

LE GOUVERNEMENT DU GRAND-DUCHE DE LUXEMBOURG
**MINISTÈRE DU DÉVELOPPEMENT DURABLE
ET DES INFRASTRUCTURES**
Département des travaux publics

PONTS ET CHAUSSEES

**CDC-ENR 16 :
CAHIER DES CHARGES
MELANGES BITUMINEUX**

Partie 1 : SPECIFICATIONS DES MATERIAUX

Partie 2 : ATTESTATION, FABRICATION, MISE EN ŒUVRE, CONTRÔLES
ET RÉCEPTION

Vu et approuvé par le Directeur de l'Administration des Ponts et Chaussées



Le Directeur des Ponts et Chaussées

18 JUL. 2016

Ajoute de l'annexe 3

Vu et approuvé par le
Directeur des Ponts et Chaussées

Luxembourg, le 27 MARS 2025



SOMMAIRE

Partie 1 : SPECIFICATIONS DES MATERIAUX

1.1. Domaine d'application	5
1.1.1. Termes et définitions	5
1.1.2. Abréviations	6
1.1.2.1. Mélanges bitumineux	6
1.1.2.2. Couche de chaussée	6
1.1.2.3. Catégorie définie par le type de bitume	6
1.1.2.4. Types et textures des enrobés bitumineux	6
1.2. Constituants	7
1.2.1. Granulats	7
1.2.1.1. Généralité	7
1.2.1.2. Le filler d'apport	8
1.2.2. Liants	8
1.2.3. Agrégats d'enrobés	9
1.2.3.1. Granulats contenus dans les agrégats d'enrobés	10
1.2.4. Additifs	10
1.2.5. Température du mélange	10
1.2.6. Enrobage et homogénéité	11
1.3. Spécifications des mélanges bitumineux	11
1.3.1. Généralités	11
1.3.2. Enrobés bitumineux (EB)	12
1.3.3. Splittmastixasphalt (SMA)	14
1.3.4. Béton bitumineux drainant (BBDr)	15
1.3.5. Mélanges bitumineux à usage spécial	16
1.3.5.1. Enrobé bitumineux à résistance élevée aux carburants pétroliers	16
1.3.5.2. Mélange bitumineux coloré	16
1.3.5.3. Mélange bitumineux à basse température	16
1.4. Evaluation de la Performance	17
1.4.1. Maîtrise de la production en centrale (MPC)	17
1.4.2. Epreuve de formulation initiale (EFI)	17
1.4.3. Elaboration de documents de performances	19
1.4.4. Marquage CE et Etiquetage	19
1.5. Domaine d'application des mélanges bitumineux (informatif)	20

Partie 2 : ATTESTATION, MISE EN ŒUVRE, CONTRÔLES ET RÉCEPTION

2.1. Attestation de conformité	21
2.1.1. Agrément des mélanges bitumineux	21
2.1.2. Evaluation de la mise en œuvre de mélange bitumineux	21
2.2. Fabrication des mélanges bitumineux	22
2.2.1. Généralités	22
2.2.2. Type de la centrale d'enrobage	22
2.2.3. Stockage des granulats	22
2.2.4. Stockage du filler et des fines	22
2.2.5. Stockage du liant	22
2.2.6. Stockage des additifs	23
2.2.7. Dosage des granulats	23
2.2.8. Séchage des granulats et agrégats d'enrobés	23
2.2.9. Dépoussiérage et fines de récupération	23
2.2.10. Criblage et stockage à chaud des granulats	24
2.2.11. Introduction et dosage d'additifs	24
2.2.12. Pesage des granulats chauds	24
2.2.13. Dosage des liants	24
2.2.14. Dosage des fillers et des fines	24
2.2.15. Malaxage des mélanges bitumineux	24
2.2.15.1. Introduction des constituants	24
2.2.15.1. Respect des températures de fabrication	25
2.2.16. Stockage à chaud des mélanges bitumineux	25
2.2.17. Chargement des mélanges bitumineux	25
2.2.18. Suivi informatique des données de fabrication	25
2.2.19. Précautions spéciales lors de la fabrication de mélange bitumineux coloré	25
2.3. Transport des mélanges bitumineux	25
2.4. Travaux préparatoires à la mise en œuvre	26
2.4.1. Préparation des surfaces à revêtir	26
2.4.2. Reprofilage préalable	26
2.4.3. Fraisage des enrobés existants	26
2.4.4. Balayage et nettoyage	27
2.4.5. Imprégnation des couches non bitumineuses	27
2.4.6. Couche d'accrochage sur enrobé bitumineux	28
2.4.7. Membrane d'étanchéité sous béton bitumineux drainant	29
2.5. Mise en œuvre des mélanges bitumineux	29
2.5.1. Programme de chantier	29
2.5.2. Conditions météorologiques de mise en œuvre	29
2.5.3. Epaisseur des couches de mélange bitumineux	30
2.5.4. Répandage des mélanges bitumineux	30
2.5.4.1. Température du mélange bitumineux au répandage	31
2.5.4.2. Guidage du finisseur	32
2.5.4.3. Vitesse de répandage et arrêts de répandage	32
2.5.5. Joints	32
2.5.5.1. Joints transversaux	33
2.5.5.2. Joints longitudinaux	33
2.5.5.3. Travail en « parallèle » (joint chaud)	33
2.5.5.4. Travail par bandes (joint froid)	34
2.5.6. Raccords	34

2.5.7. Mesures techniques à respecter lors de la pose de mélanges bitumineux dans des conditions météorologiques exceptionnelles	35	
2.5.7.1. <i>Mise en œuvre par temps froid</i>	35	
2.5.7.2. <i>Mise en œuvre en cas de fort ensoleillement et des températures très élevées</i>	35	
2.5.7.3. <i>Mise en œuvre en cas de précipitations</i>	35	
2.5.8. Compactage	35	
2.5.9. Gravillonnage de la couche de roulement en SMA	37	
2.5.10. Carottages contradictoires	38	
2.5.11. Ouverture à la circulation	38	
2.6. Contrôles et tolérances	38	
2.6.1. Prélèvement d'échantillons de mélange bitumineux	38	
2.6.2. Conformité du mélange bitumineux	39	
2.6.2.1. <i>Tolérances relatives à la teneur en liant soluble</i>	39	
2.6.2.2. <i>Tolérances relatives à la granulométrie</i>	39	
2.6.2.3. <i>Valeurs limites relatives au liant extrait</i>	40	
2.6.2.4. <i>Tolérances relatives aux teneurs en vides</i>	40	
2.6.3. Tolérances de la quantité mis en œuvre	40	
2.6.4. Contrôle de la mise en œuvre	40	
2.6.4.1. <i>Contrôle de la température</i>	40	
2.6.4.2. <i>Contrôle de l'épaisseur des couches</i>	40	
2.6.5. Liaison entre les couches	41	
2.6.6. Contrôle des caractéristiques de surface	41	
2.6.6.1. <i>Contrôle de l'uni longitudinal</i>	41	
2.6.6.2. <i>Contrôle de l'adhérence</i>	41	
2.6.6.3. <i>Contrôle de la macro texture</i>	41	
2.6.7. Contrôle des profils	41	
2.7. Pénalités et sanctions	42	
2.7.1. Pénalités	42	
2.7.2. Sanctions	43	
2.7.2.1. <i>en cas de manque en liant</i>	43	
2.7.2.2. <i>en cas de non-respect de la teneur en vides</i>	43	
2.7.2.3. <i>en cas de non-respect des exigences granulométriques</i>	43	
2.7.2.4. <i>en cas de non-respect du grade de bitume exigé</i>	43	
2.7.2.5. <i>en cas de non-respect de l'uni longitudinal (contrôle NBO)</i>	44	
2.7.2.6. <i>en cas de déformations localisées de la couche de roulement</i>	44	
2.8. Réception et garantie	44	
2.8.1. Réception	44	
2.8.2. Garantie	45	
Annexe 1	Note d'information de chantier	46
Annexe 2	Liste de normes applicables au présent cahier des charges	47
Annexe 3	Enrobés colorés pour pistes cyclables	49

Partie 1 : SPECIFICATIONS DES MATERIAUX

1.1. DOMAINE D'APPLICATION

Les normes EN13108 « Mélanges bitumineux – Spécifications des matériaux », différentes parties, ont été élaborées par le Comité Technique CEN TC227 « Matériaux pour les routes ».

Le présent cahier des charges s'applique aux mélanges bitumineux qui sont utilisés dans les couches de roulement, de liaison et de base des routes, des aéroports et d'autres zones de circulation et constitue l'application des normes européennes EN13108, différentes parties, applicables au Luxembourg, notamment :

- Partie 1 : Enrobés bitumineux
- Partie 5 : Splittmastixasphalt
- Partie 7 : Bétons bitumineux drainants
- Partie 20 : Epreuve de formulation initiale
- Partie 21 : Maîtrise de la production

Les mélanges bitumineux contenant des liants chimiquement modifiés qui ne relèvent pas de la norme EN14023 ne sont pas couverts par le présent cahier des charges.

