

Choisir un fondant routier. Du bon usage des normes NF P98-180 et XP P98-181.

En hiver, l'usage de fondants routiers concourt au maintien de la viabilité de la voirie routière. Le chlorure de sodium est le produit le plus utilisé mais d'autres fondants aux propriétés et fonctionnalités spécifiques enrichissent régulièrement le marché.

Le cadre normatif français des fondants à usage routier comprend actuellement deux normes :

- la NF P98-180 « Service hivernal – Chlorure de sodium solide utilisé comme fondant routier – Spécifications » (juillet 2003, remplaçant la version initiale de 1992), qui définit les spécifications techniques du chlorure de sodium utilisé comme fondant routier. Elle a fait l'objet de la note d'information n° 81 du Sétra de février 1994 : « Choisir et maîtriser la qualité des fondants » ;
- la XP P98-181 « Matériels et produits d'entretien routier – Fondants, solides ou liquides, pour le service hivernal des routes et voiries d'usages spécifiques – Critères de performance » (mars 2011), qui propose un cadre normatif expérimental des performances des fondants (adaptées aux attentes des gestionnaires de voirie) et de leurs exigences générales de sécurité (des personnes, de l'environnement naturel et routier).

En conséquence, la présente note d'information commanditée par le MEDDE/DGITM/DIT/GRT :

- explicite le contenu et le champ d'application de ces deux normes ;
- vise à guider les gestionnaires dans l'utilisation des normes NF P98-180 et XP P98-181 ;
- fournit des conseils d'utilisation du cadre normatif dans la définition des spécifications techniques d'un fondant routier adapté aux besoins du gestionnaire ;
- remplace et complète la note d'information Sétra n°81 « Choisir et maîtriser la qualité des fondants » de février 1994 (DT 633).

1. Typologie des fondants routiers

Un fondant routier est un produit destiné à éviter la formation de glace et/ou à assurer la fusion de la glace ou de la neige. Il peut être épandu en l'état, dilué, dissous ou en mélange [1]. Il peut se présenter sous une forme solide ou liquide. Il existe actuellement une grande variété de fondants routiers, de composition et de propriétés physico-chimiques très variables selon la nature et l'origine du produit.

1.1. Le chlorure de sodium

Par son prix, sa disponibilité en grande quantité et son efficacité, le chlorure de sodium (NaCl) est le fondant le plus utilisé actuellement en France (99 % du marché). Les sources d'approvisionnement de ce fondant sont multiples :

- sel de mer, produit agricole obtenu sur les marais salants ;
- sel gemme, produit par extraction minière ;
- sel « de potasse », obtenu par dissolution de sels bruts (sylvinite) de potasse et séparation sélective ;
- sel ignigène, obtenu par recristallisation de saumure produite par injection d'eau dans les couches de sel ;
- sel de seconde intention, coproduit ou déchet industriel revalorisé.

Dans leur grande majorité, les gestionnaires routiers trouvent une réponse satisfaisante et suffisante à leurs besoins avec un chlorure de sodium conforme aux spécifications de la norme NF P98-180.

1.2. Les autres fondants

D'autres fondants routiers sont présents sur le marché actuel et de nouveaux produits font leur apparition. Ces produits présentent en général des propriétés distinctes de celles du chlorure de sodium, ce qui autorise des utilisations spécifiques pour lesquelles le NaCl n'est pas adapté :

- des propriétés non corrosives permettant leur utilisation sur les points singuliers comme les ouvrages d'art ou en milieu urbain ;
- des caractéristiques environnementales particulières permettant leur utilisation à proximité de zones écologiques sensibles.

Toutefois, aucun de ces produits ne peut remplacer le chlorure de sodium pour un usage global. En effet, les propriétés de ces produits répondent à des problématiques ponctuelles et au regard de leur coût onéreux, leur utilisation ne peut être généralisée sur l'ensemble du réseau routier mais se cantonne à des points singuliers. Le chlorure de sodium reste donc globalement le meilleur compromis.

À ce jour, les produits les plus connus sont :

- les autres fondants ioniques (chlorure de calcium, chlorure de magnésium), généralement sous forme de saumure ;
- les fondants de types urée technique, acétates et formiates (ces produits sont principalement destinés aux pistes aéroportuaires, l'usage routier est rare) ;
- les produits ou mélanges comportant du chlorure de sodium ;
- les fondants comportant des adjuvants (produits apportant des fonctionnalités particulières : inhibiteur de corrosion, non polluant, coloré, etc.).

Cette liste n'est pas exclusive, d'autres produits peuvent arriver sur le marché.

La multiplicité des produits utilisables et le considérable spectre de leurs spécifications complexifient le choix du type et de la forme du fondant routier. La normalisation de ces produits vise d'une part, à s'assurer des performances minimales des fondants routiers et d'autre part, à aider l'acheteur à définir les spécifications techniques décrivant un produit qui répondra à l'utilisation envisagée, de la livraison à l'épandage.

Face à cette pluralité de produits disponibles, le gestionnaire se doit de parcourir soigneusement les offres du marché et de choisir le ou les fondants adaptés à **ses besoins** et à **ses contraintes**.

2. Cadre normatif des fondants routiers

En France, le cadre normatif des fondants à usage routier comprend actuellement deux normes, la NF P98-180 « *Chlorure de sodium solide utilisé comme fondant routier* » [2] et la XP P98-181 « *Fondants, solides ou liquides, pour le service hivernal des routes et voiries d'usages spécifiques* » [3].

Ces deux normes n'ont pas le même statut ni le même objectif et portent sur des gammes de produits différents ; leur utilisation par le gestionnaire dans la démarche d'achat d'un fondant routier sera également différente.

2.1. La norme NF P98-180

La norme NF P98-180 s'applique au **chlorure de sodium sous forme solide** produit par extraction de sel gemme ou cristallisation d'une saumure. Elle définit des classes de spécifications portant sur cinq caractéristiques physico-chimiques ainsi que des dispositions relatives au contrôle de conformité à la norme (méthode d'essais) et à l'étiquetage.

