



# NOTE D'INFORMATION

Circulation Sécurité  
Équipement Exploitation 122

Auteur : CETE de l'EST

Editeur :



## DISPOSITIONS PARTICULIÈRES POUR L'EXPLOITATION HIVERNALE DES BETONS BITUMINEUX DRAINANTS

SEPTEMBRE 2001

*Cette note d'information, destinée aux gestionnaires et aux exploitants de réseaux routiers ou autoroutiers, décrit les dispositions particulières à prendre pour l'exploitation hivernale des BBDr. Elle est complémentaire avec la note d'information n° 100 série Chaussées Dépendances de juin 1997 intitulée "Enrobés drainants".*

*Cette note fait le point sur l'ensemble de dispositions qui, mises en œuvre avec cohérence, peuvent permettre de maîtriser au mieux les effets du comportement physique particulier de ces surfaces routières :*

- *les dispositifs de surveillance,*
- *l'adaptation et le dimensionnement des moyens d'intervention,*
- *la formation des personnels d'exploitation.*

*En conséquences, une réflexion est proposée sur les limites d'emploi liées aux contraintes hivernales auxquelles peuvent être exposés ces revêtements.*

*Les réflexions menées par le groupe national "Enrobés drainants", présidé par M. BASSET, pourront apporter des compléments ou amendements à la présente note d'information.*

### INTRODUCTION

La mise en place de revêtements ouverts ou poreux, par différence aux revêtements denses / fermés, entraîne une modification notable du bilan thermique entre la surface de roulement et l'atmosphère, attribuable notamment à leurs propriétés thermiques et radiatives spécifiques.

*En période hivernale, les exploitants de réseaux analysent en permanence les conditions météorologiques et routières afin de prévoir l'évolution des conditions de circulation, et anticiper ainsi, par des*

*actions appropriées, les risques de variation d'adhérence provoqués par le verglas ou la neige. Les nouveaux revêtements modifient les repères usuels utilisés pour cette prévision et obligent à de nouvelles stratégies d'exploitation.*

### 1. DISPOSITIFS SPECIFIQUES DE SURVEILLANCE DES BBDr

Sur les réseaux de niveaux de service élevés qui sont généralement concernés par les BBDr, les dispositifs de surveillance et les matériels de mesures conven-

tionnels qui leur sont associés, sont généralement suffisants. La spécificité de la surveillance des BBDr tient principalement dans l'analyse spatio-temporelle spécifique des informations collectées. Rappel : la démarche consiste à coupler les prévisions météorologiques aux observations effectuées dans le cadre du patrouillage et/ou fournis par des stations météorologiques implantées à demeure, afin d'anticiper les risques routiers hivernaux.

**En fonction du dispositif de surveillance existant sur l'itinéraire, celui-ci est adapté et renforcé en conséquence afin de disposer des informations pertinentes.**

Pour mémoire on peut citer :

### **1.1. Les patrouilles de surveillance de l'itinéraire**

Les patrouilles sont activées en fonction des conditions météorologiques spécifiquement attendues sur BBDr (traduction en termes routiers des conséquences d'une prévision météorologique). Ces patrouilles doivent bien connaître l'itinéraire, et être formées. Elles effectuent un ensemble d'observations et de mesures. Ces mesures et observations ponctuelles détaillées font l'objet d'une codification et d'une transmission appropriée vers le responsable d'intervention chargé de l'analyse de la situation.

### **1.2. La prévision météorologique et les dispositifs de suivi rapproché des précipitations**

Les moyens disponibles, permettant le suivi rapproché des précipitations, peuvent être :

- les bulletins météorologiques routiers tels que proposés par les services de Météo France (Produits de la gamme Atmoroute, sur PC ou télécopie),
- les systèmes de surveillance et de prévision immédiate des précipitations de type ASPIC (imagerie radar des précipitations de Météo France).

