



Cerema

Direction territoriale Centre-Est

Guide Technique sur l'« Abaissement de température des mélanges bitumineux »

Journée Technique du 04/04/16

Entretien économe et à moindre impact
environnemental des chaussées

Nicolas Grignard

Département Laboratoire de Lyon

GT « Abaissement de température des mélanges bitumineux »

Sommaire

- Contexte normatif
- Approche contractuelle
- Les procédés
- Études de formulation
- Suivi de chantier et points de vigilance
- Aspect environnementaux et sanitaires
- Retours d'expériences spécifiques
- Evolution du marché
- Les asphaltes coulés routiers



**Abaissement de température
des mélanges bitumineux**
État de l'art et recommandations | Octobre 2015



Collection | Références

Succède aux éditions du
Sétra

Contexte Normatif

Température de fabrication selon NP98-150-1 :

Classe du bitume	Intervalle de température de fabrication (°C)
70/100 - 50/70	140 - 160
35/50	150 - 170
10/20 - 15/25 - 20/30	160 - 180

Tiède = abaissement d'au moins 30°C % à Tmax
Terminologie à venir dans la NF P 98-149

Contexte Normatif

Spécifications de performance selon NF EN 13108

Produit	Norme
Grave Bitume (GB)	NF EN 13108-1
Enrobé à Module Elevé (EME)	
Béton Bitumineux Semi-Grenu (BBSG)	
Béton Bitumineux à Module Elevé (BBME)	
Béton Bitumineux Aéroportuaire (BBA)	
Béton Bitumineux Mince (BBM)	NF EN 13108-2
Béton Bitumineux Très Mince (BBTM)	
Béton Bitumineux Drainants (BBDr)	NF EN 13108-7

Constituants :

- Granulats NF EN 13043 et marqués CE
- AE selon NF EN 13108-8
- Liants bitumineux (NF EN 12591, NF EN 13924, NF EN 14023), marquage CE des liants nécessaire pour intégrer la composition d'enrobés tièdes marqués CE
- Additifs : il faut démontrer leur efficacité et le gain obtenu par l'abaissement de température

Contexte Normatif

Contrôle qualité similaire aux enrobés à chaud :

- Essais en laboratoire et sur site
- Maîtrise de la production est réalisée par le producteur dans le cadre du marquage CE (NF EN 13108-21) et contrôle de la fabrication (NF P98-150-1)
- Exécution des travaux (NF P98-150-1):
 - Dosage de la couche d'accrochage,
 - Épaisseur
 - Pourcentages de vides
 - macrotexture

Approche contractuelle

Le CCTP doit spécifier :

- Le niveau d'étude de formulation
- Les performances du produit à mettre en œuvre (selon NF EN 13108)
- Les prescriptions pour l'exécution (selon NF P98-150-1)

Convention d'Engagement Volontaire (MEEDAT, 2009) incite les MOA à prendre en compte les critères environnementaux dans l'analyse des offres, et à considérer les indicateurs suivants :

- Température de fabrication et/ou de mise en œuvre des enrobés
- Indicateurs issus d'un éco-comparateur (faisant l'objet d'un avis de l'IDRRIM)

Les procédés

3 grandes familles :

- l'additivation
 - Additifs liquides (diminution des tensions superficielles à l'interface liant/granulat = meilleurs mouillabilité)
0,2 à 0,5 % de la masse du bitume
 - Cires (réduction de la viscosité du bitume)
1 à 2 % de la masse du bitume
- l'utilisation d'une mousse de bitume
 - Incorporation d'eau, 2 à 4 % de la masse du bitume
- l'introduction séquentielle des constituants et le moussage du bitume
 - Introduction de matériaux non séchés dans le malaxeur
 - Ou introduction de deux bitumes différents dans le malaxeur
(durée de malaxage allongée pour obtenir une bonne homogénéisation)

Les procédés

3 grandes familles :