Cette norme décrit une palette de produits répondant à différentes fonctions liées aux utilisations envisagées (stockage, type de phénomène à traiter, niveaux de service, etc.). Initialement publiée en septembre 1992, elle a été révisée en juillet 2003 essentiellement pour modifier les classes de spécification.

Lors d'un achat public¹, dans lequel les spécifications techniques du fondant « chlorure de sodium solide » sont décrites par le gestionnaire routier, la référence à la norme homologuée NF P98-180 trouve toute sa justification. Les spécifications décrites dans la norme répondent pleinement aux usages et aux besoins courants du service hivernal depuis plus de 20 ans.

2.2. La norme XP P98-181

La norme XP P98-181 s'applique à **tous les fondants solides ou liquides utilisés pour le service hivernal des routes et voiries d'usages spécifiques** (chaussée circulée, piste cyclable, trottoir, place, zone piétonne, etc.), quel que soit leur mode de production (produit d'origine naturelle ou industrielle).

Elle exclut de fait les fondants de traitement des surfaces non routières (zones aéronautiques civiles ou militaires) et les produits utilisés en service hivernal qui ne sont pas des fondants routiers². À titre d'exemple, les abrasifs ou produits de cloutage de la neige (sable, gravier, pouzzolane, etc.) ne sont pas couverts par la présente norme.

Cette norme définit des spécifications et performances d'ordre général pour les fondants routiers. Elle permet de vérifier les propriétés physico-chimiques propres d'un fondant routier, et évalue ses principales performances (tenue au stockage, mise en œuvre, efficacité, pouvoir fondant, niveau d'impact pour l'ouvrage routier, l'environnement et la santé publique)³.

1 Article 6 du code des marchés publics

2 Article 5.6.1 de la NF P99-320

3 Article 3.1 de la XP P98-181

Toutefois son caractère expérimental⁴, sa parution récente, et les exigences propres au contexte du gestionnaire routier qui ne peuvent être intégrées dans une norme, (par exemple les caractéristiques de ses outils d'épandage) invitent à la prudence et à une analyse fine de ses choix contractuels.

Aucune de ces deux normes n'est, à l'heure actuelle, obligatoire au sens de la réglementation. Cependant s'y conformer permet au gestionnaire de bénéficier d'un cadre technique reconnu et de se protéger face à d'éventuels produits ne répondant pas à ses attentes. La mention explicite dans le cahier des charges d'achat rend applicable les normes.

Par conséquent, il est **vivement recommandé** de se référer :

- à la norme NF P98-180 pour l'achat d'un fondant routier de type chlorure de sodium (sel gemme ou de mer) ;
- à la norme XP P98-181 pour tous produits utilisés comme fondant routier pour le service hivernal (chlorure de sodium y compris) et dont l'utilisateur souhaite en contrôler certains critères de performances (caractère corrosif, impact environnemental, etc.).

3. Choisir un fondant routier, critères de choix de son achat à son utilisation

Le constat que peut faire un gestionnaire dans l'utilisation de fondant routier est simple : il n'existe **pas de produit miracle** répondant à tous les besoins et contraintes du gestionnaire, que ce soit pour l'achat de son produit, sa gestion ainsi que son utilisation face aux phénomènes météo-routiers.

Le lieu de production et les méthodes d'extraction, les conditions de manutention et de stockage peuvent influencer sur la qualité du sel et la durabilité de ses propriétés (ex : un sel très pur, stocké à l'air libre, perdra sa pureté au fur et à mesure du lessivage qu'il subira).

Par ailleurs, des problématiques particulières d'exploitation hivernale (ouvrage d'art, zones sensibles) peuvent nécessiter l'emploi de fondants ayant des performances singulières, mais qui ont un cadre d'action plus contraint que pour le chlorure de sodium. D'autres fondants peuvent donc être utilisés afin de répondre à ces objectifs particuliers.

La question essentielle reste le **choix du fondant le plus approprié à satisfaire ses besoins**. Il faut aussi soigneusement croiser ses attentes et les valeurs d'usage des différents produits (analyse comparative « technico-économique ») qui permettent de faire une sélection. Enfin, le gestionnaire doit prendre en compte le cycle de vie de son produit et son adéquation avec les moyens dont il dispose (mode de stockage compatible).

Le fondant « idéal » n'existant pas, la décision est généralement un résultat « de meilleur compromis ».

3.1. Spécifications techniques d'un chlorure de sodium selon la norme NF P98-180

La norme NF P98-180 définit les 5 caractéristiques physico-chimiques du chlorure de sodium solide utilisable comme fondant routier⁵ selon des classes de spécification. Elle donne ainsi un cadre général de valeur à respecter mais offre également un choix pour l'acheteur qu'il devra spécifier dans son marché.

4 Le statut expérimental de la norme XP P98-181 nécessite une période d'expérimentation ou de mise à l'épreuve qui, dans un délai maximal de 5 ans, est examiné afin d'homologuer, de remettre à l'étude ou de supprimer la norme (l'examen de cette norme est prévue en octobre 2015).

5 Article 4 de la NF98-180

Les 5 caractéristiques physico-chimiques du chlorure de sodium solide utilisable comme fondant routier sont listées ci-dessous :

- la granularité, structurée sur trois classes granulaires (« produit fin », « produit moyen » et « produit gros ») ;
- la teneur en chlorures, qui détermine deux classes A et B ;
- le pourcentage en eau, qui détermine trois classes auxquelles le produit doit appartenir ;
- la teneur minimale en anti-mottant, définie selon la classe du pourcentage d'eau ;
- la teneur maximale admissible en sulfates solubles.

Les impacts probables de la fraction d'impureté⁶ (variation du pouvoir fondant, salissures) et l'usage du fondant (épandage solide et/ou fabrication de saumure) sans oublier la disponibilité technico-économique de l'un ou l'autre des produits conditionnent le choix de l'acheteur.

Pour la **fabrication de la saumure**, il est préférable d'utiliser **un sel de classe A** soit un sel contenant un minimum de 98 % de chlorures, qui garantit peu d'apports d'impuretés dans les cuves de dissolution.