### **1.3. Les instruments de mesures**

- Les patrouilleurs peuvent avoir des dispositifs portables de mesure de la température, de l'humidité de l'air, et de la température de surface du revêtement.
- Des stations de mesure à point fixe, de type stations météorologiques dites SAD-SH, peuvent équiper localement le réseau, de façon à suppléer ou compléter les mesures mobiles réalisées (il est à noter que les capteurs routiers qui équipent ces stations ne sont pas actuellement adaptés à ce type de revêtements).

### **1.4. La connaissance du comportement thermique du réseau revêtu de BBDr**

L'empreinte thermique hivernale permet de :

- localiser les contraintes thermo-hygro-métriques locales du réseau,
- relativiser / hiérarchiser les mesures mobiles et fixes.

## **2. ADAPTATION ET DIMENSIONNEMENT DES MOYENS D'INTERVENTION DU SERVICE**

Pour garantir sur BBDr un objectif de qualité voisin de celui des autres revêtements, il convient de :

- redimensionner les circuits d'intervention de salage et de déneigement,
- renforcer les moyens du service,
- renforcer la compétence des agents et décideurs

*Nota : Même avec la mise en œuvre des dispositions ci-dessous, il est actuellement illusoire de prétendre garantir un objectif de qualité identique à celui d'un revêtement fermé pour les situations météorologiques telles que la pluie verglaçante et les chutes de neige significatives.*

### **2.1. Les circuits d'intervention**

Afin de tenir compte :

- de l'accroissement des dosages nécessité par le traitement du verglas et de la neige sur BBDr, se traduisant globalement par une augmentation d'environ 30 % de la quantité des fondants répandus,
- de la capacité d'épandage des saleuses (volume des trémies, asservissement, etc.),
- de l'accroissement du nombre de rotations de salage et de déneigement, en particulier en situation limite mais non exceptionnelle,

il convient :

- de réduire la longueur des circuits de salage,
- de réduire la longueur des circuits de déneigement pour tenir compte d'un accroissement de 30 à 100 % de la fréquence des rotations qui dépend principalement de l'occurrence de ce phénomène (la pratique de certaines Sociétés d'autoroutes consiste à effectuer des rotations d'engins toutes les 30 mn pendant la période de chute de neige).

Le redimensionnement des circuits s'effectue à partir des moyens existants dans le cadre d'un programme de mise à niveau qui prendra en compte à la fois la nécessité de moyens complémentaires et l'adaptation technologique obligatoire de ceux-ci aux modes d'utilisation.

## 2.2. La nature des fondants

Outre le fondant conventionnel utilisé (NaCl en grains, de granularité moyenne) et la saumure pour la bouillie, l'expérience montre qu'il peut être utile de disposer d'un éventuel fondant complémentaire possédant des propriétés physiques particulières (hygroscopicité et vitesse d'hydratation accrues). Cette disposition entraîne une contrainte supplémentaire liée à la gestion de ce produit et à son stockage.

		Forte occurrence de verglas	Forte occurrence de neige	Forte occurrence de température <-7°C
NaCl à granularité fine		**** NaCl fin + NaCl		
CaCl <sub>2</sub>	paillettes			**** en mélange avec NaCl
	saumure		**** bouillie NaCl en grains + CaCl <sub>2</sub>	**** bouillie NaCl en grains + MgCl <sub>2</sub>
MgCl <sub>2</sub>	saumure		**** bouillie NaCl en grains + CaCl <sub>2</sub>	**** bouillie NaCl en grains + MgCl <sub>2</sub>

Pour le choix des fondants, on se référera aux notes d'information du SETRA série Chaussées Dépendances n° 81 "Choisir et maîtriser la qualité des fondants" et n° 67 "Le comportement hivernal de certaines surfaces routières".

## 2.3. Les matériels d'épandage

En fonction de l'importance des surfaces revêtues de BBDr, du nombre de circuits de salage concernés, les moyens d'épandage et leur capacité seront adaptés. De façon générale, leurs nombres devront être : soit accrus pour tenir compte des contraintes décrites en § 2.1., soit redimensionnés en augmentant

l'autonomie de la saleuse (capacité de la trémie). Il conviendra, soit de se doter de véhicules supplémentaires en régie avec les personnels pour les conduire, soit de mettre en place une sous-traitance spécifique pour faire face aux situations limites et/ou exceptionnelles.