Procédés	Produits	Gain en température (°C)	Applicateurs
Additivation	ETIMA® Bio	40 °C	MALET
	3 ELT	40 °C	COLAS
	TEMPERA : Evotherm MA 3	40 °C	EUROVIA
	EBT®*	40 °C	EIFFAGE Travaux Publics
Moussage	TEMPERA : Evotherm® DAT 5	50 °C	EUROVIA
	EBT®*	40 °C	EIFFAGE Travaux Publics
Séquençage	EBT® 90	70 °C	EIFFAGE Travaux Publics
	EBE	70 °C	Licence LeaCo
	EBT®*	30 à 45 °C	EIFFAGE Travaux Publics
	WAM FOAM	Jusqu'à 60 °C	Licence Shell
	3 E DB	40 °C	COLAS
	3 E DM	40 °C	COLAS

* le produit EBT® peut être réalisé par les trois technologies

Les procédés

Bilan des adaptations des postes d'enrobage

			Adaptations poste d'enrobage			
			Système de dosage des additifs et/ou de l'eau	Gestion des températures des fumées	Réglage des brûleurs	Traitement des vapeurs d'eau
Procédé	Additivation	Additivation en ligne	X	X	X	
		Bitume prêt à l'emploi		X	X	
	Utilisation d'une mousse de bitume		X	X	X	X [*]
	Séquençage et moussage		X	X	X	X

^{*} Uniquement sur les postes discontinus et continus à malaxeur séparé (autres que Tambour Sécheur Enrobeur)

Études de formulation

L'étude de formulation doit :

- Être réalisée dans les conditions de fabrication des enrobés tièdes
- Comprendre le mode opératoire d'obtention des corps d'épreuves (selon NF EN 12697-35 + adaptations ci-dessous) :
 - Enrobés avec ajout d'un additif dans le liant :
 - Additif ou liant prêt à l'emploi utilisé
 - Températures et ordre d'introduction des constituants
 - Procédure d'ajout de l'additif dans le liant
 - Enrobés à la mousse de bitume (appareillage spécifique)
 - Enrobés avec séquençage
 - Éventuel additif et sa procédure d'incorporation
 - Températures et ordre d'introduction des constituants
 - Durées des différentes phases de malaxage
 - Teneur en eau des matériaux granulaires et dosage en eau dans le mélange

Suivi de chantier et points de vigilance

Préparation :

- PAQ doit comprendre :
 - Une **procédure de fabrication** qui détaille :
 - La teneur en eau admissible des matériaux
 - Condition de conservation des additifs
 - l'intervalle de température de fabrication en fonction des conditions climatiques et la teneur en eau des matériaux
 - Les modalités de stockages avant chargement en camion
 - Une **procédure de mise en œuvre** qui détaille :
 - Les conditions de conservation de l'enrobé
 - Le gestions de l'attente des camions
 - Les limites de mise en œuvre en fonction des conditions climatiques
 - Les températures de début et de fin de compactage en fonction des conditions climatiques

Suivi de chantier et points de vigilance

Préparation :

- Épreuves de convenance de fabrication et de mise en œuvre :
 - Réservées aux grands chantiers (d'une durée supérieure à une semaine)
 - L'entreprise fournira des références issues de chantiers précédents pour les petits chantiers

Exécution des travaux :

- Fabrication (selon NF P98-150-1 ou CCTP)
- Suivi de la mise en œuvre (selon NF P98-150-1 et adaptation des procédures d'application et de compactage)
- Contrôle des travaux et points de vigilance

Suivi de chantier et points de vigilance

Exécution des travaux (tableaux récapitulatifs):

- Contrôle des travaux et points de vigilance
 - À la préparation du chantier (PAQ, Fiches Techniques Produits des constituants, température d'utilisation des cires, ...)
 - À la fabrication (respect des températures, ...)
 - À la mise en œuvre (préchauffage de la table du finisseur, contrôle visuel, mesure de la température, compactage adapté, ...)
 - À la réception (identique à un enrobé à chaud)

Réception :