Par ailleurs, le mode de stockage du produit (en silo à tour, sous abri ou à l'air libre, sous bâche) reste déterminant dans le choix de la classe (tout comme celui de la teneur minimale en anti-mottant associée). Un sel à l'abri de l'humidité peut avoir un pourcentage minimal en eau ; à l'inverse, il n'est pas nécessaire de demander un pourcentage faible s'il est stocké à l'air libre.

Suivant les spécifications techniques, l'influence sur l'utilisation du fondant et les modifications apportées par la révision de la norme sont résumées dans le tableau 1.

Caractéristiques (selon la NF P98-180)	Classes de spécification/seuil	Influences sur l'utilisation du fondants	Modifications apportées en 2003
Granularité	Trois classes granulaires pour des produits fins, moyens ou gros définies par leurs fuseaux granulométriques (pourcentage en masse de passant à travers différents tamis)	Délai et durée d'action Efficacité par rapport aux phénomènes à traiter Tenue sur le revêtement (capacité d'interception du revêtement)	Les fuseaux granulaires ont été modifiés, avec une réduction du nombre de points contrôlés et une réduction de la proportion en particules fines ($\varnothing < 0,8$ mm). Toutefois, les fuseaux sont définis sur un nombre plus restreint de tamis et sont légèrement plus larges.
Teneur en chlorures	Deux classes de pureté, définies par un pourcentage minimal en NaCl de la masse sèche du produit : - classe A : 98% - classe B : 91%	Pouvoir fondant (vitesse de mise en fusion et capacité de pénétration de la glace) Production de saumure (quantités employées, entretien) Entretien estival du réseau (propreté de la signalisation, colmatage des BBDr)	La valeur minimale de la classe B est passée de 88 % à 91 %.
Teneur en eau	Trois classes de teneur en eau exprimées en pourcentage de la masse totale du produit : - classe 1 : $\leq 0,5$ % - classe 2 : $\leq 1,5$ % - classe 3 : ≤ 6 %	Modalités de stockage (vrac, abri, silo) Comportement à l'épandage (écoulement)	Elle passe de quatre à trois classes ci-nommées classe 1, 2 et 3, respectivement bornées à 0,5 %, 1,5 % et à 6 %. Les anciennes appellations « extra-sec », « sec », « semi-humide » et « humide » n'existent plus.

6 Fraction d'impureté : compléments au NaCl (insolubles, sulfates solubles, etc.)

Teneur en anti-mottant	Antimottants utilisables : hexacyanoferrate de sodium, de potassium ou de calcium Teneur minimale fonction de la classe de teneur en eau : - classes 1 et 2 : 3 mg/kg - classe 3 : 10 mg/kg Teneur maximale : 200 mg/kg	Modalités de stockage (vrac, abri, silo) Durabilité du produit (prise en masse et mottage)	Le seuil maximal à 200 mg/kg a été ajouté.
Teneur en sulfates solubles	Teneur maximale en SO_4^{2-} de 3 % de la masse sèche du produit	Limiter la dégradation des bétons	La teneur maximale en sulfates solubles est réduite de 5 à 3 %.

Tableau 1 : spécifications techniques des fondants routiers et influence sur leur utilisation

3.2. Spécifications techniques et performances d'un fondant routier selon la XP P98-181

Dans leur grande majorité, les gestionnaires routiers trouvent une réponse satisfaisante dans l'emploi du chlorure de sodium répondant aux classes de spécification de la NF P98-180. Cependant, en raison de contraintes environnementales ou d'ouvrages de nature spécifique sur le réseau à traiter, il est parfois fait usage de produits aux propriétés et fonctionnalités particulières.

La norme XP P98-181 « *Fondants, solides ou liquides, pour le service hivernal des routes et voiries d'usages spécifiques* » vise à clarifier un corpus normatif relatif à tous fondants présents sur le marché. Elle définit des spécifications et performances, et propose pour chacun d'eux une déclinaison sous forme de classes d'exigences.

Il n'existe pas à ce jour un fondant connu qui répondrait à l'intégralité des exigences et des performances les plus hautes de la norme XP P98-181. Ainsi, il est nécessaire pour le gestionnaire routier de limiter son choix sur les performances les plus essentielles à la satisfaction de ses besoins. Ses exigences peuvent être plus contraignantes que les minima précisés par la norme sans obligatoirement faire référence à tous les paramètres.

Les spécifications et performances proposées dans la norme sont décrites dans les paragraphes suivants. Pour certaines, il appartient à l'acheteur, de positionner son niveau d'exigence.

En premier lieu, le gestionnaire doit vérifier que le produit acheté a un pouvoir fondant avant tout autre essai.

Dans le cas d'utilisation de mélange de fondants réalisé par le gestionnaire, les spécifications et performances du produit obtenu sont éventuellement distinctes des produits de base (incompatibilité, réaction, etc.). Dans ce cas, c'est au mélange de répondre aux spécifications et performances de la norme.

• Sécurité et principe de précaution

Certaines dispositions de la norme visent à **garantir la sécurité des personnes** (utilisateurs et usagers de voies) ainsi que la **conservation des lieux** (transport, stockage, épandage) **et de l'environnement** (route et milieu naturel).

Elles offrent à l'acheteur un éclairage « relativement souple » de ce que peut être un fondant admissible à un usage routier. De fait, certains acheteurs ont besoin d'un niveau plus contraignant, compte tenu de leur contexte d'utilisation (conservation d'ouvrage routier, protection du milieu naturel classé, adéquation avec le stockage et les outils d'épandage, etc.). Un schéma d'analyse des besoins et des spécifications d'un fondant routier est disponible en annexe (cf. Logigramme des spécifications des fondants routiers et de l'analyse des besoins).