1.1.2. Termes et définitions

- **Mélange bitumineux** : Mélange de filler, de sable et de gravillons, de bitume et le cas échéant d'additifs.
- **Enrobé bitumineux** : Mélange bitumineux dont la granulométrie est continue ou discontinue pour former un blocage des granulats.
On distingue:
 - Enrobé bitumineux pour couche de base (EB B).
 - Enrobé bitumineux pour couche de liaison (EB L).
 - Enrobé bitumineux pour couche de roulement (EB R).
- **Splittmastixasphalt** : Mélange bitumineux discontinu et contenant des additifs, composé d'un squelette de gravillons concassés liés avec un mastic (SMA).
- **Béton bitumineux drainant** : Mélange bitumineux formulé de manière à avoir une teneur élevée en vides communicants permettant le passage de l'eau et de l'air afin de doter le mélange mis en place de caractéristiques de drainabilité et de réduction du bruit (BBDr).
- **Chaussée** : structure composée d'une ou de plusieurs couches, destinée à faciliter le passage de la circulation sur le terrain.
- **Couche de roulement** : couche supérieure de la chaussée en contact avec la circulation.
- **Couche de liaison** : couche de chaussée entre la couche de roulement et l'assise.
- **Couche de base** : couche d'assise entre la couche de liaison et la fondation.
- **Reprofilage** : couche d'un mélange bitumineux d'épaisseur variable appliquée sur une couche ou une surface déjà existante de façon à obtenir le profil nécessaire à la mise en œuvre d'une autre couche d'épaisseur constante.
- **Assise** : élément structurel principal d'une chaussée. L'assise peut être mise en œuvre en une ou plusieurs couches, appelées, du haut vers le bas, couche de base, couche de fondation, couche de forme.
- **Formule du mélange** : composition d'un mélange exprimée en termes de composition de laboratoire ou de production.
- **Composition de laboratoire** : expression de la formule d'un mélange en termes de matériaux le constituant, de courbe granulométrique et de pourcentage de bitume incorporé au mélange.
- **Composition de production** : expression de la formule d'un mélange en termes de matériaux le constituant, de granularité moyenne et de la teneur en liant soluble déterminée après analyse.
- **Additif** : constituant qui peut être ajouté au mélange en petites quantités, par exemple, des fibres minérales ou organiques, des polymères, pour modifier les caractéristiques mécaniques, la maniabilité ou la couleur du mélange.

- **Granulat absorbant** : Granulat dont le coefficient d'absorption d'eau est > 0.5 %.
- **Granulat compact** : Granulat dont le coefficient d'absorption d'eau est < 0.5 %.
- **Agrégats d'enrobés** : Enrobé provenant de fraisage de couches d'enrobé, de concassage de plaques extraites de chaussées en enrobés, de morceaux de plaques d'enrobés, de déchets d'enrobés ou de surplus des productions d'enrobés.

1.1.2. Abréviations

1.1.2.1. Mélanges bitumineux

Abréviati <u>o</u> n	Mélange bitumineux	Norme EN, dénomination et abréviation		
		Norme EN	Dénomination	Abréviati <u>o</u> n
SMA	Splittmastixasphalt	EN13108-5	E : Splittmastixasphalt F : béton bitumineux grenu à forte teneur en mastic D : Splittmastixasphalt	SMA SMA SMA
BBDr	Béton bitumineux drainant	EN13108-7	E : Porous Asphalt F : Béton Bitumineux Drainant D : Offenporiger Asphalt	PA BBDr PA
EB	Enrobé bitumineux	EN13108-1 (approche empirique)	E : Asphalt concrete F : Enrobé Bitumineux D : Asphaltbeton	AC EB AC

1.1.2.2. Couches de chaussée

Abréviati <u>o</u> n	Couches de chaussées
R	Couche de roulement
L	Couche de liaison
B	Couche de base

1.1.2.3. Catégorie définie par le type du bitume

Catégorie	Type du bitume
P	Bitume modifié aux polymères (PmB)

1.1.2.4. Type et texture des enrobés bitumineux

Type	Texture
EB R1	dense et fine (anc. EF1)
EB R2	dense (anc. EF2)
EB R3*	semi-grenue
EB L	semi-grenue (anc. EF3)
EB B	grenue (anc. grave-bitume)

*mélange bitumineux en cours d'évaluation

1.2. LES CONSTITUANTS

Seuls, les constituants dont la conformité aux spécifications du présent cahier des charges est démontrée doivent être utilisés.

La reconnaissance de la conformité doit s'appuyer sur un ou plusieurs des documents suivants :

- une norme européenne
- un agrément technique européen
- des spécifications pour lesquelles l'expérience démontre qu'elles ont donné satisfaction comme constituants pour mélange bitumineux. La preuve de leur adéquation doit être apportée. Cette preuve peut être fondée sur la recherche et sur l'expérience acquise.

Il est de pratique courante d'utiliser des additifs tel que des fibres minérales ou organiques, des pigments, des cires, des liants incolores etc., qui ne sont pas couvertes par une norme européenne ou un agrément technique européen. Leurs aptitude est à vérifier par l'épreuve de formulation initiale.

Une fiche technique renseignant les différentes caractéristiques est à présenter sur simple demande de l'Administration.

Ce cahier des charges permet l'utilisation de ces matériaux.

Lorsque les liants non couverts par des normes européennes sont utilisés, les mélanges bitumineux contenant ces liants ne sont pas couverts par les normes européennes.

1.2.1. Granulats

1.2.1.1. Généralités

Les propriétés des granulats utilisés pour la confection de mélanges bitumineux doivent être conformes à la norme EN13043 et aux caractéristiques du tableau 1

Tableau 1 Caractéristiques des granulats

	Couche de base et de liaison EB B et EB L	Couche de roulement EB R1	Couche de roulement EB R2 et EB R3*	Couche de roulement SMA	Couche de roulement BBDr
Granulats					
Granularité des gravillons	GC _{85/15} / G _{20/15} / G _{20/17.5}	GC _{85/15} / G _{20/15} / G _{20/17.5}	GC _{85/15} / G _{20/15} / G _{20/17.5}	GC _{90/10} / G _{20/15} / G _{20/17.5}	GC _{90/10} / G _{20/15} / G _{20/17.5}
Granularité des sables	GF85	GF85	GF85	GF85	GF85
Granularité des graves	G _{A90} / G _{TC10}	G _{A90} / G _{TC10}	G _{A90} / G _{TC10}	G _{A90} / G _{TC10}	G _{A90} / G _{TC10}
Teneur en fines des gravillons	f ₂	f ₂	f ₂	f ₂	f ₂
Teneur en fines des sables	f ₁₆	f ₁₆	f ₁₆	f ₁₀	f ₁₀
Qualité des fines	MB ₁ / MB _{F25}	MB ₁ / MB _{F10}	MB ₁ / MB _{F10}	MB ₁ / MB _{F10}	MB ₁ / MB _{F10}
Forme des gravillons	FI ₂₅ / SI ₃₀	FI ₁₅ / SI ₂₀	FI ₁₅ / SI ₂₀	FI ₁₅ / SI ₂₀	FI ₁₅ / SI ₂₀
Pourcentage de grains semi-concassés	C _{90/1}	C _{100/0}	C _{100/0}	C _{100/0}	C _{100/0}
Angularité des sables et des graves	E _{CS30}	E _{CS35}	E _{CS35}	E _{CS35}	E _{CS35}
Résistance à la fragmentation	LA ₃₀	LA ₂₅	LA ₂₅	LA ₂₀	LA ₂₀
Résistance au polissage	PSV _{NR}	PSV ₄₄	PSV ₅₀	PSV ₅₁	PSV ₅₄
Masse volumique réelle	à déclarer	à déclarer	à déclarer	à déclarer	à déclarer
Masse volumique en vrac	à déclarer	à déclarer	à déclarer	à déclarer	à déclarer
Sensibilité au gel-dégel	F ₄	F ₁	F ₁	F ₁	F ₁
Absorption d'eau	valeur à déclarer	valeur à déclarer	valeur à déclarer	valeur à déclarer	valeur à déclarer

*mélange bitumineux en cours d'évaluation

1.2.1.2. Le filler d'apport

Le filler d'apport doit être conforme à la norme EN13043 et aux caractéristiques du tableau 2.

Tableau 2 Caractéristiques des fillers d'apport

Granularité	Tamis	Pourcentage en masse de passant	
	mm	Limites inférieures et supérieures pour les résultats individuels	Etendue maximale de granularité déclarée par le fournisseur ^a
	2	100	-
	0.125	85 – 100	10
	0.063	70 – 100	10
Valeur au bleu de méthylène (EN933-9)		MB _F 10	
Teneur en eau (EN1097-5)		WC 1	
Masse volumique réelle (EN1097-7)		à déclarer	
Porosité du filler sec compacté (Ridgen) (EN1097-4)		V _{28/45}	
Delta Température Bille-Anneau (EN13179-1)		Δ _{TBA} 8/25	
Solubilité dans l'eau (EN1744-1)		WS ₁₀	
Sensibilité à l'eau (EN1744-4)		à déclarer	
Teneur en carbonate des granulats calcaires (EN196-2)		CC ₉₀	
Teneur en chaux éteinte du filler additif (E459-2)		à déclarer	
Essai Blaine (EN196-6)		à déclarer	

^a étendue de granularité déclarée sur base de 20 valeurs. 90% des résultats déclarés doivent se trouver dans cet intervalle, et tous les résultats doivent être compris entre les limites inférieures et supérieures de granularité

Les fillers d'apport doivent être exempts de matières organiques et gonflantes dans des quantités nuisibles.