## 2.4. Les matériels de déneigement

Les véhicules d'intervention seront équipés de lames biaisées avec une lame d'usure en néoprène. Les rabots sont proscrits. L'usage des lames aciers sera évité car cela peut entraîner des dégradations de surface par arrachement de granulats.

## 2.5. L'évacuation de la neige

Pour limiter les effets du bourrage de la neige dans la macrotexture des BBDr par le trafic, le nombre de passages des engins de déneigement doit être accru. Sur autoroute, lors de précipitations neigeuses moyennes ou fortes, il est fréquent de procéder à une intervention à intervalles réguliers.

Dans le cas de précipitations neigeuses durables, il convient d'éviter la mise en cordons de la neige sur la BAU et son maintien en place pour éviter :

- le phénomène de sorbetière (mélange de neige et de fondant) pouvant congeler l'eau interstitielle de la porosité des BBDr, ce qui a pour effet d'entraver son évacuation interne. Ce cordon sera, soit rejeté en dehors de la BAU, soit repris,
- le phénomène de recirculation des eaux de fusion, dans le cas de chaussée déversée en TPC.

Dans le cas d'une exploitation éventuelle différente, entre voie lente et voie rapide, il conviendra, dans la phase de déneigement final, de veiller particulièrement aux risques de verglaçage à l'arrière de l'atelier de déneigement. Lorsque la neige est renvoyée de la voie rapide sur la voie lente déjà dégagée, cette dernière peut se trouver à une température très inférieure à 0°C et verglacier rapidement bien que salée antérieurement.

## 2.6. L'épandage de fondants

Les tableaux ci-après (cf. p.4 et 5), basés sur l'expérience acquise par les exploitants, proposent un ensemble de dosages adaptés à chaque situation météorologique susceptible d'être rencontrée.

Ces dosages doivent être pondérés en fonction :

- de la quantité d'eau contenue dans la porosité du BBDr,
- de la quantité résiduelle de fondants en surface et à cœur.

TYPES DE PHÉNOMÈNES	SENSIBILITÉ HIVERNALE ET DIFFICULTÉS DE TRAITEMENT		DOSAGES ET FONDANTS PRÉCONISÉS EN PRECURATIF ET CURATIF			
			sel moyen	saumure chlorure de sodium	bouillie <sup>1</sup> de NaCl	traitements spéciaux <sup>2</sup>
<b>CONGÉLATION D'HUMIDITÉ PRÉ - EXISTANTE</b>	Les quantités d'eau piégées en surface sont peu importantes. A la suite de précipitations récentes, l'eau contenue dans la porosité peut être pompée par le trafic et former du verglas dans les bandes de roulement.  Les températures de protection sont étroitement liées à la quantité d'eau résiduelle dans la porosité du BBDr.	Curatif	20 g/m <sup>2</sup>			20 g/m <sup>2</sup>
		Précuratif			10 à 30 g/m <sup>2</sup> en fonction de l'eau résiduelle dans la porosité	
<b>GELEE BLANCHE (GIVRE)</b>	Un revêtement jeune (plus noir) est plus sensible aux abaissments radiatifs de température donc au dépôt de gelée blanche.  La température de surface du BBDr est souvent inférieure de 1 à 2°C par rapport aux BBSG, parfois plus : il est donc plus sensible. Les quantités de vapeur d'eau condensée sont généralement faibles.	Curatif		10 g/m <sup>2</sup>	10 g/m <sup>2</sup>	
		Précuratif		10 g/m <sup>2</sup>	10 g/m <sup>2</sup>	
<b>PLUIE VERGLAÇANTE OU EN SURFUSION</b>	En l'absence de traitement préventif, la vitesse de formation et la durée de maintien au sol de ce phénomène dépendent en partie de sa température de surface.  La température plus froide de la surface, le caractère isolant du BBDr et la difficulté pour maintenir en surface le sel apporté par un traitement préventif, le rendent plus sensible à ce phénomène.  En traitement curatif d'attaque, le NaCl solide moyen est à déconseiller : lui préférer, soit la bouillie, soit l'un des traitements spéciaux.	Curatif			20 à 30 g/m <sup>2</sup> A répéter si nécessaire à intervalle de 20 min	30 g/m <sup>2</sup> à répéter si nécessaire à intervalle de 20 min
		Précuratif	15 à 20 g/m <sup>2</sup>		15 à 20 g/m <sup>2</sup>	15 à 20 g/m <sup>2</sup>
<b>PLUIE SUR SOL GELÉ</b>	La durée du verglas est proportionnelle à la température négative de la surface et inversement proportionnelle à la quantité d'eau précipitée.  Le BBDr est plus sensible dans un premier temps, mais sa température atteint plus rapidement celle des précipitations.  ATTENTION à la pluie et neige mêlées à 0°C	Curatif	15 à 20 g/m <sup>2</sup> A répéter suivant l'importance de la précipitation		15 à 20 g/m <sup>2</sup> A répéter suivant l'importance de la précipitation	15 à 20 g/m <sup>2</sup> A répéter suivant l'importance de la précipitation
		Précuratif	15 à 20 g/m <sup>2</sup> , risque de dilution rapide			15 à 20 g/m <sup>2</sup> , risque de dilution rapide