Spécifications (selon la XP P98-181)	Description	Objectif	Classe d'exigence	Conseils et remarques
Niveau d'adhérence sur revêtement induit par le produit répandu	Détermine la variation d'adhérence induite sur un revêtement routier par le fondant répandu	Limiter le recours à des fondants induisant une perte d'adhérence	En fonction du type de route ou de voirie d'usage spécifique, le produit doit appartenir à l'une des deux classes décrites dans la norme : - classe 1 : $SRT_1 \geq 0,90 SRT_e$ - classe 2 : $SRT_1 \geq 0,75 SRT_e$ où SRT_e : coefficient de frottement en présence d'eau et SRT_1 : coefficient de frottement en présence du produit	<ul style="list-style-type: none"> Plus la vitesse est élevée, plus le niveau d'adhérence doit être important Favoriser les fondants qui réduisent le moins l'adhérence Le niveau d'adhérence de classe 1 est supérieure à celui de classe 2
Contenu en métaux lourds et hydrocarbures	Détermine la teneur en métaux lourds et hydrocarbures totaux sur une solution aqueuse à 100 g/l de fondant	Limiter le préjudice à l'environnement	Teneurs maximales pour 9 métaux lourds (valeurs spécifiques à chacun des métaux en mg/l) et pour les hydrocarbures totaux (valeur $\leq 10,00$ mg/l).	<ul style="list-style-type: none"> Critère fortement recommandé Critère indispensable lorsque le milieu environnemental est sensible Vigilance particulière sur les fondants d'origine industrielle ou méconnue
Valeur du pH	Mesure le caractère acide ou basique du produit	Déterminer les risques : – de brûlure pour les utilisateurs – de corrosion pour les outils et les ouvrages – de dégradation sur l'environnement général	Plage de pH admissible : $5,5 \leq pH \leq 11,5$	<ul style="list-style-type: none"> Critère fortement recommandé Critère indispensable lorsque le milieu environnemental est sensible Les bétons courants sont « attaqués » à partir d'un pH < 6,5 Vérifier la stabilité du pH pendant la durée de vie ou lors de l'utilisation (réaction avec le milieu) Conditionne les modalités de stockage (incompatibilité avec d'autres produits utilisés dans les centres d'exploitation)
Teneur en sulfates solubles	Détermine la teneur en sulfates susceptibles d'être libérés par le fondant	Limiter l'agressivité vis-à-vis des bétons (ex : les sulfates provoquent un gonflement interne)	Teneur maximale de $SO_4^{2-} < 3 \%$	<ul style="list-style-type: none"> À imposer systématiquement lors de la présence d'ouvrages en béton
Valeur du point éclair	Donne la température d'auto-inflammation	Éviter les risques d'incendie et d'explosion	Valeur minimale exigée 100°C	<ul style="list-style-type: none"> Vérifier la stabilité du point éclair pendant la durée de vie du produit Précaution à prendre au stockage pour un point éclair bas

Biodégradabilité	Mesure la demande en oxygène de la partie chimique et biochimique du produit	Quantifier la partie biodégradable du produit	Valeur minimale : DCO/DBO ₅ < 5 où DCO : demande chimique en oxygène et DBO ₅ : demande biochimique en oxygène à 5 jours	<ul style="list-style-type: none"> • Faire attention au rejet direct de produit biodégradable dans un cours d'eau (appauvrissement en oxygène) • Concerne les produits organiques (ne s'applique pas aux produits couverts par la NF P98-180)
Pourcentage d'insolubles dans l'eau	Mesure la partie insoluble dans l'eau du produit (liquide ou solide)	Limitier le pourcentage des impuretés qui peuvent rester dans la nature	Teneur maximale (en %) en insolubles dans l'eau en fonction de la nature du produit : - produit liquide : < 0,3 % - produit solide : < 0,5 %	<ul style="list-style-type: none"> • La nature des insolubles n'est pas toujours connue • Ce paramètre peut varier suivant les approvisionnements • Les insolubles peuvent créer des problèmes de mise en œuvre (colmatage, écoulement, etc.) et de salissure sur les équipements routiers

Tableau 2 : spécifications relatives à la sécurité des personnes et à la conservation des lieux et de leur environnement

• Caractéristiques et performances à satisfaire par les produits

Les critères de performance apportés par la norme XP P98-181 sont les suivants :

- le pouvoir fondant à -10°C sur la glace ;
- le caractère corrosif du produit.

Il est important pour l'acheteur de comprendre qu'un produit n'offrant pas des garanties minimales en matière de pouvoir fondant ne peut être considéré comme un fondant routier.

Par ailleurs, le critère de corrosion du produit est déterminant pour répondre aux besoins spécifiques des ouvrages métalliques et aux équipements de la route présentant des pathologies de corrosion et sur lesquels il n'est pas possible de mettre en œuvre de travaux de maintenance (protection anticorrosion).

Performances (selon la XP P98-181)	Description	Objectif de l'essai	Classe d'exigence	Remarques
Pouvoir fondant à -10°C sur la glace	Permet de déterminer le pouvoir fondant immédiat (PFI) après 20 min de contact avec la glace et le pouvoir fondant efficace (PFE) après 60 min	Mesurer la capacité du produit à mettre en fusion de la glace	Valeur minimale du couple PFI /PFE : - PFI \geq 5,0 ml - PFE \geq 300 ml.min	<ul style="list-style-type: none"> • Le PFI quantifie la rapidité d'action du fondant, le PFE quantifie son efficacité dans la durée. • Cette performance est à exiger systématiquement quel que soit le produit. • Dans le respect des seuils minimaux, l'intérêt du couple PFI/PFE d'un fondant réside surtout en termes de comparaison entre différents fondants et selon la nature des phénomènes météo-routiers à traiter.
Caractère corrosif du produit	Classement du fondant en fonction de son caractère corrosif sur l'acier, l'acier galvanisé et l'aluminium	Apprécier la corrosion induite par l'usage d'un fondant sur les trois métaux mis en œuvre classiquement dans les ouvrages routiers (acier, acier galvanisé et aluminium)	3 classes pour chacun des 3 métaux testés (corrosion faible, moyenne, forte en $\mu\text{m}/\text{an}$): - classe 1 "faible" : $C < 50$ - classe 2 "moyenne" : $50 \leq C < 200$ - classe 3 "forte" : $C \geq 200$	<ul style="list-style-type: none"> • A fournir par le fournisseur lorsque le gestionnaire possède des ouvrages ou des infrastructures sensibles à la corrosion. • Facultative mais si elle est retenue par l'acheteur celui-ci doit spécifier la classe de corrosion souhaitée.