- Identique à celle des enrobés à chaud

Aspects environnementaux et sanitaires

Évaluation environnementale au moyen d'éco-comparateurs

- SEVE (Système d'Evaluation de variantes Environnementales) développé par l'USIRF
- ECORCE (Eco Comparateur Route Construction Entretien) développé par l'IFSTTAR
- Prise en compte du transport, de la cadence, du type de liant, de la météo, des teneurs en eau, ...
- Procédé d'additivition actuellement mal pris en compte par les logiciels
- Résultats similaires des deux logiciels pour une réduction de 30 °C de la température d'un enrobé :

Réduction de la température de fabrication	30 °C
Réduction de la consommation énergétique	5 à 8 %
Réduction des émissions de gaz à effet de serre	5 à 8 %
Réduction de la consommation du brûleur	≈ 25 %

Aspects environnementaux et sanitaires

Mesures sur sites :

	RD231 (Ventura et al., 2009)	RD6185 (Béghin et al., 2012)	RD957 (Lapalu et al., 2012)
Procédé	Séquençage moussage	Additivition	Additivition
Variation de la température de fabrication	160 °C à 95 °C	170 °C à 130 °C	170 °C à 125 °C
Baisse de la consommation du brûleur à la fabrication	55 %	32 %	35 %
Réduction des gaz à effet de serre à la fabrication	38 %	25 %	30 %

Aspects sanitaires :

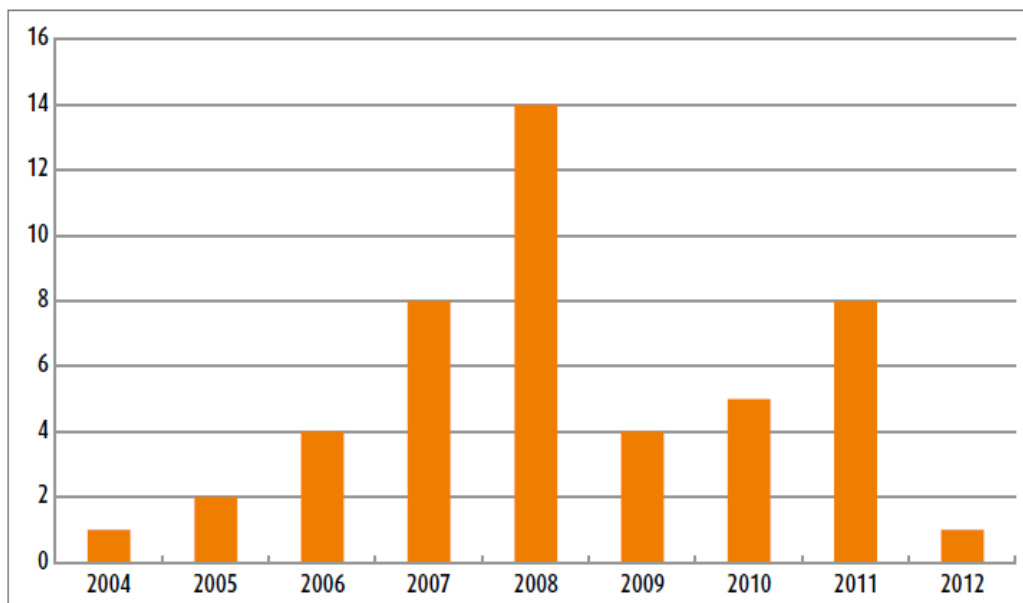
- Fumées émises = fraction gazeuse + fraction aérosol
- Étude de laboratoire : 50 % de diminution de la fraction aérosol pour 12 °C en moins sur la température d'application
- Si la température d'application est < à 140 °C, alors pas d'exposition significative aux aérosol, mais il reste une exposition aux vapeurs
- Si la température de fabrication passe de 170 °C à 130 °C, alors on réduit par 3 les concentrations en HAP
- Les émissions des enrobés à chaud sont < aux limites d'exposition recommandées et les enrobés tièdes permettent d'abaisser les niveaux d'exposition

Retours d'expériences spécifiques

La DtecITM (ex-Sétra) a suivi 47 chantiers entre 2004 et 2012 (chartes innovations et veilles techniques) dont 8 ont présenté des défauts (apparition plus rapide de fissure, plus grande sensibilité au désenrobage, compacité trop faible, ...). ATTENTION à la perte de maniabilité.