1 Bouillie ou technique dite du sel humidifié : le taux de mouillage conventionnel est compris entre 20 et 30%.

2 Traitements spéciaux : cf. paragraphe 2.2. (sel fin, CaCl<sub>2</sub>, MgCl<sub>2</sub>)

TYPES DE PHÉNOMÈNES	SENSIBILITÉ HIVERNALE ET DIFFICULTÉS DE TRAITEMENT		DOSAGES ET FONDANTS PRÉCONISÉS EN PRÉCURATIF ET CURATIF			
			sel moyen	saumure chlorure de sodium	bouillie de NaCl	traitements spéciaux
<b>BROUILLARD GIVRANT</b>	<p>Il n'affecte la surface routière que s'il est suffisamment dense pour se déposer, ou :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• si la chaussée est plus froide que lui (condensation solide),</li> <li>• si celle-ci est salée (différence de pression de vapeur saturante), ce qui entraîne une dilution de la saumure</li> </ul>	Curatif	10 à 15 g/m <sup>2</sup>		10 à 15 g/m <sup>2</sup>	10 à 15 g/m <sup>2</sup>
		Précuratif			Si salage antérieur, ne traiter que si il y a risque de dilution, sinon 10 à 15 g/m <sup>2</sup>	
<b>NEIGE SECHE (POUDREUSE)</b>	<p>Plus la macrotexture de la surface est prononcée, plus elle a tendance à "fixer" la neige.</p> <p>Eviter de traiter cette neige qui n'adhère pas au revêtement.</p> <p>L'équivalent en eau piégée par le BBDr est alors important.</p>	Curatif		30 g/m <sup>2</sup> , répéter si nécessaire après raclage systématique		30 g/m <sup>2</sup> , répéter si nécessaire après raclage systématique
		Précuratif	à éviter	à éviter	à éviter	à éviter
<b>NEIGE HUMIDE</b>	<p>Cette neige se compacte rapidement sous le trafic et adhère au revêtement. Le "travail" de la neige et du fondant par le trafic est inexistant. Il y a rapidement colmatage de la porosité, y compris par les lames de déneigement, ce qui entraîne une grande quantité en eau dans le BBDr.</p>	Curatif	30 g/m <sup>2</sup> à répéter si nécessaire après raclage			
		Précuratif			30 g/m <sup>2</sup>	30 g/m <sup>2</sup>
<b>NEIGE MOUILLÉE</b>	<p>Cette neige est le résultat d'une précipitation de pluie et neige mêlées ou l'évolution d'une neige humide. Sauf colmatage par congélation de l'eau dans les pores, cette neige mouillée s'évacue rapidement de la surface du BBDr.</p> <p>Le précuratif est rarement nécessaire, le curatif constitue bien souvent un préventif pour prévenir le risque ultérieur de congélation.</p>	Curatif	10 à 20 g/m <sup>2</sup> pour faciliter l'évacuation rapide du mélange			
		Précuratif				

Ces facteurs de pondération sont aujourd'hui quasiment inaccessibles.