Tableau 3 : caractéristiques et performances à satisfaire par le produit

3.3. Prise en compte du cycle de vie du fondant

En amont du choix d'un fondant routier, le gestionnaire se doit d'appréhender le cycle de vie de son produit. Cette étape préalable permet d'affiner ses critères et d'utiliser au mieux les normes.

• Le choix (l'origine)

La source d'approvisionnement va influencer les caractéristiques du produit et par conséquent son utilisation en tant que fondant routier pour le service hivernal. Les sels obtenus par concentration et cristallisation d'eau de mer présentent en général une pureté plus élevée que les sels d'origine minière.

De même, les caractéristiques des produits de base sont étroitement liées à leur mode d'extraction et à leur processus d'élaboration et peuvent être différentes selon cette spécificité. À titre d'exemple, il existe une plage de valeurs pour certaines caractéristiques physico-chimiques du chlorure de sodium :

- teneur en eau de 0,5 à 6 % ;
- teneur en chlorure de 91 à 98 % ;
- taille des plus gros grains de 0,8 à 8 mm.

Il est recommandé pour le gestionnaire de choisir une origine unique pour un type de produit donné. Cela lui permet de s'affranchir des modifications des propriétés physico-chimiques du sel et d'avoir en fin de compte un produit homogène.

• L'usage

En dehors des contraintes matérielles de stockage, de manutention et d'épandage, un produit doit être adapté à l'usage que l'on souhaite en faire, c'est-à-dire d'une part, au phénomène météo-routier hivernal à traiter et d'autre part, à l'adéquation avec les objectifs associés au niveau de service du réseau

La norme fournit des « valeurs seuils » définies pour chaque spécification ou performance. Ces valeurs sont à respecter.

Au regard de ses besoins et/ou de ses contraintes spécifiques, une hiérarchie ou une modulation peut être faite. De même, l'acheteur peut utilement s'interroger sur l'opportunité ou non d'un haut niveau de performance pour chacune d'elles.

• L'achat

Le savoir et l'expérience des responsables d'intervention et intervenants se sont souvent acquis et consolidés après de nombreuses années d'usage d'un fondant d'une même origine (la plus proche géographiquement). Un changement (autre couleur, écoulement, pouvoir fondant, etc.) impose une reconstruction de ces repères pour garantir le bon usage du nouveau fondant.

Changer de spécifications d'achat, voire simplement d'origine du site de production impacte fortement le service hivernal. Par exemple, l'écoulement d'un produit est lié à son pourcentage d'eau et à sa granularité, le fuseau et la forme des grains découlent du mode/site de production. Ainsi, à moins de recalibrer ses outils d'épandage en cours d'hiver, ce qui est contraignant en termes d'exploitation, les caractéristiques du fondant doivent rester identiques durant une même saison hivernale.

Par ailleurs, les mentions sur les emballages ainsi que la transmission d'un document d'accompagnement du produit sont obligatoires.

Le gestionnaire routier se doit d'être vigilant quant à la qualité du produit fourni au regard des critères qu'il aura spécifiés. Un contrôle systématique de son achat lors de la livraison lui permet de s'assurer au mieux de cette qualité (cf. § « le contrôle du fondant »).

Le guide technique du Cerema sur l'achat des fondants routiers [4] apporte des compléments sur la gestion de cette étape du cycle de vie du fondant.

Spécification (selon la XP P98-181)	Objectifs	Classe d'exigence définie à la norme	Conseils et remarques à la compréhension
Mentions sur l'emballage et documents d'accompagnement	Disposer sur le conditionnement des informations essentielles à la traçabilité et à la sécurité (stockage, manutention et usage)	Sans objet	Ne sont pas concernés : <ul style="list-style-type: none"> les produits déjà couverts par la NF P98-180 les « produits chimiques » : règlement (CE) n°1272/2008 du Parlement européen et du Conseil du 16 décembre 2008 relatif à la classification, à l'étiquetage et à l'emballage des substances et des mélanges
Produits conditionnés : mentions sur emballages et étiquettes	Sans objet	La production est exigée	La liste des sept mentions ou renseignements figurant sur l'étiquetage du produit en français : mention "fondant" – nature physico-chimique – masse nette – propriétés fonctionnelles – conditions de manutention et stockage (FDS) – traçabilité de la production – identification du producteur, de l'importateur ou du conditionneur
Mentions sur bulletin de livraison	Sans objet	La production est exigée	La liste des sept mentions ou renseignements figurant sur le bulletin de livraison en français : masse nette – identification du producteur, de l'importateur ou du conditionneur – mention « fondant » – identification du fondant – date d'expédition – référence contrat – lieu de chargement

Tableau 4 : mentions sur l'emballage et documents d'accompagnement

• Le transport

Les trois types de transport principaux (routier, ferroviaire, maritime/fluvial) sont mis en œuvre soit par les fournisseurs, soit par les utilisateurs. Dans les deux cas, il est fait appel à des transporteurs de marchandises dans le cadre de marchés. Une obligation de qualité de transport en situation normale ou situation exceptionnelle hivernale permet d'assurer la pérennité des propriétés du produit. Cette qualité de transport concerne également l'utilisateur lorsqu'il effectue sa manutention interne.

Bien souvent, il est fait état de pollutions diverses du sel dont les origines peuvent être attribuées à la propreté initiale des bennes, wagons ou vraquier/péniches. Le transport peut, par ailleurs, être réalisé sans aucune protection aux intempéries ce qui, en présence de précipitations, peut modifier à la fois la teneur en eau initiale du produit et sa granularité.

Une « chaîne de qualité » doit être mise en place selon les exigences du produit et ce, tout au long de sa « vie » allant du transport initial, au stockage et à l'utilisation du produit.

• Le stockage

D'un point de vue des problématiques de santé publique et d'environnement, le stockage des produits utilisés doit être effectué en conformité avec l'arrêté du 30 juin 2006 relatif aux installations de traitements de surfaces soumises à autorisation au titre de la rubrique 2565 de la nomenclature des installations classées.

Les modes de stockage sont différents et doivent être adaptés à la nature du produit stocké et à sa forme :

- sous forme solide, le stockage pourra être effectué en vrac sous abri ou en silo, en big-bag de 0,5 à 1,5 t ou en sac de 10 ou 25 kg ;
- sous forme liquide, le stockage est réalisé en citernes qui peuvent disposer d'une protection afin d'éviter que du liquide ne pénètre dans le milieu naturel en cas de fuite.