1.2.2. Liants

Le liant bitumineux utilisé est un dérivé du pétrole brut ou d'origine de bitume naturel. On différencie entre un bitume routier, un bitume modifié et un bitume spécial.

Les propriétés du bitume doivent être conformes aux normes énumérées ci-dessous et aux spécifications des tableaux 3 et 4.

- EN 12591 Spécifications des bitumes routiers
- EN 14023 Cadre de spécification des bitumes modifiés par des polymères

Tableau 3 Spécifications des bitumes routiers

Propriété	Unité	Types	
		50/70	70/100
Pénétrabilité à 25°C (EN1426)	0.1mm	50 – 70	70 – 100
Point de ramollissement Bille et Anneau (EN1427)	°C	46 – 54	43 – 51
Point de fragilité Fraass (EN12593)	°C	≤ -8	≤ -10
Solubilité (EN12592)	%	≥ 99	≥ 99
Résistance au durcissement sous l'effet de la chaleur et de l'air suivant EN12607-1 à 163°C			
Pénétrabilité restante (EN1426)	%	≥ 50	≥ 46
Augmentation du point de ramollissement (EN1427)	°C	≤ 9	≤ 9
Variation de masse (EN12607-1)	%	≤ 0.5	≤ 0.8

Tableau 4 Spécification des bitumes modifiés par des polymères PmB

Propriété	Unité	Types			
		CI	25/55-55	CI	45/80-50
Pénétrabilité à 25°C (EN1426)	0.1mm	3	25 - 55	4	45 – 80
Point de ramollissement Bille et Anneau (EN1427)	°C	7	≥ 55	8	≥ 50
Point de fragilité Fraass (EN12593)	°C	5	≤ -10	7	≤ -15
Stabilité au stockage (EN13399) Différence TBA (EN1426)	°C	2	≤ 5	2	≤ 5
Retour élastique à 25°C (EN13398)	%	5	≥ 50	5	≥ 50
Viscosité dynamique à 135°C (EN13702-1 ou 13702-2)	mPa.s		≥ 800		≥ 800

Les polymères utilisés pour la modification des bitumes doivent être des élastomères du type SBS.

Les bitumes spéciaux, comme p.ex. bitumes polymères fortement modifiés, bitumes AK, etc..., peuvent être proposés à l'Administration, qui après étude préalable peut autoriser leur utilisation pour des chantiers bien définis.

Dans le cas d'utilisation de bitumes spéciaux, les indications de températures à l'enrobage et à la mise en œuvre sont absolument à respecter.

Le changement du liant stipulé dans le contrat ne peut se faire qu'après accord préalable de l'Administration sur présentation d'une épreuve de formulation.

Une fiche technique renseigne sur les différentes caractéristiques du liant ainsi que, le cas échéant, sur les températures limites à respecter lors du stockage de l'enrobage et de la mise en œuvre. Elle sera obligatoirement à présenter sur simple demande de l'Administration.

L'utilisation de liant hydrocarboné dérivé de la houille, soit des brais de houille, des goudrons ou des mélanges goudron-bitume, n'est pas autorisée, de même que l'utilisation de liants contenant des huiles de fluxage à base de produits carbochimiques.

Lorsque l'utilisation d'asphalte naturel est demandée dans le contrat, celui-ci correspond aux exigences de l'annexe B de la norme EN13108-4.

1.2.3. Agrégats d'enrobés

Les agrégats d'enrobés sont obtenus par réduction mécanique d'enrobés hydrocarbonés de démolition ou par fraisage d'enrobés hydrocarbonés. Ils doivent être exempts d'hydrocarbures aromatiques polycycliques.

Les teneurs maximales autorisées pour les couches de roulement, liaison, de base et de fondation sont indiquées au tableau 5 ci-dessous.

Tableau 5 Taux maximal toléré d'agrégats d'enrobés

Nomenclature de couche	Incorporation à froid	Incorporation à chaud (tambour parallèle)
Couche de roulement en EB R	≤ 20%	≤ 40%
Couche de roulement en EB R P	pas autorisé	pas autorisé
Couche de roulement en SMA et SMA P	pas autorisé	pas autorisé
Couche de roulement en BBDr P	pas autorisé	pas autorisé
Couche de liaison en EB L	≤ 30%	≤ 50%
Couches de base EB B	≤ 35%	≤ 60%

Une bonne homogénéité des agrégats d'enrobés est indispensable en vue de l'incorporation dans les mélanges bitumineux. Il est donc nécessaire de déterminer de manière systématique les caractéristiques suivant les exigences de la norme EN13108-8 et du tableau 6 ci-dessous :

Tableau 6 Spécifications des agrégats d'enrobés

Teneur en matériaux étrangers - groupe 1 (bétons, briques, matériaux de sous-couche (non compris les granulats naturels), mortiers de ciment, métaux) - groupe 2 (matériaux synthétiques, bois, plastiques)	< 1% < 0.1%
Type de liant Propriétés du liant Pénétrabilité à 25°C (EN1426) ou Point de ramollissement (EN1427) ou	à documenter et à déclarer déclaration de la pénétrabilité moyenne ou du point de ramollissement moyen moyenne > 15 ¹ / ₁₀ mm chaque échantillon > 10 ¹ / ₁₀ mm moyenne < 70 °C chaque échantillon < 77 °C
Granularité Teneur en liant (EN12697-1) Granulométrie de l'agrégat d'enrobé U _{AE} (EN933-1) Origine des agrégats d'enrobés Type et propriétés des granulats	à déclarer à déclarer à déclarer à déclarer ¹⁾ à déclarer ¹⁾
Homogénéité	fourchettes maximales et écart-type sont à déclarer
¹⁾ ces caractéristiques doivent obligatoirement être déterminées et déclarées lors de l'incorporation des agrégats d'enrobés dans les couches de roulement.	

Si des granulats de densités différentes sont utilisés, la masse volumique réelle du mélange granulaire est à déterminer. En particulier ceci vaut dans le cas des agrégats d'enrobés comprenant des laitiers d'aciérie EAF.

1.2.3.1. Granulats contenus dans les agrégats d'enrobés

La dimension supérieure D du granulat dans l'agrégat d'enrobés ne doit pas excéder la dimension supérieure D du mélange bitumineux.

1.2.4. Additifs

La nature et les caractéristiques de tous les additifs doivent être déclarées et il doit être démontré qu'ils ont donné satisfaction comme constituants pour mélange bitumineux et n'ont pas d'influence négative sur le comportement de l'enrobé.

La preuve de leur adéquation doit être apportée. Cette preuve peut être fondée sur la recherche et sur l'expérience acquise.

1.2.5. Température du mélange

Dans le cas de l'utilisation de bitume routier, la température du mélange, mesurée conformément à la norme EN12697-13, est définie dans les tableaux 7 et 8.

La température maximale s'applique en tous points de la centrale d'enrobage.

Tableau 7 Température maximale du mélange lors de la production.

Classe du bitume	Température maximale en °C		
	Enrobés bitumineux	Splittmastixasphalt	Béton bitumineux drainant
50/70	180	180	180
70/100	180	180	180

Tableau 8 Température minimale du mélange à la livraison

Classe du bitume	Température minimale en °C		
	Enrobés bitumineux	Splittmastixasphalt	Béton bitumineux drainant
50/70	140	150	140
70/100	140	150	140

Lorsqu'un bitume modifié, un bitume dur ou des additifs sont utilisés, des températures différentes peuvent être appliquées. Dans ce cas, celles-ci doivent être documentées et déclarées dans le cadre du marquage réglementaire.

1.2.6. Enrobage et homogénéité

Le matériau en sortie de centrale doit être d'apparence homogène et les granulats complètement enrobés par le liant.

Le matériau ne doit pas présenter d'agglomérats de sable ou de fibres (mottes).

1.3. SPECIFICATIONS DES MELANGES BITUMINEUX

1.3.1. Généralités

La nature du liant, la teneur minimale en liant et la granulométrie d'un mélange bitumineux sont spécifiées dans les tableaux 9 à 11.

Les tamis utilisés doivent être choisis dans la série de base + série 1 :

0.063 mm ; 0.250 mm ; 1 mm ; 2 mm ; 4 mm ; 5.6 mm ; 8 mm ; 11.2 mm ;
16 mm ; 22.4 mm ; 31.5 mm ; 45 mm

selon la norme EN13043.

Le tamis caractéristique fin est le tamis de 0.250mm.

Le tamis caractéristique large est le tamis D/1,4.

La granulométrie est exprimée en pourcentage par rapport à la masse totale du mélange granulaire. Les teneurs en liant et additif sont exprimées en pourcentage par rapport à la masse totale du mélange ("teneur en liant intérieure").

