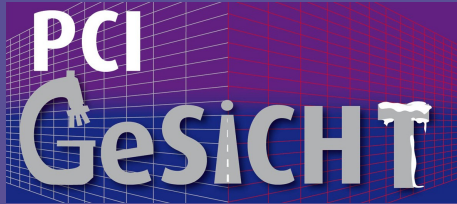


Journée d'échanges : Viabilité Hivernale en milieu urbain



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^{ère} 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 »

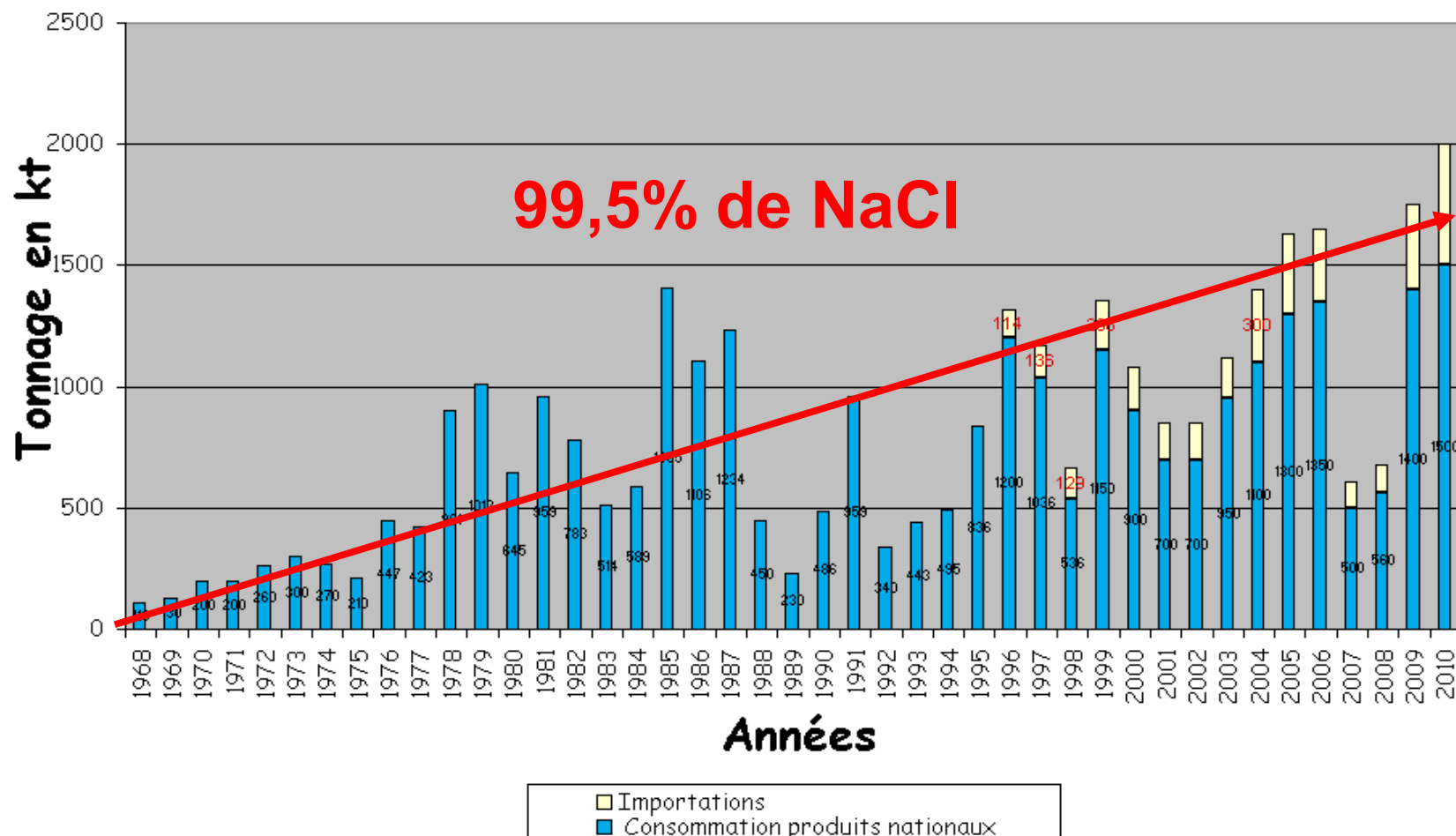
1978 : « Directive sur l'organisation du service hivernal », objectif affiché : tout le RRN en S1