Pour certains produits, il peut s'avérer nécessaire de prendre des précautions particulières (hygroscopicité, contamination entre produits, etc.). En fonction de la nature et de la quantité de fondant, le site de stockage peut faire partie des Installations Classées pour la Protection de l'Environnement (ICPE). Il est nécessaire de se renseigner auprès des DREAL ou sur le site Internet du ministère : <http://www.installationsclassées.developpement-durable.gouv.fr/Definition.html>.

Les différents fondants solides possèdent une humidité relative d'équilibre (HRE). En deçà de cette HRE, le fondant sous forme solide s'assèche. Au-delà, il s'humidifie et passe sous forme liquide (saumure). Suivant son mode de stockage, il est donc important de bien vérifier que l'on dispose d'un lieu de stockage adéquat.

Par ailleurs, les dispositions prises pour assurer le stockage, avant commercialisation, ne permettent pas toujours de garantir la constance et la qualité du produit qui est soluble et hygroscopique par nature.

De nombreux stocks de NaCl chez les fournisseurs ne sont pas abrités, ce qui :

- ne permet pas de maîtriser la teneur en eau du produit (classe 1 \leq 0,5 %, classe 2 \leq 1,5 %, classe 3 \leq 6%) ;
- entraîne le lessivage des agents anti-mottants et la formation de croûtes, avec pour conséquences des difficultés d'écoulement dans les trémies et d'épandage sur les chaussées ;
- accroît les risques de « prise de gel » ou cristallisation secondaire à basse température.

La qualité des plates-formes de chargement est très variable. Celles-ci peuvent comporter un écoulement libre, un revêtement étanche avec récupération des eaux de ruissellement, en passant par des implantations en zones inondables ou dans des zones environnementales sensibles.

La qualité des protections aux intempéries varie aussi (abri en dur, bâche, stockage à l'air libre), ce qui peut entraîner, par exemple, une perte de sel importante pouvant aller de 5 à 10% notamment sur les stocks à l'air libre de NaCl.

Un mauvais stockage peut provoquer la création de mottes ou de croûtes dénaturant la qualité du produit et par conséquent son efficacité et sa facilité d'épandage. De même, il faut éviter de mélanger les produits.

Le gestionnaire se doit de prendre en compte la typologie et la qualité de son stockage et d'adapter son achat en conséquence. Ces problématiques doivent aussi être prises en compte dans l'ensemble des phases de stockage inhérentes à l'utilisation du produit par le gestionnaire (stockage à la livraison, stockage intermédiaire).

Famille de produits	Forme	Préconisation d'usage	Mode de stockage
Chlorure de sodium	Solide ou Liquide	Utilisé pour des températures de l'air > -7°C, -8°C sous forme solide	Vrac, big-bag, sac, HRE 75-80 %
Chlorure de calcium		Utilisé pour des températures très basses	Big-bag, sac, citerne, HRE 45-50 %
Chlorure de magnésium			Big-bag, sac, citerne, HRE 30-33 %
Chlorure de potassium	Solide	Utilisé pour des températures peu basses	Big-bag, sac, HRE 86 %
Acétate de sodium	Solide	Utilisation très rare	Non renseigné
Acétate de potassium avec un inhibiteur de corrosion	Solide ou Liquide	Usage aéroportuaire et dans les cas particuliers où le chlorure de sodium est incompatible (corrosion, etc.)	Big-bag, sac, citerne, HRE 23 %
Acétate de magnésium avec un inhibiteur de corrosion	Solide		Non renseigné
Formiate de potassium	Solide ou Liquide	Usage aéroportuaire et dans les cas particuliers où le chlorure de sodium est incompatible (corrosion, etc.)	Big-bag, sac, citerne, HRE 16 %

Tableau 5 : préconisations d'usage et modes de stockages des produits

• L'utilisation

Les conditions d'épandage du produit sont étroitement liées à sa qualité. L'étalonnage des saleuses fluctue avec la qualité du sel et le dosage répandu varie avec la teneur en eau ou la granularité du produit. La présence de mottes, de croûtes ou matériaux divers risque de perturber l'épandage et d'entraîner une sur ou sous-consommation du produit.

Par ailleurs, un produit qui n'est pas homogène et constant entraîne une détérioration des qualités de l'épandage (efficacité, homogénéité, coût d'usage) ce qui peut induire des problèmes de sécurité routière.

La note d'information du Sétra « *L'impact des fondants routiers sur l'environnement. État des connaissances et pistes d'actions* » [7] détaille les impacts des fondants routiers et propose des mesures pour les réduire.

Enfin, il faut s'assurer que le produit que l'on achète puisse être épandu, c'est-à-dire compatible avec le matériel d'épandage dont dispose le gestionnaire. De plus, lors de changement de fondant, il est nécessaire d'effectuer systématiquement un réglage de la saleuse ou de la saumureuse. Une attention particulière doit être portée au nettoyage du matériel, car il peut y avoir une incompatibilité ou une réaction entre les produits.

4. Les précautions d'emploi et les contrôles

4.1. Les précautions d'emploi, l'hygiène et la sécurité

La nature du produit et ses précautions d'emploi (fiche de données d'hygiène et de sécurité) sont à connaître avant toute manipulation. La fiche de données de sécurité est un document essentiel à demander impérativement lors de la rédaction du marché.

Le guide technique du Cerema sur le stockage des fondants routiers [5] détaille les précautions à prendre pour manipuler les fondants.

La fiche de données d'hygiène et de sécurité est un document qui doit être obligatoirement transmis à l'acheteur [6]. L'incapacité ou le refus du fournisseur à procurer cette fiche pour son fondant apporte un éclairage explicite sur le sérieux de sa proposition.

La fiche de données d'hygiène et de sécurité s'applique au produit chimique considéré comme un tout. Ainsi, s'il est le résultat d'un mélange de plusieurs substances, l'ensemble des constituants contribuant aux dangers (nature et concentration) sont examinés dans cette fiche (il ne s'agit pas d'une juxtaposition des fiches individuelles de chaque constituant).