A l'exception du tamis de 0.063mm, les pourcentages de passants au tamis doivent être exprimés à 1% près. Les teneurs en liant, en additif et le pourcentage de passant au tamis de 0.063mm, les valeurs sont à exprimer à 0.1% près.

En cas d'utilisation de granulats quartzites ou grès (surface acide), l'utilisation d'un bitume routier dopé dans la masse est obligatoire.

En cas d'ajout d'agrégats d'enrobés :

- la qualité du bitume résultant doit répondre aux prescriptions suivant tableaux 9 à 11 ;
- la teneur minimale en bitume récupéré comprend le bitume des agrégats d'enrobés et le bitume neuf ajouté au mélange ;
- toutes les autres prescriptions exigées du mélange bitumineux (tel que : granulométrie, vides, rugosité, ...) doivent être respectées.

1.3.2. Enrobés bitumineux (EB)

On distingue les enrobés bitumineux selon leur domaine d'utilisation:

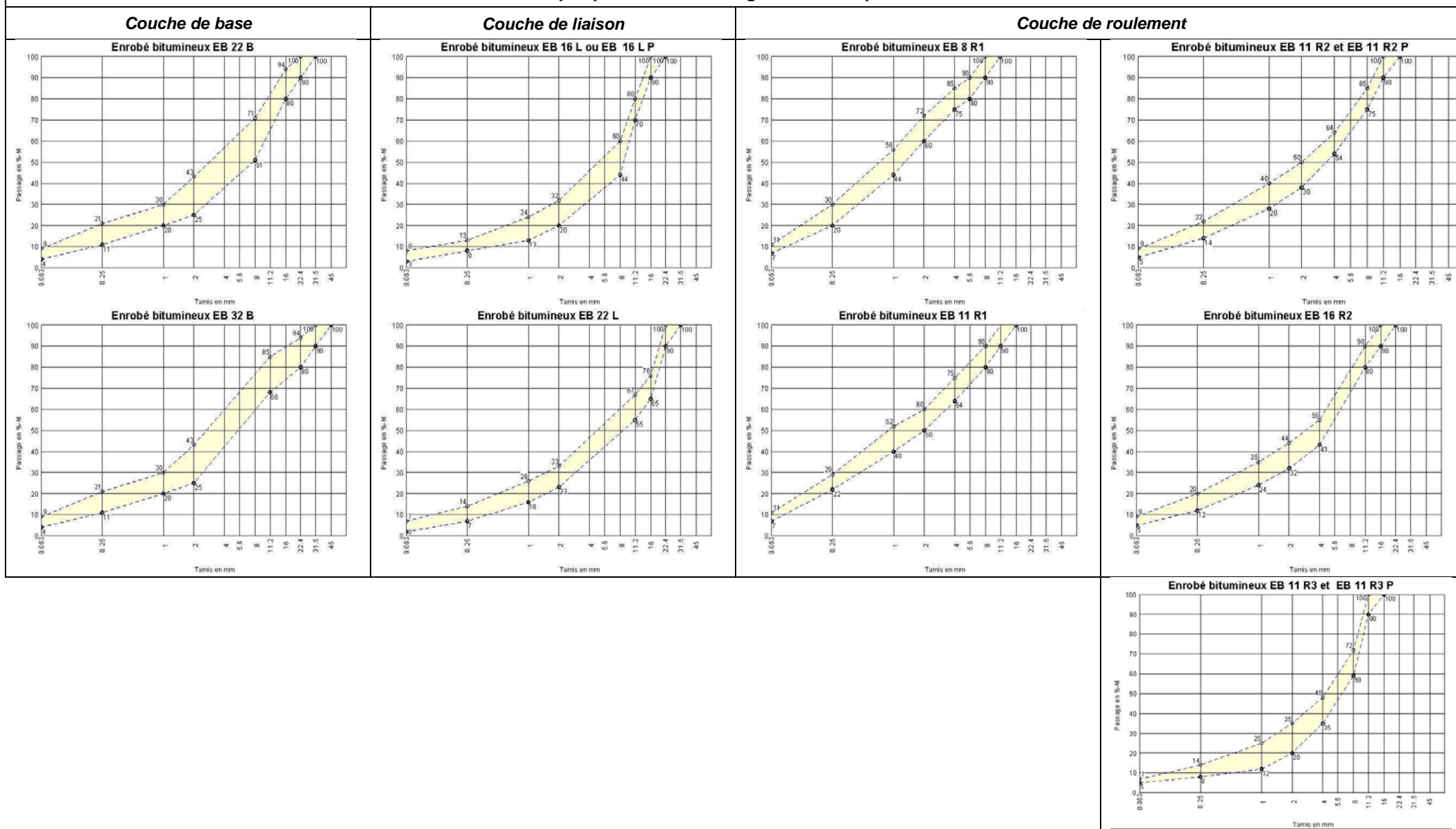
- Les enrobés bitumineux pour couche de base **EB B** ; pour couche de liaison **EB L** ; couche de roulement **EB R1 / R2 / R3**

Tableau 9 Spécifications de l'enrobé bitumineux EB

Désignation (anc. dénomination)	Couche de base		Couche de liaison		Couche de roulement					
	EB 22 B	EB 32 B (0/32 GB)	EB 16 L ou L P (0/16 EF3)	EB 22 L (0/32 EF3)	EB 8 R1 (0/8 EF1)	EB 11 R1 (0/12EF1)	EB 11 R2 ou R2P (0/12EF2)	EB 16 R2 (0/16EF2)	EB11 R3* ou R3P*	
Fuseau de granularité	Passant au tamis %-M									
Tamis 45 mm		100								
32 mm	100	90-100	-	100						
22.4 mm	90-100	80-94	100	90-100	-	-		100		
16 mm	80-94	-	90-100	65-76	-	100	100	90-100	100	
11.2mm	-	68-85	70-80	55-67	100	90-100	90-100	80-90	90-100	
8 mm	51-71	-	44-60	-	90-100	80-90	75-85	-	59-72	
5.6 mm	-	-	-	-	80-90	-	-	-	-	
4 mm	-	-	-	-	75-85	64-75	54-64	43-55	35-48	
2 mm	25-43	25-43	20-32	23-33	60-72	50-60	38-50	32-44	20-35	
1 mm	20-30	20-30	13-24	16-26	44-56	40-52	28-40	24-35	12-25	
0.250 mm	11-21	11-21	8-13	7-14	20-30	22-29	14-22	12-20	8-14	
0.063 mm	4-9	3-9	3-8	2-7	7-11	7-11	5-9	5-9	5-7	
Type de bitume	50/70 ; 70/100		50/70 ; 70/100 ; 25/55-55 ; 45/80-50							
Teneur minimale en liant intérieur %										
bitume granulat	compact	B _{min} 4.8	B _{min} 4.6	B _{min} 4.6	B _{min} 4.4	B _{min} 6.1	B _{min} 5.8	B _{min} 5.6	B _{min} 5.4	B _{min} 5.8
	absorbant	B _{min} 5.2	B _{min} 5.0	B _{min} 5.1	B _{min} 5.0	B _{min} 6.7	B _{min} 6.2	B _{min} 6.2	B _{min} 6.0	B _{min} 6.3
bitume modifié	compact			B _{min} 4.4				B _{min} 5.4		B _{min} 5.6
	absorbant			B _{min} 4.9				B _{min} 5.0		B _{min} 6.1
Teneur en vides sur										
éprouvette Marshall %	V _{min} 4.0 - V _{max} 7	V _{min} 4.0 - V _{max} 7	V _{min} 2.5 - V _{max} 5.5	V _{min} 3.5 - V _{max} 6.5	V _{min} 1.0 - V _{max} 2.5	V _{min} 1.5- / V _{max} 3.5	V _{min} 2.5 / V _{max} 4.5	V _{min} 2.5 / V _{max} 4.5	V _{min} 2.5 / V _{max} 4.5	
ou éprouvette PCG % 10 girations	V10G _{min} 14	V10G _{min} 14	V10G _{min} 9	V10G _{min} 11	V10G _{min} 9	V10G _{min} 11	V10G _{min} 9	V10G _{min} 9	V10G _{min} 9	
120 girations	V _{max} 9	V _{max} 9	V _{min} 3 - V _{max} 9	V _{min} 3 - V _{max} 9	V _{min} 3 - V _{max} 5	V _{min} 3 - V _{max} 5	V _{min} 3 - V _{max} 7	V _{min} 3 - V _{max} 8	V _{min} 4 - V _{max} 9	
ou carotte %	V _{min} 4 - V _{max} 7	V _{min} 4 - V _{max} 8	V _{min} 2 / V _{max} 8	V _{min} 2 / V _{max} 8	V _{min} 2 - V _{max} 5.5	V _{min} 2 - V _{max} 6	V _{min} 2 - V _{max} 5	V _{min} 2 - V _{max} 5	V _{min} 2 - V _{max} 5	
Sensibilité à l'eau	méthode A à 15°C	ITSR _{NR}	ITSR _{NR}	ITSR _{NR}	ITSR _{NR}	ITSR _{min} 80	ITSR _{min} 80	ITSR _{min} 80	ITSR _{min} 80	ITSR _{min} 80
	méthode B à 20°C	i/C _{NR}	i/C _{NR}	i/C _{NR}	i/C _{NR}	i/C _{min} 80	i/C _{min} 80	i/C _{min} 80	i/C _{min} 80	i/C _{min} 80
Orniérage	Profondeur max. RD _{air}	NR	NR	5 mm		NR	NR	4 mm		
Coefficient de frottement μ après 90.000 cycles		NR	NR	NR	NR	NR	NR	FAP _{min} 28		
Les fines de récupération:	jusqu'à un taux maximal de 80%		jusqu'à un taux maximal de 80%		jusqu'à un taux maximal de 50%					