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



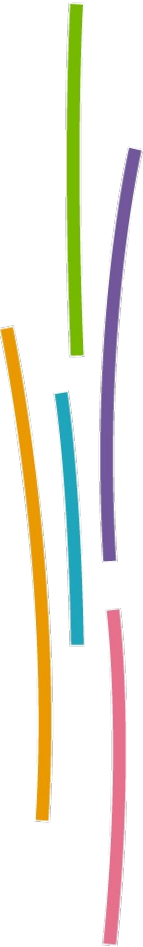
Chlorure de sodium



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)



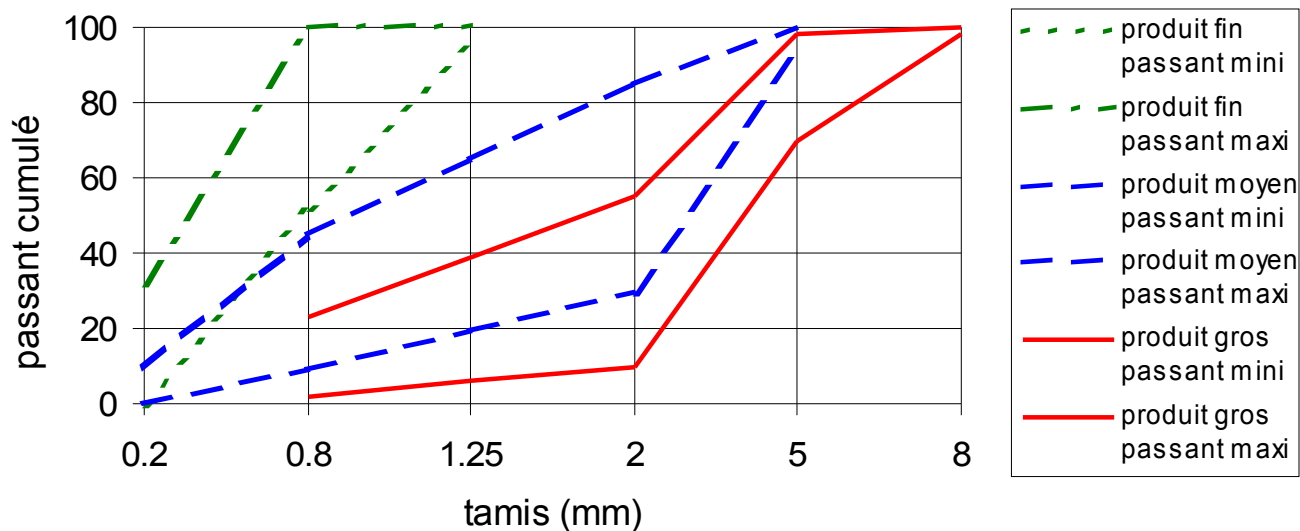
NF P 98-180

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 : NaCl , MgCl_2 , CaCl_2 , KCl
- Liquides : saumures



CaCl_2 paillettes



NaCl moyen

✓ Fondants non-ioniques :

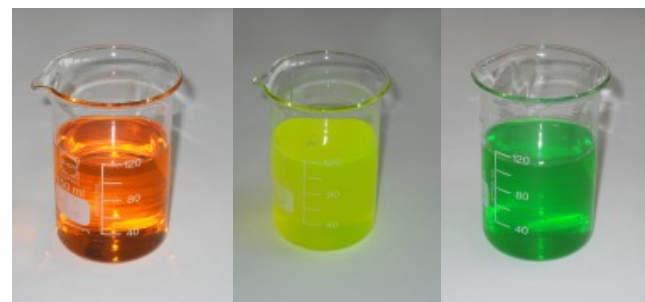
- Solides : CH_3COONa , CH_3COONa
- Liquides : CH_3COOK , CH_3COOK , produits d'origine végétale, glycols, etc.