Principalement :

- des couches de roulement
- jusqu'à des trafic T0
- dans des zones climatiques et géographiques variées



Procédé	Technologie	Localisation	Année du certificat	Date du chantier	Suivis par
3E+R	Additivation	A75	2011	2009	DTerMed
		RN4		2008	DTerEst
EBT®	Séquençage et moussage	A41	2013	2007	DTerCE
		CD04		2007 à 2012	CD04/DTerMed
ETIMA®	Additivation	A64	2011	2009	DTerSO
		RD6185		2010	DTerMed
AZALT ECO²	Bitume prêt à l'emploi	RD957	Expérimentation LR de Blois/Ifsttar	2009	DTerNC

EBT 90 – A41 N

Lieu : A41N, sens Chambéry-Annecy, au lieu dit « Virage de Ragès », expérimentation sur deux planches

Formules :

- BBMb 0/10 CI3
- BBMb EBT 0/10 CI3

Trafic : T0 (entre 750 et 2000 PL J/sens en moyenne)

Climat : semi-continentale, de haute montagne

Suivis effectué par le CEREMA Centre-Est

Date

- du chantier : octobre 2007
- Du certificat : janvier 2013



EBT 90 – A41 N

Conclusion du suivi à 5 ans :

- Relevé visuel : pas de différence notable entre la planche expérimentale en enrobé tiède et la planche témoin
- Orniérage : pas significatif après 5 années
- Adhérence : Valeurs de PMT, PMP, CFT et CFL comparables après 5 ans
- Globalement : Comportement comparable des deux planches après 5 ans

Evolution du marché

Répartition de la production d'enrobé bitumineux en 2014 (source: USIRF) :

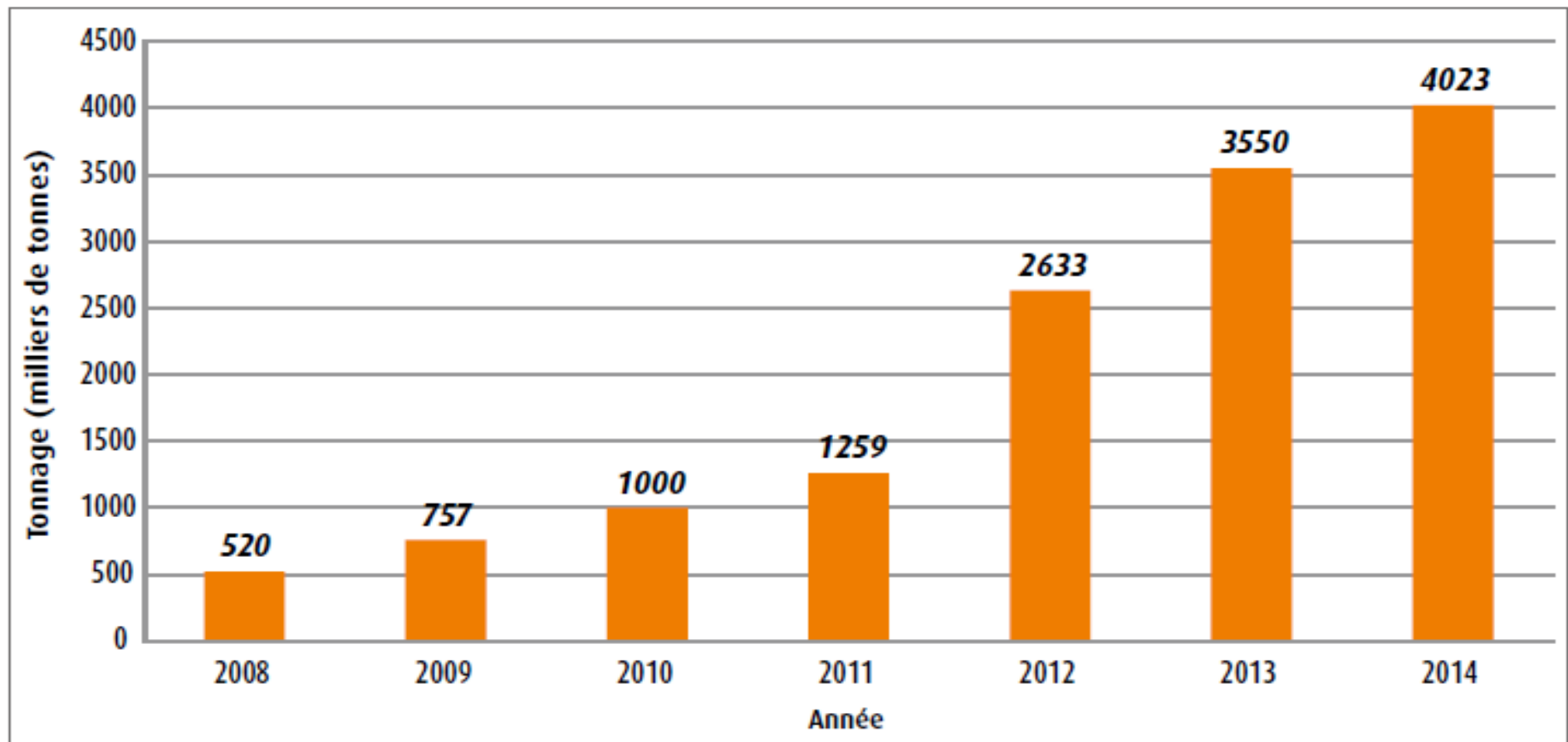
- Enrobés à chaud : 84 %
- Enrobés tièdes : 12 %
- Enrobés à froid : 4 %