*mélange bitumineux en cours d'évaluation

Suite du tableau 9 - Graphiques des fuseaux granulométriques des enrobés bitumineux



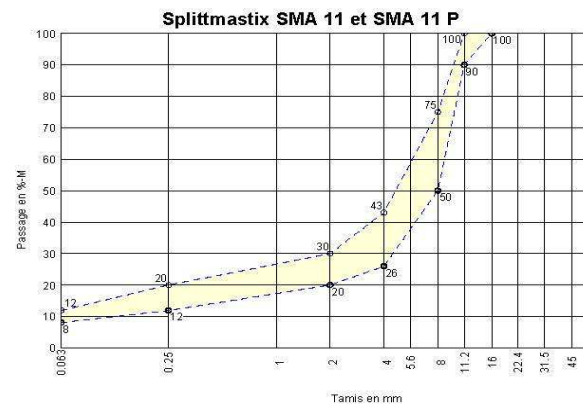
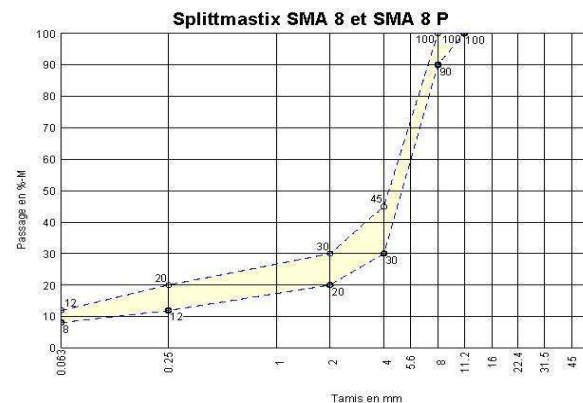
1.3.3. Splittmastixasphalt (SMA)

Les Splittmastixasphalt « SMA 8 ou 8 P » ou « SMA 11 ou 11 P » sont utilisés en couche de roulement:

Tableau 10 Spécifications des Splittmastixasphalt

		Couche de roulement	
Désignation (anc. dénomination)		SMA 8 ou SMA 8 P (SMA 0/8 A,C,E ou SMA 0/8 B,D,F)	SMA 11 ou SMA 11 P (SMA 0/12 A,C,E ou SMA 0/12 B,D,F)
Fuseau de granularité		Passant au tamis %-M	
Tamis	16 mm		100
	11.2mm	100	90-100
	8 mm	90-100	50-75
	5.6 mm	-	-
	4 mm	30-45	26-43
	2 mm	20-30	20-30
	0.250 mm	12-20	12-20
	0.063 mm	8-12	8-12
Type de bitume		50/70 ; 70/100 ; 25/55-55 ; 45/80-50	
Teneur minimale en liant intérieur %			
bitume routier	granulat compact	B_{min} 6.4	B_{min} 6.2
		B_{min} 6.8	B_{min} 6.6
bitume modifié	granulat compact	B_{min} 6.2	B_{min} 6.0
		B_{min} 6.6	B_{min} 6.4
Teneur en additifs stabilisants %		0.5 – 1.5	
Teneur en vides sur éprouvette Marshall %		$V_{min 3} - V_{max 5}$	
ou éprouvette PCG %			
40 girations		$V_{min 6} - V_{max 12}$	
200 girations		$V_{min 2} - V_{max 5}$	
ou carotte %		$V_{min 2} - V_{max 5}$	
Sensibilité	méthode A à 15°C	ITSR _{min80}	
à l'eau	méthode B à 20°C	i/C _{min80}	
Orniérage	Profondeur max. RD _{air}	4 mm	
Coefficient de frottement μ après 90.000 cycles		FAP _{min30}	
Les fines de récupération:		jusqu'à un taux maximal de 30%.	

Graphiques des fuseaux granulométriques des Splittmastixasphalt

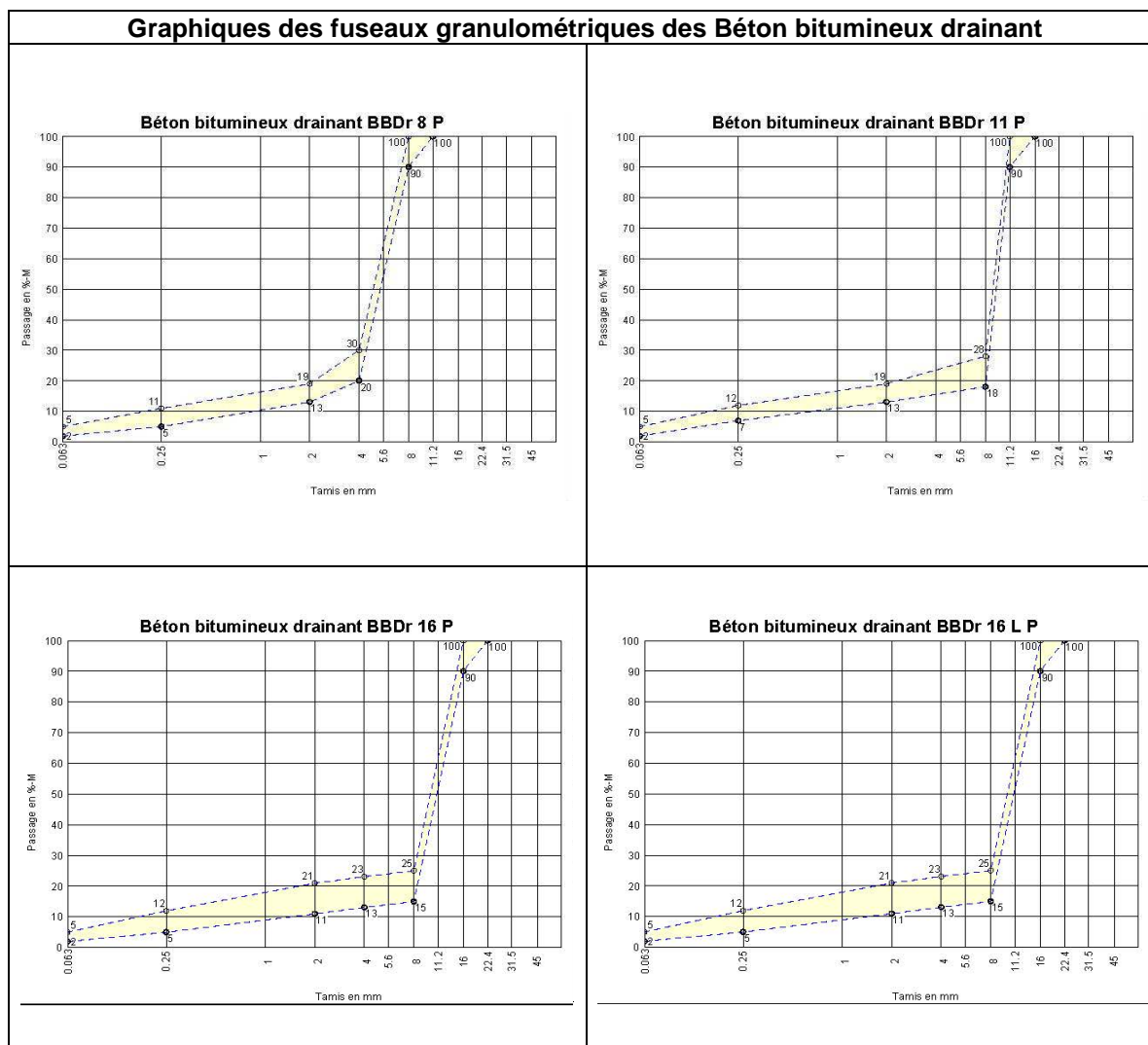


1.3.4. Béton bitumineux drainant (BBDr)

Les bétons bitumineux **BBDr 8 P** / **BBDr 11 P** / **BBDr 16 P** sont utilisés en couche de roulement et le **BBDr 16 L P** en couche de liaison

Tableau 11 Spécifications des bétons bitumineux drainants BBDr

Désignation (anc. dénomination)	Couche de roulement		
	BBDr 8 P (ED 0/8)	BBDr 11 P (ED 0/12)	BBDr 16 P /BBDr 16 L P (ED 0/16)
Fuseau de granularité	Passant au tamis %-M		
Tamis 22.4 mm			100
16 mm		100	90-100
11.2mm	100	90-100	-
8 mm	90-100	18-28	15-25
5.6 mm		-	-
4 mm	20-30	-	13-23
2 mm	13-19	13-19	11-18
1 mm	-	-	-
0.250 mm	5-11	7-12	5-12
0.063 mm	2-5	2-5	2-5
Type de bitume	25/55-55 ; 45/80-50		
Teneur minimale en liant intérieur %	B _{min} 5.0	B _{min} 4.6	B _{min} 4.4
Teneur en additifs stabilisants %	0.5 – 1.5		
Teneur en vides sur éprouvette Marshall % <i>ou</i> éprouvette PCG %	V _{min} 24 - V _{max} 28		
40 girations	V _{min} 25 - V _{max} 30		
200 girations	V _{min} 20		
<i>ou</i> carotte %	V _{min} 22 - V _{max} 28		
Sensibilité méthode A à 15°C à l'eau méthode B à 20°C	ITSR _{min} 80		
Orniérage Profondeur max. RD _{air}	4 mm		
Coefficient de frottement μ après 90.000 cycles	FAP _{min} 34		
Les fines de récupération:	ne sont pas autorisé		



1.3.5. Mélanges bitumineux à usage spécial

1.3.5.1. Enrobé bitumineux à résistance élevée aux carburants pétroliers

L'enrobé bitumineux à résistance élevée aux carburants pétroliers est un mélange bitumineux à granularité continue se composant de gravillons, de sable, de filler, de liants bitumineux à résistance élevée aux carburants pétroliers et d'additifs éventuels.