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/DBO₅ < 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



Limitier 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

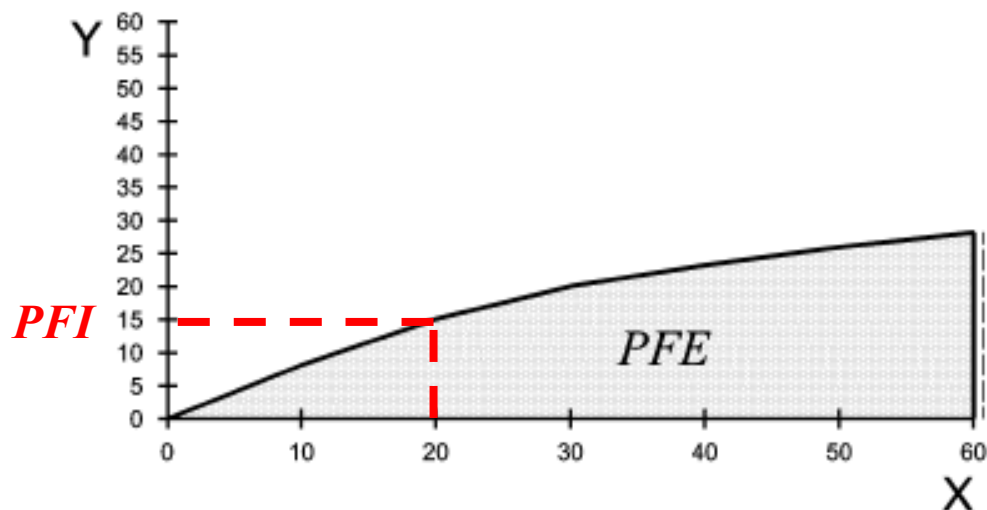
Les performances à satisfaire (art. 5)



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

10. Pouvoir fondant à -10°C sur la glace (art. 5.1)

- ✓ PFI $\geq 5,0$ mL ➔ rapidité à faire fondre la glace
- ✓ PFE ≥ 300 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 ?

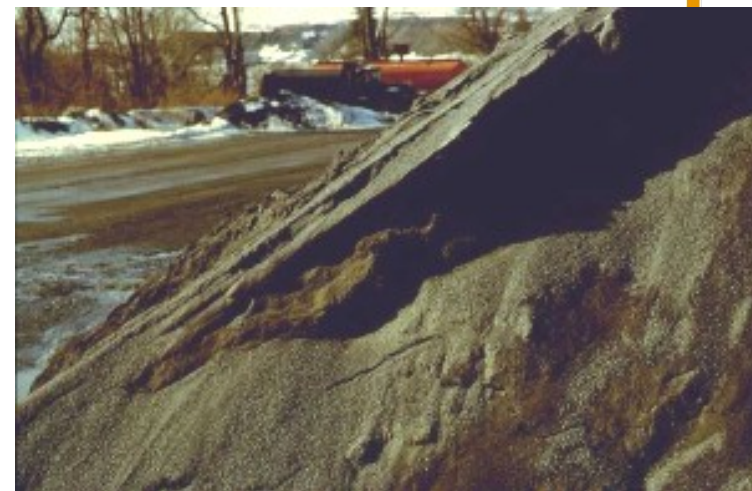
- ✓ Sables, gravillons, maërl,
- ✓ Granulats concassés, généralement calibrés (2/6 mm à 4/10 mm),
- ✓ Minerais locaux (pouzzolane, déchets de carrière, etc.)
- ✓ Scories, mâchefers, laitiers, etc.

