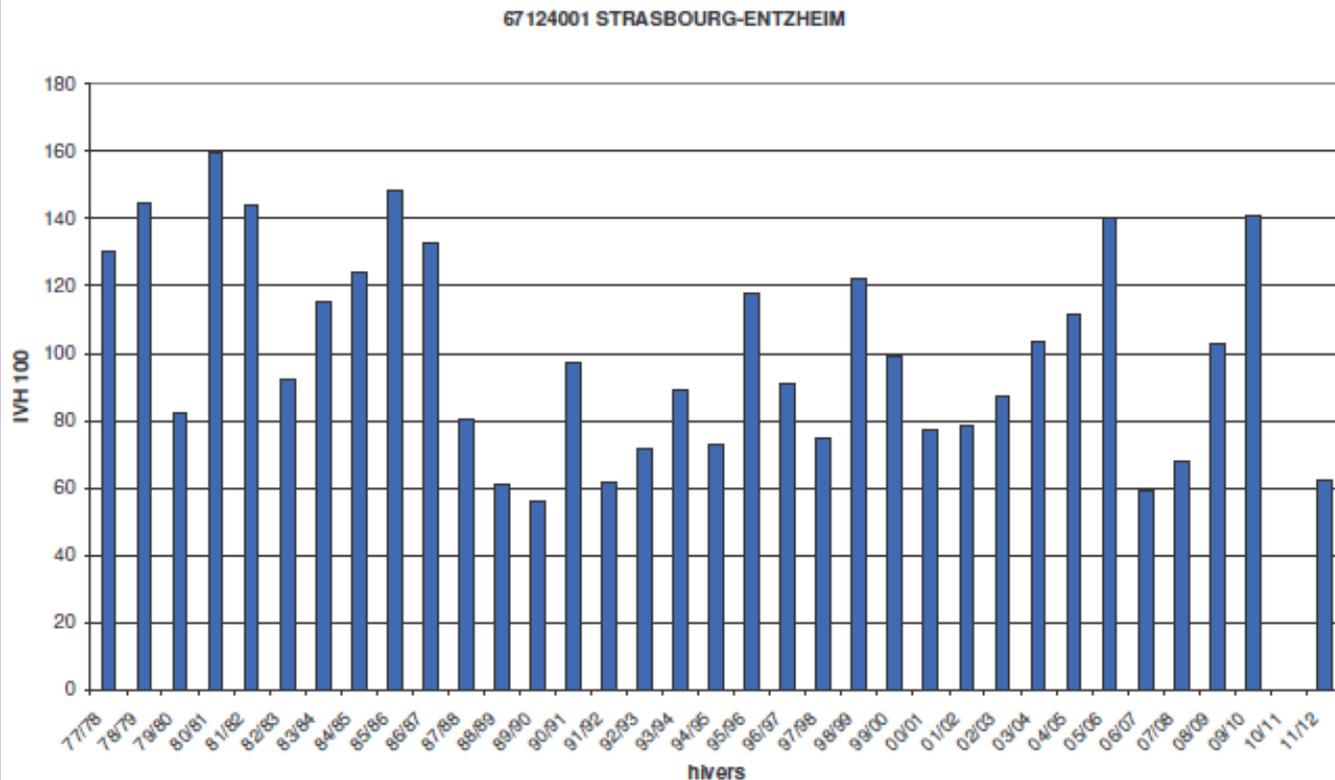
## Climatologie du lieu

- ✓ Typologie des phénomènes
- ✓ Occurrence et intensité des phénomènes

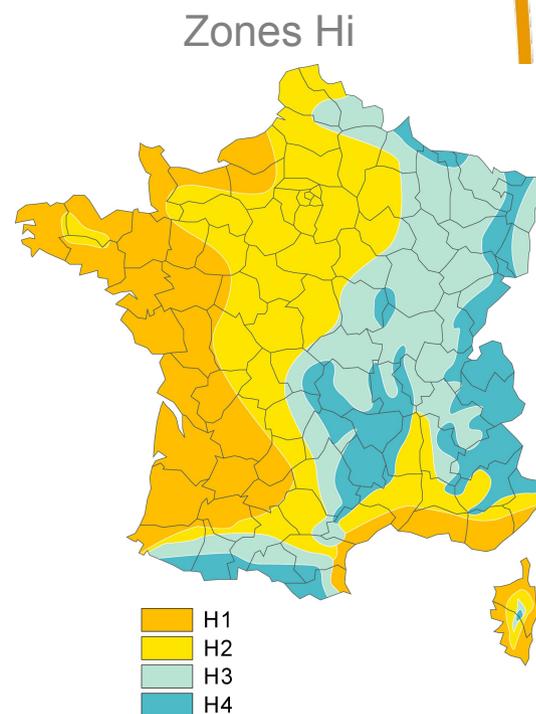


# Choisir un produit

## Climatologie du lieu



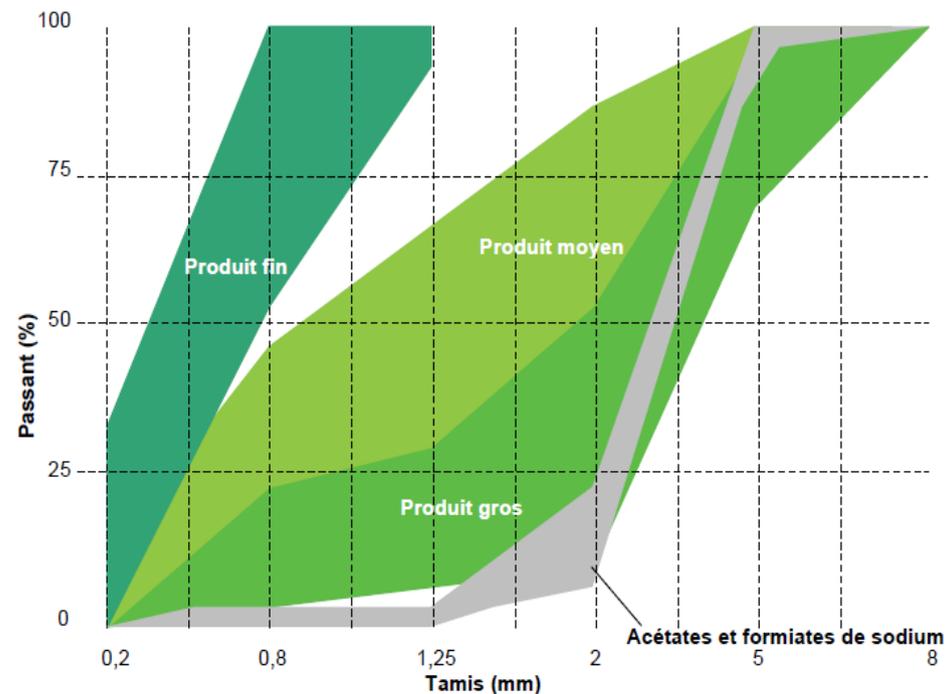
Évolution de l'IVH 67 depuis 1977



# Choisir un produit

## Moyens techniques

- ✓ **Mode d'utilisation**
  - Seuls
  - En solutions (saumures, etc.)
  - En mélanges (bouillie, additifs, etc.)
- ✓ **Compatibilité avec les ESH**
  - Forme liquide/solide,
  - Granularité du produit,
  - Pourcentage en eau, etc.
- ✓ **Moyens de stockage disponibles**
  - Liquides/solides
  - Compatibilité avec les autres produits stockés (FDS), etc.



Courbes granulométriques des produits solides de déverglacement – Comparaison avec les classes granulaires de la NF P 98-180\*

\*Évaluation de la performance des produits de déverglacement (2011) Mars, Poissonnier - STAC