En vue d'obtenir la texture la plus dense et fermée possible, les enrobés bitumineux EB R1 sont indiqués pour un trafic léger à vitesse réduite, des places publiques et des cours. Dans les autres cas on utilise les enrobés bitumineux EB R2 ou EB R2 P.

Les liants bitumineux sont des bitumes modifiés qui doivent avoir démontré une résistance élevée aux carburants pétroliers.

L'épreuve de formulation doit inclure l'essai déterminant la résistance aux carburants selon EN12697-43 et les valeurs sont à déclarer.

L'utilisation de liants carbochimiques et de mélanges goudrons-bitumes est interdite.

1.3.5.2. Mélange bitumineux coloré

Les mélanges bitumineux colorés, utilisant des liants synthétiques modifiés ou non, sont sujet à l'acceptation préalable par le maître d'œuvre suite aux résultats des épreuves de formulation initiale.

Dans tous les cas, la granulométrie et la teneur en vides doivent correspondre aux spécifications du présent cahier des charges pour le mélange bitumineux respectif.

Des spécifications particulières peuvent être indiquées dans le bordereau de soumission.

1.3.5.3. Mélange bitumineux à basse température

Les mélanges bitumineux, utilisant des procédés de fabrication, des liants modifiés ou des additifs réduisant la viscosité du liant et permettant la mise en œuvre des mélanges à des températures plus basses que celles énoncées au tableau 8 peuvent être utilisés après acceptation préalable par le maître d'œuvre des épreuves de formulation et d'autres essais complémentaires qui peuvent être demandés par le bordereau .

Dans tous les cas les températures de mise en œuvre doivent être déclarées.

En cas de changement du procédé de fabrication, du liant modifié ou de l'additif réduisant la viscosité du liant, une nouvelle épreuve de formulation est à réaliser.

1.4. EVALUATION DE LA PERFORMANCE

La performance des mélanges bitumineux aux exigences des normes européennes, au présent cahier des charges et aux valeurs déclarées (y compris les classes) doit être démontrée par :

- un certificat de la maîtrise de la production en centrale conformément à la norme EN13108-21 ;
- une épreuve de formulation initiale conformément à la norme EN13108-20 ;
- une déclaration des performances qui décrit le produit (type, identification, utilisation,..) et les informations caractéristiques conformément aux annexes ZA des normes EN 13108-1/5/7.

Ce processus d'évaluation de la conformité exige que le producteur apporte la preuve que chaque mélange bitumineux est conforme aux exigences applicables aux propriétés techniques du présent cahier des charges.

1.4.1. Maîtrise de la production en centrale (MPC)

La maîtrise de la production en centrale est le contrôle interne permanent du processus de production. Il comprend les exigences d'essai qui doivent être satisfaisantes pour assurer la conformité du mélange bitumineux aux performances déclarées lors de l'épreuve de formulation initiale.

La maîtrise de la production en centrale doit être réalisée par le producteur d'enrobé conformément à la norme EN13108-21 et la conformité est certifiée par un organisme notifié dans le cadre du marquage CE.

L'organisme notifié doit établir un certificat de la maîtrise de production.

1.4.2. Epreuve de formulation initiale (EFI)

Pour chaque mélange bitumineux une épreuve de formulation initiale doit être effectuée pour démontrer la conformité des constituants et du mélange bitumineux aux spécifications du présent cahier des charges.

L'épreuve de formulation initiale est effectuée conformément aux exigences de la norme EN13108-20 et doit dans tous les cas être effectuée avant la première utilisation du mélange bitumineux.

L'épreuve de formulation initiale est effectuée sur un mélange confectionné soit en laboratoire à partir des constituants dosés conformément à la composition théorique, soit en centrale d'enrobage dans les conditions normales de fonctionnement.

L'épreuve de formulation initiale pour une composition est valable pendant une période maximale de 5 ans.

Si une des circonstances suivantes a lieu, une nouvelle épreuve de formulation initiale est indiquée :

- changement du lieu de production et/ou du fournisseur d'un granulat ;
- changement du grade de bitume ;
- changement du taux des agrégats d'enrobés.

Le rapport d'épreuve de formulation initiale, accompagné de tous les rapports d'essai appropriés, constitue une partie de la déclaration de conformité du producteur et contient au moins les informations suivantes :

Contenu minimal du rapport d'épreuve de formulation

1. Généralités

- le nom et l'adresse du producteur qui effectue la déclaration ;
- la date de publication ;
- l'identification de la centrale d'enrobage ;
- la désignation du mélange bitumineux et des catégories.

2. Constituants

- Granulats : nature, origine et résultats d'essais conformément au tableau 1 pour chaque classe granulaire ;
- Filler : nature, origine et résultats d'essais conformément au tableau 2 ;
- Liant : nature, origine et résultats d'essais conformément aux tableaux 3-4 ;
- Additifs : nature et origine.

3. Formule du mélange

- composition théorique ;
- les résultats d'essais conformément au tableau 11.

Tableau 11

Essais à réaliser dans le cadre de l'épreuve de formulation

	Méthodes d'essai	Type d'enrobé				
		SMA	BBD1	EB R2 EB R3*	EB R1	EB L EB B BBD1 L
Granulats						
- Granulométrie	EN933-1 / EN933-10	+	+	+	+	+
- Masse volumique réelle	EN1097-6	+	+	+	+	+
Agrégats d'enrobés **						
- Granulométrie	EN12697-2	+	+	+	+	+
- Teneur en liant	EN12697-1	+	+	+	+	+
- Température de ramollissement après récupération	EN12697-3 EN1427	+	+	+	+	+
- Masse volumique réelle	EN12697-5	+	+	+	+	+
Mélange bitumineux						
- Granulométrie	EN12697-2	+	+	+	+	+
- Teneur en liant	EN12697-1	+	+	+	+	+
- MVR	EN12697-5	+	+	+	+	+
- MVA sur éprouvette PCG	EN12697-6	+	+	+	+	+
- Pourcentage de vides	EN12697-8	+	+	+	+	+
- Sensibilité à l'eau méthode B « i/C » ou méthode A « ITSR »	EN12697-12	+	+	+	+	
- PCG ou Essai Marshall	EN12697-31 / EN12697-34	+	+	+	+	+
- Résistance à la déformation permanente petites dimensions modèle B dans l'air	EN12697-22	+	+	+		+
- Coefficient de frottement après polissage	EN12697-49	+	+	+		
- Résistance aux carburants	EN12697-43			+***		
* mélange bitumineux en cours d'évaluation						
** les agrégats d'enrobés sont à caractériser suivant EN13108-8						
*** la résistance aux carburants est uniquement exigée en cas d'enrobé bitumineux à résistance élevée aux carburants pétroliers conformément à l'article 1.3.5.1.						

Il faut noter que le contrat ou le bordereau de soumission peuvent demander d'autres essais complémentaires.

1.4.3. Elaboration de documents de performances

Conformément aux normes européennes, le producteur doit élaborer pour chaque mélange bitumineux un document de performances DoP conformément à l'annexe ZA.2.2. des normes EN13108-1/5/7.

1.4.4. Marquage CE et Etiquetage

Le producteur est responsable de l'apposition du marquage CE. Le symbole du marquage CE à apposer doit être conforme au règlement 305/2011/UE et doit être visible sur toute documentation commerciale, étiquette ou emballage ainsi que sur le bon de livraison.

Le bon de livraison doit au moins contenir les informations suivantes :

- les deux derniers chiffres de l'année d'apposition du marquage ;
- le nom et l'adresse du producteur ainsi que le nom de la centrale d'enrobage ;
- le numéro du certificat de la maîtrise de production;
- la référence de la norme de produit
- désignation du produit, conformément au tableau 12 ci-dessous et le cas échéant les détails relatifs à d'éventuels additifs ;
- le code d'identification du mélange.