Pour se prémunir de tout risque, on considère :

- qu'il ne subsiste plus d'eau ou d'humidité à protéger dans la matrice du BBDr, dès lors qu'aucune précipitation n'aura été observée durant 5 jours,
- qu'il ne subsiste plus de sel résiduel en surface de BBDr dans la demi-heure qui suit le début d'une précipitation.

### **3. FORMATION DES PERSONNELS D'EXPLOITATION, ADAPTATION DES STRATEGIES D'INTERVENTION**

Une formation spécifique sur le comportement hivernal des BBDr est indispensable pour l'ensemble des personnels d'encadrement et d'exécution.

Cette formation doit permettre l'acquisition :

- des connaissances techniques nécessaires à la compréhension des phénomènes météorologiques spécifiques se développant sur ces revêtements,
- d'une démarche analytique pour prendre les mesures d'exploitation hivernale les mieux adaptées, et la définition des stratégies opérationnelles correspondantes,
- la mise en place d'une organisation / culture spécifique pour l'exploitation des BBDr.

*Le guide pédagogique "Comprendre le comportement hivernal des enrobés drainants" et la note d'information du SETRA n° 67 série Chaussées Dépendances "Le comportement hivernal de certaines surfaces routières" pourront servir de support à ces actions de formation.*

### **4. CONSEQUENCES SUR LES LIMITES D'EMPLOI HIVERNAL DES BETONS BITUMINEUX DRAINANTS (BBDr)**

Indépendamment des limitations d'emploi recommandées par ailleurs, le choix d'un BBDr devra prendre en considération les contraintes suivantes :

- les itinéraires revêtus de BBDr devront présenter :
  - un trafic minimum égal à T0<sup>1</sup> (adéquation entre coût et niveau de service),
  - un trafic nocturne significatif, de façon à bénéficier de l'effet positif d'un travail constant des traitements hivernaux par le trafic,
  - une longueur minimale de BBDr correspondant à un circuit de traitement, pouvant éventuellement être décliné en fonction de la nature des phénomènes neige / verglas (soit environ 20 à 30 km),
- le profil en long de l'itinéraire ne présentera pas ou peu de rampes importantes pouvant entraîner des accumulations locales d'eau dans la matrice poreuse et des résurgences, susceptibles de provoquer des verglas localisés. Si cette condition ne peut être respectée, des dispositions constructives seront prises, telles que :
  - l'incorporation de drains transversaux à la base du BBDr, dans les zones d'accumulation d'eau,
  - un accroissement local de l'épaisseur du BBDr afin d'augmenter le débit d'évacuation des eaux internes (il convient d'attirer l'attention sur cette solution qui entraînera une plus grande sensibilité thermique de la surface),

<sup>1</sup> CLASSES DE TRAFIC :  
- T0 : 750 à 2000 TMJA  
- T1 : 300 à 750 TMJA  
- T2 : 150 à 300 TMJA  
- T3 : 50 à 150 TMJA

- les profils en travers de la chaussée, de la BAU et/ou son accotement, devront être organisés de façon à permettre la mise en cordons de la neige en dehors des zones revêtues de BBDr (effet sorbetière pouvant congeler l'eau interstitielle ou risques de recirculation des eaux de fusion par l'épaisseur du BBDr),
- les chaussées enclavées entre GBA seront évitées,
- les itinéraires revêtus de BBDr ne comporteront pas à l'origine d'anomalies thermiques génératrices de difficultés hivernales susceptibles d'être amplifiées. Une empreinte thermique préalable (type Thermo-route) facilitera cette analyse et permettra éventuellement de "décliner les propriétés

thermiques des BBDr" afin de rendre homogène la sensibilité hivernale de l'itinéraire. Ainsi, par exemple, le remplacement du BBDr sur ouvrage d'art par un BBTM évitera d'accentuer les contrastes thermiques,