4.2. Les contrôles

Les normes NF P98-180 et NF ISO 2591-1 déclinent les méthodes d'essai associées aux caractéristiques du chlorure de sodium utilisé comme fondant routier.

Afin de pouvoir contrôler la conformité du produit livré, notamment en cas de litige ou de défaut de qualité constaté à l'utilisation, la norme NF P98-180 préconise le prélèvement contradictoire :

- d'un échantillon de 5 à 10 kg par livraison de 25 t ;
- de deux échantillons de 5 à 10 kg par tranche de 100 tonnes pour les livraisons importantes.

Les informations essentielles à la traçabilité (à renseigner sur les échantillons contradictoires) sont :

- la masse nette du produit ;
- l'identité du producteur ou de l'importateur ;
- l'identification des caractéristiques du fondant livré ;
- la date d'expédition, le lieu de chargement et la référence à la commande ou au marché (bulletin de livraison uniquement).

Ces échantillons doivent être conservés et identifiés (date, numéro de véhicule, opérateurs, etc.) afin de servir de référence et d'assurer une traçabilité. En cas de problème rencontré à l'usage, l'échantillon constituera une référence objective des propriétés du fondant livré et permettra d'identifier la cause du problème (propriétés du fondant ou causes exogènes – dégradation au stockage, problèmes matériels, etc.). Une méthode de prélèvement est décrite dans le document intitulé "Méthode de prélèvement d'un échantillon représentatif de fondants en grains" [8].

La norme définit également le contenu des rapports d'essais fournis suite au contrôle de conformité du produit. Elle décline les mentions devant être présentes sur l'emballage des produits conditionnés (sacs, big-bags) et sur les bulletins de livraison (sacs, big-bags et vrac).

Le gestionnaire doit préciser dans la rédaction de son marché la fourniture des rapports des essais correspondants aux classes d'exigences retenues. S'il souhaite vérifier la conformité du produit acheté, il peut faire effectuer des essais auprès de laboratoires certifiés ou accrédités.

Pour la réalisation des essais, le fournisseur de fondant doit de préférence s'orienter vers un laboratoire ayant démontré sa compétence :

- soit par une certification de son Service Qualité (norme ISO 9001) ;
- soit par des essais croisés ;
- soit par une accréditation de l'essai par un organisme habilité (ex : Cofrac) ;
- soit vers le réseau scientifique et technique du ministère (RST) dans le cas d'essai particulier comme la mesure d'adhérence ou l'essai sur le pouvoir fondant.

La norme XP P98-181 fixe l'ensemble des protocoles et méthodes d'essai qui permet de contrôler les spécifications et les performances.

Les méthodes d'essai sont décrites de manière suffisamment exhaustive pour être mises en œuvre par tout laboratoire d'essais. Les essais et l'expression des résultats concernent les produits solides ou liquides, l'échantillonnage étant fait sur le produit commercialisé, et non sur la/les seule/s molécule/s active/s.

Le guide du Cerema sur l'achat des fondants routiers [4] fournit des éléments complémentaires sur le contrôle du fondant.

5. Bibliographie

- [1] NF P99-320, Météorologie routière – Recueil des données météorologiques et routières – Terminologie. AFNOR, avril 1998
- [2] NF P98-180, Service hivernal – Chlorure de sodium solide utilisé comme fondant routier – Spécifications. AFNOR, juillet 2003
- [3] XP P98-181, Matériels et produits d'entretien routier – Fondants, solides ou liquides, pour le service hivernal des routes et voiries d'usages spécifiques – Critères de performance. AFNOR, mars 2011
- [4] L'achat des fondants routiers, guide technique. Cerema, en cours de publication
- [5] Le stockage des fondants routiers : gestion et dimensionnement, guide technique. Cerema, en cours de publication
- [6] Arrêté du 9 novembre 2004 modifiant l'arrêté du 05/01/1993 fixant les modalités d'élaboration et transmission des fiches de données de sécurité et transposant la directive 2001/58/CE de la commission du 27/07/2001
- [7] L'impact des fondants routiers sur l'environnement : état des connaissances et pistes d'actions, note d'information Économie, Environnement, Conception, n° 94 (DT 5939). Sétra, mars 2011
- [8] Méthode de prélèvement d'un échantillon représentatif de fondants en grains, méthode d'essai n° 109. Octobre 2004 <http://www.viability-hivernale.developpement-durable.-gouv.fr/methodes-d-essai-concernant-les-fondants-routiers-a4275.html>

Cette note d'information fait partie d'un ensemble de documents du Cerema consacré à la thématique des fondants routiers :

- *L'achat des fondants routiers*, guide technique (en cours de publication) ;
- *Le stockage des fondants routiers*, guide technique (en cours de publication) ;
- *Les consignes de traitement*, guide méthodologique (en cours de rédaction).

6. Glossaire

Cuve de dissolution : cuve permettant de dissoudre en continu le fondant routier solide en saumure par courant ascendant de l'eau

Fondant ionique : fondant possédant une disposition régulière en cations (ions positifs) et en anions (ions négatifs) tel que le chlorure de sodium

Humidité relative d'équilibre : valeur du seuil d'humidité relative de l'air (%) au-delà de laquelle un matériau commence à absorber l'humidité ambiante et à se dissoudre

Hygroscopicité : particularité d'un matériau poreux à absorber une certaine quantité d'humidité de l'air (humidité relative de l'air) ou d'eau à son contact et voyant sa masse augmenter

Point singulier : point significatif où apparaît un phénomène routier hivernal indépendamment du reste de l'itinéraire

Sulfate soluble : sel formé par la combinaison de l'acide sulfurique avec une base (magnésium, cuivre, etc.)