Tableau 12 Désignation des mélanges bitumineux

■ Enrobés bitumineux :				
EB	D	R1 / R2 / R3* ou L ou B	Type de liant et de granulats	Agrégats d'enrobés
où EB : Enrobé bitumineux D : Dimension du plus gros granulat R1/R2/R3 : Couche de roulement L : Couche de liaison B : Couche de base Type de liant : type du bitume routier – p.ex. 50/70 « P »+type du bitume modifié – p.ex. P 25/55-55 Nature des granulats : p.ex. grès, quartzite,..... Agrégats d'enrobés : quantité en % AE p.ex. EB 11 R2 P 25/55-55 grès 30%AE				
■ Splittmastixasphalt :				
SMA	D	Type de liant		
où SMA : Splittmastixasphalt D : Dimension du plus gros granulat Type de liant : type du bitume routier – p.ex. 50/70 « P »+type du bitume modifié – p.ex. P 25/55-55 Nature des granulats : p.ex. grès, quartzite,..... p.ex. SMA 10 P 25/55-55 quartzite				
■ Bétons bitumineux drainant :				
BBDr	D	Type de liant		
où BBDr : béton bitumineux drainant D : Dimension du plus gros granulat " " : Couche de roulement " L " : Couche de liaison Type de liant : "P" + type du bitume modifié – p.ex. P 25/55-55 Nature des granulats : p.ex. grès, quartzite,..... Ex : BBDr 11 P 45/80-50 grès				

*mélange bitumineux en cours d'évaluation

1.6. DOMAINE D'APPLICATION DES MÉLANGES BITUMINEUX (informatif)

Tableau 13

	A Autoroute	N interurbaine		CR interurbaine		N urbaine		CR urbaine		Piste cyclable	Voirie rurale/ communale	Parking		Trottoirs cours
		1	2	1	2	1	2	1	2			trafic lourd	trafic léger	
Couche de base														
EB 22 B *	++	++	+	+	+	+	+	+	+	0	0	+	0	0
EB 32 B *	++	++	+	+	+	+	+	+	+	0	0	+	0	0
Couche de liaison														
EB 16 L *	+	++	++	++	++	++	++	++	++	++	++	+	++	++
EB 22 L *	+	+	+	+	+	+	+	+	+	0	+	+	+	0
EB 16 L P	++	++	0	+	0	++	0	0	0	0	0	++	0	0
Couche de roulement														
EB 8 R1 *	0	0	0	0	0	0	0	0	0	++	+	0	0	++
EB 11 R1 *	0	0	0	0	0	0	0	0	+	+	++	0	++	+
EB 11 R2 *	0	+	++	+	++	+	++	++	++	++	++	+	++	0
EB 11 R2 P	++ ^{a)}	++	+	++	+	++	+	+	0	0	0	++	+	0
EB 11 R3**	0	+	+	+	+	0	0	0	0	0	0	0	0	0
EB 11 R3 P **	0	+	+	+	+	0	0	0	0	0	0	0	0	0
SMA 8	0	+	++	+	++	0	0	0	0	0	0	0	0	0
SMA 11	0	+	++	+	++	0	0	0	0	0	0	0	0	0
SMA 8 P	++	++	+	++	0	+	0	+	0	0	0	0	0	0
SMA 11 P	++	++	+	++	0	+	0	+	0	0	0	0	0	0
BBDr 8 P	++	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
BBDr 11 P	++	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

++ Conseillé * l'ajout d'agrégats d'enrobés est autorisée voir tableau 5 du CDC ENR16 partie 1
+ Adapté ** mélange bitumineux en cours d'évaluation
0 Inadapté 1 trafic lourd et/ou route en pente et/ou virages successifs
 2 trafic léger
 a) adapté pour bretelle

Toutes les formulations pour couche de base, liaison ou roulement peuvent aussi être réalisées sans agrégats d'enrobés.
 Pour routes à trafic lourd resp. voies de bus l'utilisation de PmB est recommandée

BBDr 16 L P : est utilisé pour entrainer une évacuation rapide de l'eau sous un drainant

Partie 2 : ATTESTATION, FABRICATION, MISE EN ŒUVRE, CONTRÔLE ET RÉCEPTION

2.1. ATTESTATION DE CONFORMITÉ

2.1.1. Evaluation technique des mélanges bitumineux

L'évaluation technique des mélanges bitumineux est réalisée au Laboratoire des Ponts & Chaussées moyennant la vérification des performances par rapport au présent cahier des charges.

Les producteurs de mélanges bitumineux fournissent leur liste des mélanges bitumineux en joignant les pièces suivantes :

- le certificat de la maîtrise de la production en centrale (MPC) (par centrale d'enrobage)
- le rapport de l'épreuve de formulation initiale (EFI) (pour chaque mélange bitumineux)
- le document de performances (DoP) (pour chaque mélange bitumineux)

La conformité des mélanges bitumineux au présent cahier des charges « Partie 1 » est communiquée au producteur.

Toute nouvelle formulation est à communiquer au Laboratoire et sera évaluée de la même façon.

Le Laboratoire peut procéder à une visite des installations de fabrication afin de vérifier sa conformité au CDC-ENR 16 « Partie 2 ». Cette visite peut inclure des prélèvements de matériaux (constituants, mélanges bitumineux) sur le site de production ou sur chantier ainsi que des vérifications du contrôle interne. Le producteur met en œuvre tous les moyens afin de faciliter les tâches des agents du Laboratoire. Le producteur s'engage aussi de communiquer au Laboratoire à des intervalles définis les résultats du contrôle interne des mélanges bitumineux pour lesquels l'agrément est sollicité.

2.1.2. Evaluation de la mise en œuvre de mélange bitumineux

Toute entreprise n'ayant pas travaillé pour le compte de l'Administration des Ponts et Chaussées durant les 5 dernières années, devra démontrer à l'Administration son aptitude de pouvoir réaliser les travaux demandés moyennant l'évaluation de la performance du mélange bitumineux et la réalisation d'une planche d'essai.

Dans un premier temps, l'entrepreneur devra présenter à l'Administration les mêmes documents énumérés sous 2.1.1. « Evaluation technique des mélanges bitumineux »

Si l'évaluation technique est conforme aux exigences du présent cahier des charges et au bordereau de soumission, l'Administration demandera la réalisation d'une planche d'essai.

La centrale d'enrobage doit obligatoirement disposer de son propre laboratoire pouvant vérifier la conformité des mélanges bitumineux.

La planche d'essai a pour but de vérifier, dans des conditions identiques à celles du chantier concerné, que les exigences pour les couches posées peuvent être remplies avec les moyens engagés tant en personnel qu'en machines. L'Administration se réserve le droit d'effectuer des prélèvements d'échantillons de mélange bitumineux et de réaliser à ses propres frais des contrôles et essais complémentaires.

A cette fin l'entreprise exécutera à ses frais, suffisamment tôt avant la mise en œuvre effective et pour les formulations proposées d'enrobés bitumineux, une planche d'essai d'au moins 1000 m² en présence de l'Administration et de son laboratoire. La localisation de la planche d'essai est choisie par l'Administration et la mise en œuvre est effectuée dans un délai de 15 jours après la demande formulée par l'Administration.

Après la réalisation satisfaisante de la planche d'essai, l'Administration autorise, par lettre recommandée, la mise en œuvre des mélanges bitumineux concernés.

2.2. FABRICATION DES MÉLANGES BITUMINEUX

2.2.1. Généralités

Les centrales d'enrobage disposent d'un certificat de maîtrise de la production conformément à la norme EN13108-21 délivré par un organisme notifié.

Pendant la fabrication d'un mélange béton bitumineux drainant aucun autre client ne pourra être accepté par cette unité de production. Le lieu de production est à indiquer dans l'annexe 1 du CAO.

2.2.2. Type de la centrale d'enrobage

Les mélanges bitumineux sont fabriqués dans une centrale d'enrobage de type discontinue, équipée d'un système d'enregistrement, gâchée par gâchée, du numéro de formulation, de la date et l'heure de la gâchée, du dosage des différents constituants (granulats, fillers et bitume) et des températures dans le tambour-sécheur et du mélange bitumineux au moment de sa fabrication.

2.2.3. Stockage de granulats

Les différents granulats, à part les fillers, sont entreposés séparément sur des aires de stockage aménagées de manière à éviter toute pollution, mélange et ségrégation.

La capacité de stockage doit être suffisante pour garantir une production régulière des mélanges bitumineux.

Le stockage des granulats doit permettre d'effectuer les contrôles et des prélèvements des matériaux.

2.2.4. Stockage du filler et des fines

Les fillers d'apport et les fines de récupération sont stockés dans des silos séparés de manière à rester secs.

Les fillers et les fines de récupération sont stockés dans des silos d'une capacité au moins égale à la quantité journalière utilisée.

2.2.5. Stockage du liant

Le stockage du liant doit permettre le maintien à une température aussi constante que possible en vue de favoriser l'homogénéité de l'enrobage.

Les températures maximales au stockage du bitume définies au tableau 14 sont à respecter.

Tableau 14 Températures maximales du bitume au stockage

Nature du liant	Température maximale au stockage
Bitume routier 50/70 et 70/100	180 °C
Bitume modifié aux polymères	180 °C

La capacité de stockage des liants doit être suffisante afin de garantir une production continue compatible avec les performances de la centrale.