- les risques climatologiques hivernaux seront pris en considération dès l'origine du projet et s'accompagneront d'un ensemble de mesures d'organisation du service d'exploitation. *Le tableau ci-dessous guidera ce choix.*

Toutes les dispositions spécifiques prises pour assurer l'exploitation hivernale des BBDr seront portés au DOVH et feront l'objet d'une déclinaison au PEVH.

Zones climatologiques françaises Hi	Nombre de jours de verglas et de neige	Contraintes d'emploi
H1	<10	OUI, avec un renforcement de la surveillance hivernale des BBDr
H2	10 à 30	OUI, avec un renforcement conséquent des moyens de surveillance et d'intervention sur BBDr
H3	30 à 50	LIMITÉ aux itinéraires bénéficiant d'une structure d'exploitation autoroutière et ayant fait l'objet d'une définition spécifique des mesures d'exploitation hivernale sur BBDr.
H4	50 à 90	DÉCONSEILLÉ sauf dispositions très particulières
H5	>90	TRES FORTEMENT DECONSEILLE

## BIBLIOGRAPHIE

- Le comportement hivernal particulier de certaines surfaces routières - Note d'information chaussées dépendances n° 67, SETRA Avril 1991.
- Comprendre le comportement hivernal des bétons bitumineux drainants - Guide pédagogique SETRA, septembre 1993.
- Guide de viabilité hivernale - septembre 1993 Direction du soutien à la qualité des infrastructures – Québec
- 9<sup>ème</sup> Congrès international de la viabilité hivernale à SEEFELD – AIPCR – 21-25/03/1994 :
  1. J. LIVET - Le comportement hivernal spécifique des enrobés drainants. Le point de la situation française. Communication 9<sup>e</sup> congrès international AIPCR V.H de la viabilité hivernale
  2. E. SCHMITT - Winterdienst auf Drainasphalt
  3. M. NOORT - Wintermaintenance on porous asphalt
  4. K. GUSTAFSON - Susceptibility to icing on different road pavements
- Evaluation des bétons bitumineux drainants en terme d'exploitation hivernale d'un réseau routier. - Bulletin de Liaison du LCPC n° 204 juillet/août 1996

Cette note, ainsi que toutes les notes d'information SETRA, peut être consultée sur (<http://intra.setra.i2/dtrf>)

### Cette note a été rédigée par :

Jean LIVET - [jean.livet@equipement.gouv.fr](mailto:jean.livet@equipement.gouv.fr) - Tél. : 03 83 18 41 24  
Consultant National Viabilité Hivernale, "Equipe ressource Viabilité Hivernale"  
CETE de l'Est : 71, rue de la Grande Haie  
54510 TOMBLAINE

---

S.E.T.R.A. 46, avenue Aristide Briand - B.P. 100 - 9225 BAGNEUX Cedex - France  
☎ 01 46 11 31 31 - Télécopie 01 46 11 31 69 - 01 46 11 36 83  
Renseignements techniques : Frédéric BARDOU - SETRA/CSTR - ☎ 01 46 11 35 61  
Bureau de vente : ☎ 01 46 11 31 55 - 01 46 11 31 53 - référence du document : **E0110**  
Internet : <http://www.setra.equipement.gouv.fr>

### AVERTISSEMENT

Cette série de documents est destinée à fournir une information rapide. La contrepartie de cette rapidité est le risque d'erreur et la non exhaustivité. Ce document ne peut engager la responsabilité ni de son auteur ni de l'administration.

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 la mise en pratique.

ISSN 1250-8675