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/m²

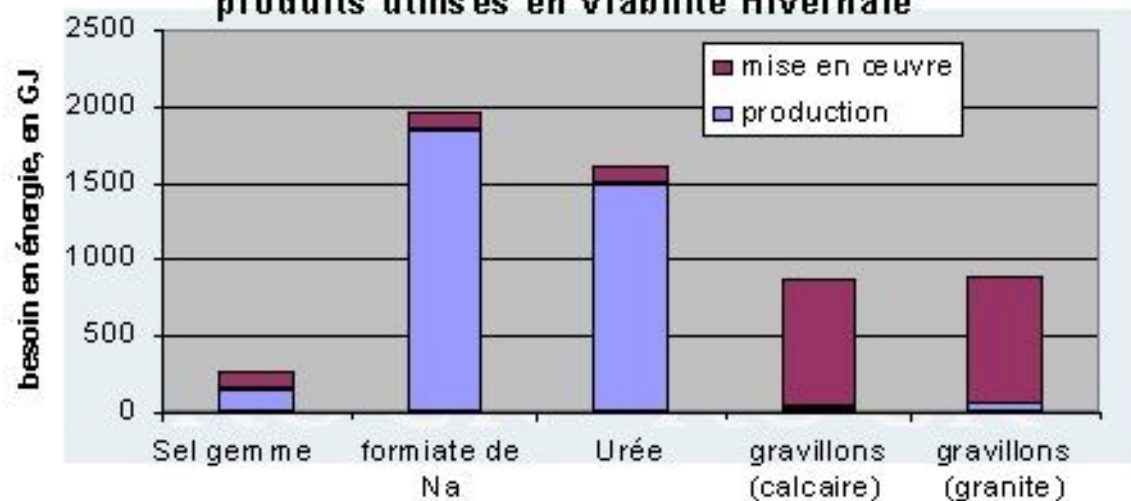
Produits abrasifs

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

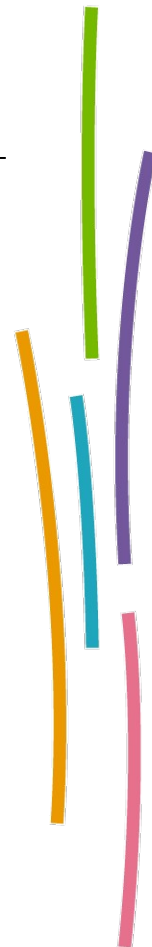


Produits abrasifs

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 américaines¹**

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

L'Agence de Protection de l'Environnement des États-Unis² propose des critères de qualification (composition, performances, durabilité, taux d'émission de poussières) + valeurs d'acceptabilité

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

²EPA (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.