Potasse : minéral salin de roche évaporitique à base de chlorure de potassium

Pouvoir fondant efficace : à -10°C , relation entre la quantité de produit de fonte (en ml) formée par 1 gramme de fondant et le temps (en minute sur une période de 60 minutes)

Pouvoir fondant immédiat : à -10°C , quantité de produit de fonte (en ml) formée par 1 gramme de fondant en 20 minutes

Pouzzolane : roche naturelle constituée de scories volcaniques basaltiques ou de composition proche (poreuse et alvéolée)

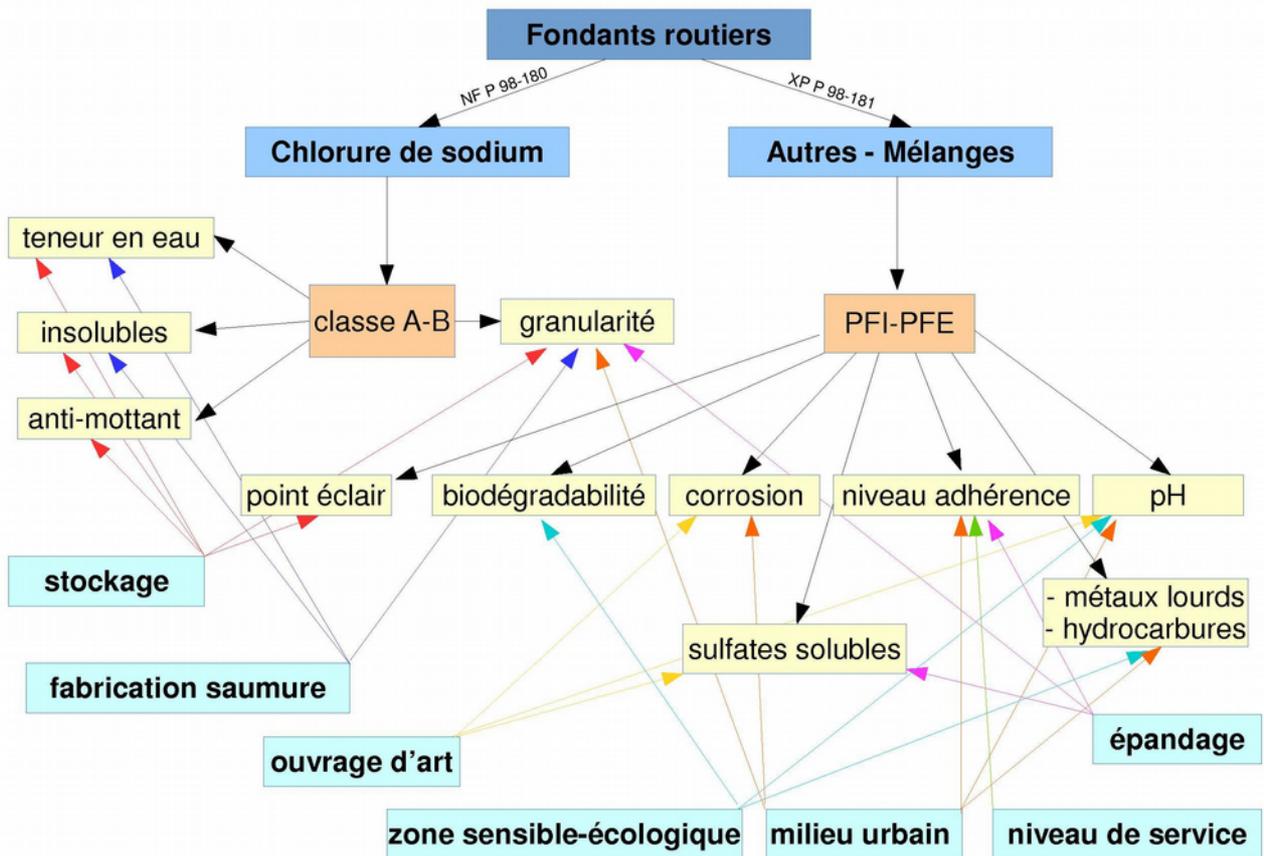
Sel de seconde intention : sel de récupération suite à un procédé chimique ou valorisation d'un résidu de sel ayant servi dans l'industrie et qui ne fait pas l'objet de l'article 3 de la NF P 98-180

Sel gemme : Sel extrait de mine, soit par concassage, soit par injection d'eau puis par évaporation

Sel ignigène : sel obtenu par chauffage d'une saumure

7. Annexes

Logigramme des spécifications des fondants routiers et de l'analyse des besoins



Cette note d'information « Sécurité, Équipement, Exploitation, Conception » est publiée dans

la collection « Références » du Cerema

Cette collection regroupe l'ensemble des documents de référence portant sur l'état de l'art dans les domaines d'expertise du Cerema (recommandations méthodologiques, règles techniques, savoir-faire...), dans une version stabilisée et validée. Destinée à un public de généralistes et de spécialistes, sa rédaction pédagogique et concrète facilite l'appropriation et l'application des recommandations par le professionnel en situation opérationnelle.

Les notes d'information sont destinées à fournir une information rapide sur un sujet donné. Elles font l'état de connaissances, d'études, de réflexion, d'expériences ou de techniques à la date de leur parution, sachant que leur actualité et leur contenu doivent être appréciés en fonction d'évolutions réglementaires ou techniques plus récentes.

Collection

Références

ISSN : 2276-0164

ISBN :

978-2-37180-018-2

Ce document ne peut engager la responsabilité ni de son rédacteur ni du Cerema.

Les sociétés citées le cas échéant dans cette série le sont à titre d'exemple d'application jugé nécessaire à la bonne compréhension du texte et à sa mise en pratique.

©2015- Cerema

La reproduction totale ou partielle du document doit être soumise à l'accord préalable du Cerema.

Rédacteurs :

BURDUCHE Christelle (ex-CETE Normandie-Centre), DURIEZ Luc – Cerema / Nord-Picardie, RICHARD Olivier (ex-Sétra), THIEBAUT Thomas (ex-Sétra), VARGAS Jean-François – Cerema / Centre-Est.

Avec la participation des membres du Réseau Technique Viabilité Hivernale (RTVH) et plus particulièrement d'Ethel JACQUOT – Cerema / Est.

Renseignements techniques :

MARTEAU Aline – Cerema / Infrastructures de transport et matériaux

Connaissance et prévention des risques - Développement des infrastructures - Énergie et climat - Gestion du patrimoine d'infrastructures
Impacts sur la santé - Mobilité et transports - Territoires durables et ressources naturelles - Ville et bâtiments durables