Exemple d'un Conseil Départemental en France :

- Tonnage en enrobés tièdes = 37467 t en 2014
- 43 % des enrobés sont réalisés en technique tiède

Evolution du marché

Tonnage en enrobé tiède (source: URSIF)



Les asphaltes coulés routiers

Terminologie de la NF P98-149 :

Asphalte coulé : c'est un mélange constitué

- d'un mastic
- d'un squelette minéral
- Éventuellement d'additifs ou d'agrégats d'asphalte

Asphalte coulé routier à chaud :

Température de fabrication, transport et mise en œuvre $>$ à 200 °C

Asphalte coulé routier à basse température (BT):

Température de fabrication, transport et mise en œuvre comprise entre 180 °C et 200 °C

Asphalte coulé routier à très basse température (TBT) :

Température de fabrication, transport et mise en œuvre $<$ à 180 °C

Les asphaltes coulés routiers

Constituants : les mêmes préconisations que pour les enrobés tièdes s'appliquent

Formulation : 3 propriétés fondamentales :

- Maniabilité afin d'être coulé à chaud
- Étanchéité
- Résistance à l'usure

Propriétés physiques recherchées :

- Élasticité pour résister à des chocs dynamiques importants
- Plasticité afin d'absorber de légers retraits et éviter la fissuration
- Capacité de relaxation pour résister aux variations de conditions climatiques
- Résistance au vieillissement
- Adhérence pour la sécurité des usagers

Les asphaltes coulés routiers

Fabrication :

- Depuis le 1^{er} décembre 2010, aucun produit bitumineux ne peut être fabriqué, stocké, transporté et mis en œuvre à des températures $>$ à 200 °C.
- Abaissement de température par l'utilisation de cires permettant d'abaisser la viscosité.

Mise en œuvre :

- Préparation du support
- Répandage
- Caractéristiques de surface
 - Formulation adaptée et grenailage
 - Gravillonnage
 - Bouchardage

Essais et contrôles

- Maniabilité (Organoleptique, Seau renversé ou mesure de couple)
- Indentation
- Teneur en liant et analyse granulométrique
- Adhérence (selon NF EN 13036-4) ou Profondeur Moyenne de Texture (selon NF EN 13036-1)
- Retrait

Merci de votre attention

Nicolas Grignard

nicolas.grignard@cerema.fr