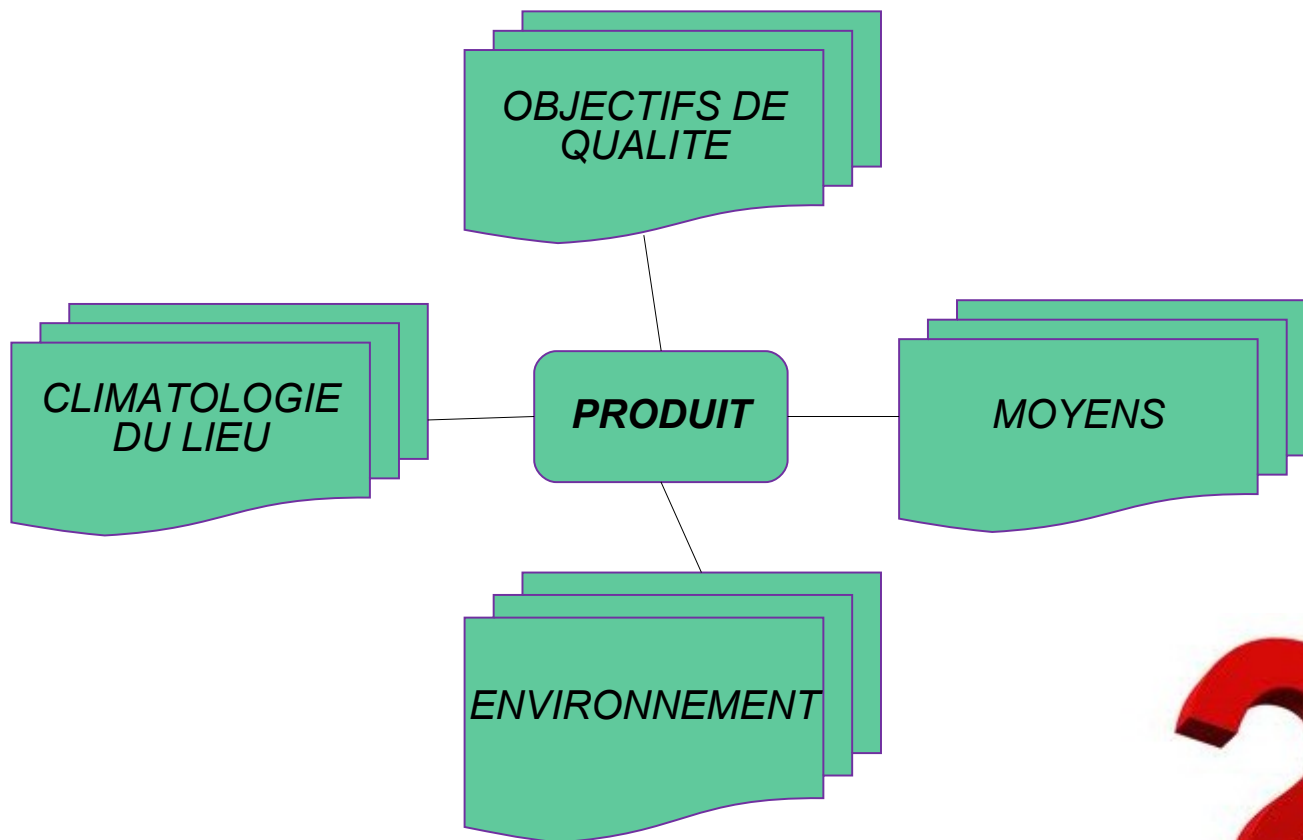
NaCl additivé de saccharose

SnowFree



Stop Gliss Bio

Choisir un produit



Choisir un produit

Objectifs de qualité

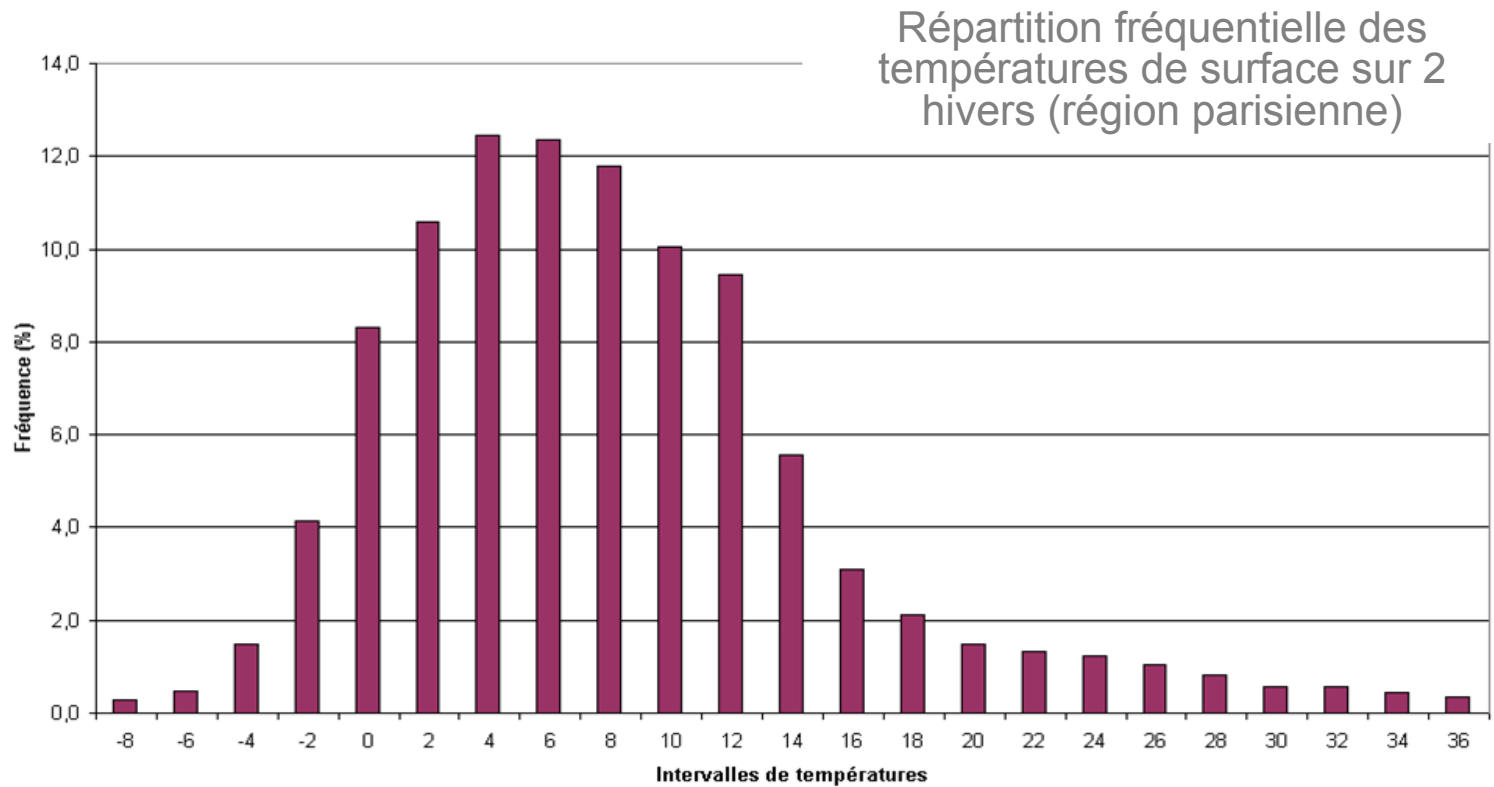
- ✓ **Typologie du réseau**
 - Produit d'appoint
 - Disponibilité du produit
- ✓ **Niveau de service**
- ✓ **Stratégie de traitement**
 - Tenue sur le revêtement (fonction état de surface)
 - Curatif seul (abrasifs, produits mixtes, etc.), etc.



Choisir un produit

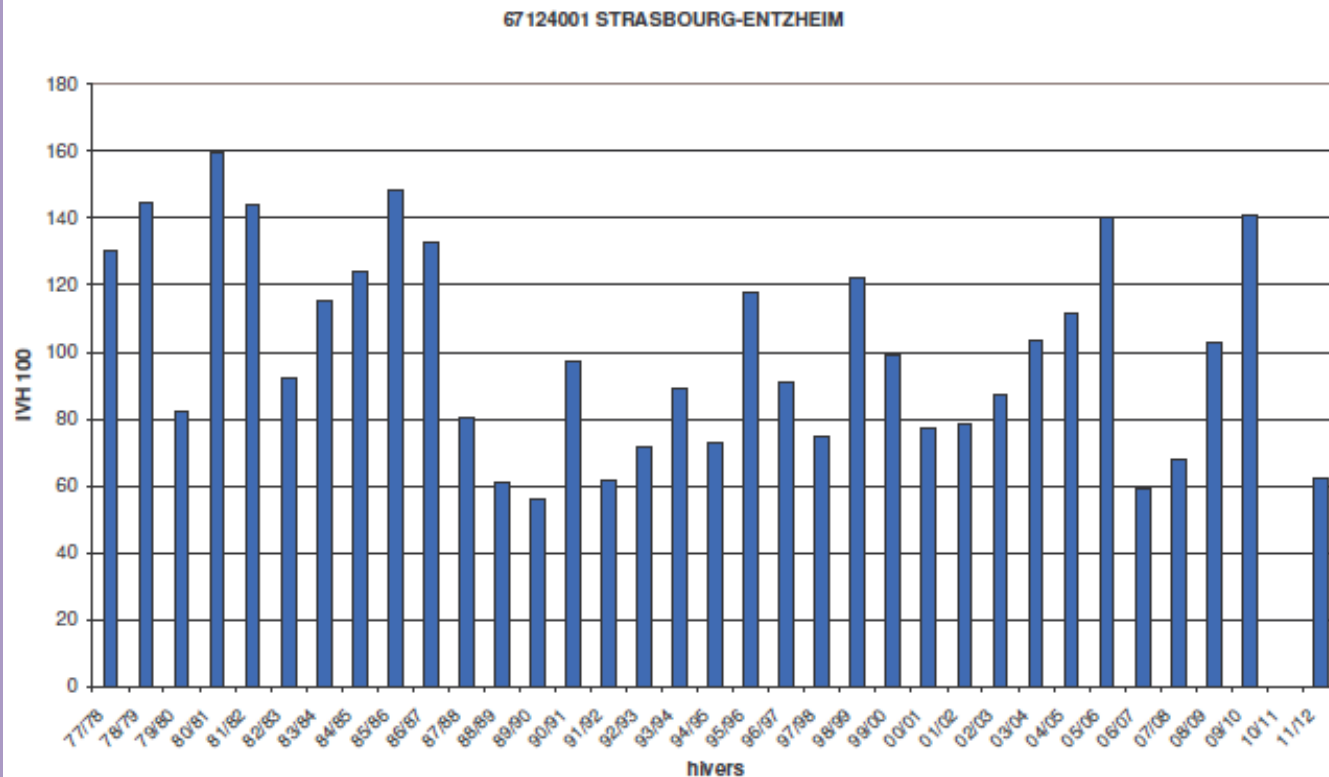
Climatologie du lieu

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

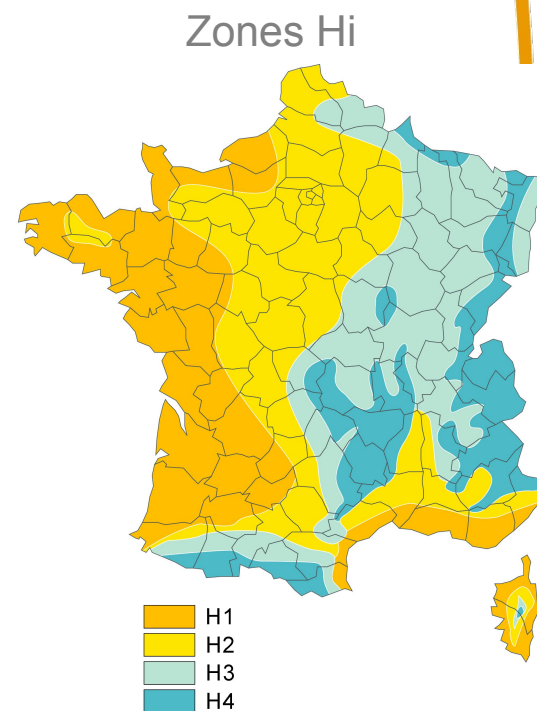


Choisir un produit

Climatologie du lieu



Évolution de l'IVH 67 depuis 1977

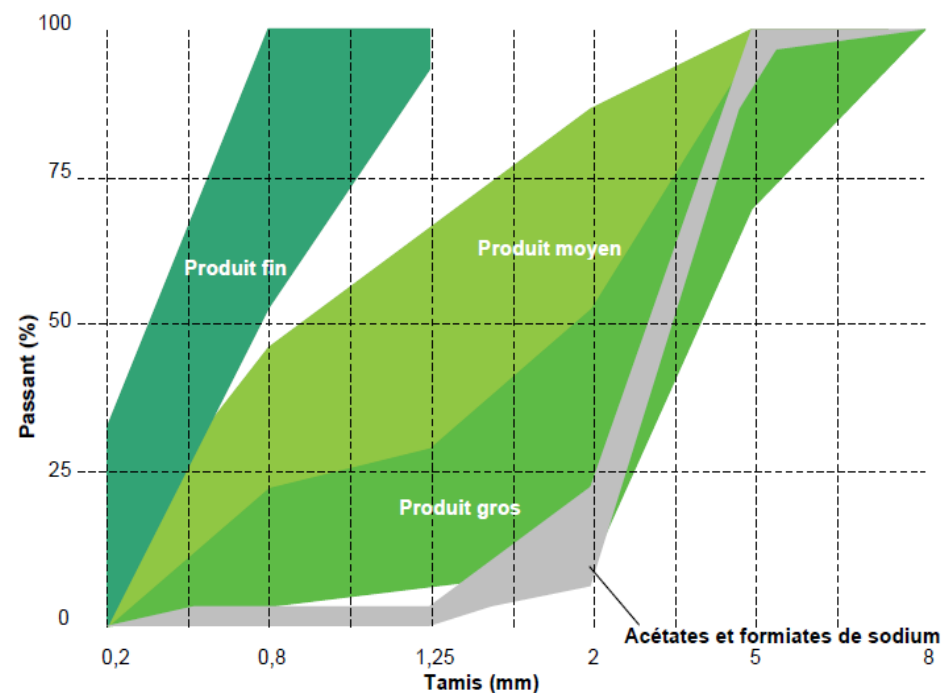


www.viabilite-hivernale.developpement-durable.gouv.fr

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