Les liants sont stockés dans des cuves isolées et maintenues à la bonne température par un système de chauffage indirect. Il est bien entendu que les différents liants doivent être stockés dans des cuves différentes.

Toutes les conduites du liant dans l'installation sont isolées et à double paroi.

Les cuves de stockage pour bitumes modifiés aux polymères sont obligatoirement équipées d'un système de brassage continu, de malaxage ou de pompage afin d'éviter toute ségrégation éventuelle du liant.

2.2.6. Stockage des additifs

Les fibres cellulosiques doivent être conservées au sec. Il ne faut jamais utiliser des fibres humides pouvant entraîner des agglomérations de fibres qui sont susceptibles de provoquer plus tard des trous dans le revêtement.

Les autres additifs sont à stocker dans des dispositifs adaptés, de manière à être à l'abri de toute détérioration.

2.2.7. Dosage des granulats

Chaque trémie de dosage, en particulier celle prévue pour le sable, est équipée d'un dispositif de sécurité qui met en marche un vibreur et/ou un système d'alarme lorsque le flux de matériaux est interrompu.

Le débit d'extraction est adapté en fonction du mélange bitumineux à fabriquer, du chargement des cribles et du niveau de remplissage des silos de stockage des granulats chauds.

Pour les centrales d'enrobage fabriquant plusieurs formules, le nombre des trémies doit être suffisant pour éviter d'utiliser une même trémie pour le dosage de deux granulats différents au cours de la même journée.

2.2.8. Séchage des granulats et agrégats d'enrobés

Lors du séchage, le débit d'apport des granulats et le réglage du brûleur sont adaptés en continu à la teneur en eau des matériaux.

Le séchage et le chauffage des granulats doivent permettre d'atteindre la température prescrite du mélange bitumineux de manière à ne pas dépasser les températures maximales prévues selon la nature du liant.

A la sortie du tambour sécheur, les granulats sont secs, c.à.d. la teneur en eau résiduelle est inférieure à 0.5 %. La température à la sortie du tambour-sécheur est mesurée par une sonde appropriée.

Le chauffage des agrégats d'enrobé doit être réalisé de manière à éviter la dégradation du liant des agrégats.

La température de chauffage des agrégats d'enrobés est de l'ordre de 130 ± 20 °C dans des installations à tambour parallèle. La température des granulats neufs doit être adaptée de manière à obtenir les températures requises du mélange bitumineux. Si nécessaire le temps de malaxage à sec doit être prolongé en fonction du pourcentage d'agrégats d'enrobés ajoutés.

Dans le cas des installations sans tambour parallèle, le liant ne doit pas être « brûlé » dû à une température trop élevée des granulats neufs réchauffés. La durée du malaxage à sec est à prolonger en fonction des températures des mélanges bitumineux à obtenir.

2.2.9. Dépoussiérage et fines de récupération

La centrale est équipée d'un dispositif de dépoussiérage permettant de récupérer les fines entraînées. Si la formulation de l'enrobé permet la réincorporation de ces fines, celles-ci sont réintroduites en tant que fines de récupération.

2.2.10. Criblage et stockage à chaud des granulats

Le débit d'alimentation des cribles à chaud doit être adapté aux caractéristiques de l'installation et du type de matériau à cribler.

La fabrication d'enrobés en utilisant le mode direct ('by-pass') peut uniquement être utilisée en cas d'autorisation par écrit du maître d'œuvre et si l'homogénéité et la régularité de tous les constituants du mélange bitumineux sont démontrées. Dans ce cas le contrôle des constituants à l'entrée en centrale est à renforcer, et le transport des granulats doit être effectué avec des précautions particulières surtout au niveau de la propreté des bennes et le bâchage des camions lors du transport des matériaux fins.

Pour les mélanges bitumineux à forte teneur en gravillons (p.ex. SMA et BBD_r), il faut particulièrement surveiller les surcharges des cribles. En cas de surcharge (débordements), il faut diminuer le débit d'alimentation et non pas adapter les proportions du dosage.

Les silos de granulats chauds sont vidés complètement à la fin de journée, sauf dans le cas des silos calorifugés.

Les trémies de stockage de granulats chauds doivent être conçues de façon éviter tout débordement et permettre le maintien des granulats à la température suffisante avant leur incorporation dans le malaxeur.

2.2.11. Introduction et dosage d'additifs

Un système de dosage approprié doit permettre de garantir exactement les consignes de dosage et le phasage d'introduction de l'additif de manière à respecter la composition du mélange bitumineux.

2.2.12. Pesage des granulats chauds

La centrale doit être équipée d'une bascule destinée à la pesée automatique des différentes fractions de granulats secs.

Les balances doivent être calibrées périodiquement avec des masses raccordées. Ce calibrage est à documenter et à conserver.

2.2.13. Dosage des liants

La centrale doit avoir un dispositif d'alimentation et de dosage du liant par pesage d'une bascule à liant. La bascule à liant doit être calibrée périodiquement avec des masses raccordées. Ce calibrage est à documenter et à conserver.

L'introduction du liant est réalisée de manière à éviter au maximum son vieillissement.

2.2.14. Dosage des fillers et des fines

La centrale doit avoir un dispositif de dosage des fillers et fines dans des trémies réservées à cette fin. Les dispositifs de pesage sont calibrés périodiquement avec des masses raccordées. Ce calibrage est à documenter et à conserver.

2.2.15. Malaxage des mélanges bitumineux

2.2.15.1. Introduction des constituants

L'ordre recommandé d'introduction des constituants dans le malaxeur est le suivant :

granulats / additifs éventuels / filler / liant

Les temps de malaxage sec et humide sont à adapter en fonction des spécificités de l'installation de manière à obtenir un bon enrobage des granulats et un mélange parfaitement homogène.

Dans le cas de l'introduction d'agrégats d'enrobés dans les mélanges bitumineux dans des installations à tambour parallèle, l'ordre recommandé d'introduction des constituants dans le malaxeur est le suivant :

granulats / agrégats d'enrobés / additifs éventuels / filler / liant

Dans le cas des mélanges contenant des fibres organiques un malaxage à sec, si nécessaire prolongé, est recommandé afin d'éviter l'agglomération des fibres.

2.2.15.2. Respect des températures de fabrication

La température au malaxage des mélanges bitumineux ne doit en aucun cas dépasser les températures maximales indiquées au tableau 7 de l'article 1.2.5. du CDC-ENR16 –Partie1.

2.2.16. Stockage à chaud des mélanges bitumineux

Les températures de stockage à chaud des mélanges bitumineux doivent être contrôlées de manière à éviter toute oxydation excessive du liant. La température de malaxage de l'enrobé ne doit pas être surélevée en prévision d'un stockage de plus longue durée.

2.2.17. Chargement des mélanges bitumineux

La hauteur de chute sous la trémie de stockage sur le camion doit être inférieure ou égale à 3 m.

2.2.18. Suivi informatique des données de fabrication

La centrale doit être équipée d'un module d'acquisition de données de fabrication permettant d'enregistrer et de stocker les paramètres de production (dosage, températures) par gâchée de mélange bitumineux fabriqué.

2.2.19. Précautions spéciales lors de la fabrication de mélange bitumineux coloré

La fabrication des mélanges bitumineux colorés implique un nettoyage soigneux de l'installation depuis le malaxeur jusqu'aux trémies de chargements moyennant le passage « à blanc » (sans liant) des granulats chauds. La même opération est à effectuer à la fin de la fabrication des mélanges bitumineux colorés.

Les recommandations du fournisseur concernant l'utilisation de pigments colorés sont à respecter.

Les exigences relatives aux mélanges bitumineux respectifs restent d'application.

2.3. TRANSPORT DES MÉLANGES BITUMINEUX

Le transport du mélange bitumineux de la centrale d'enrobage au chantier s'effectue dans des véhicules à fond métallique propres ou préalablement nettoyés de tous corps étranger ou reliquats éventuels d'enrobés refroidis.

Les camions utilisés pour le transport des mélanges bitumineux doivent présenter des caractéristiques satisfaisantes les rendant aptes à déverser les mélanges bitumineux dans les ateliers de mise en œuvre. Des camions ayant des bennes calorifugées peuvent être prescrits dans certains cas particuliers.

La pulvérisation de gazole ou de mazout dans le fond du bac des camions, même dilués avec de l'eau, et le répandage de sable ou de poussier ainsi que de tout produit susceptible d'avoir une influence nocive sur la qualité du mélange bitumineux est formellement interdite.

Dans tous les cas, les mélanges bitumineux chauds doivent être protégés par des moyens appropriés, par exemple des bâches étanches, sur chaque camion contre les pertes de chaleurs, l'oxydation excessive du liant et les intempéries. Ces moyens sont mis en place dès la fin de chargement et doivent y demeurer jusqu'au vidange complet de la benne dans la trémie du finisseur.

Compte tenu du trajet et du trafic, un nombre suffisant de camions est à mettre à disposition pour assurer la régularité de l'alimentation de l'atelier de mise en œuvre de manière à éviter tout arrêt du finisseur au chantier et de garantir le maintien des températures permettant la mise en œuvre dans les limites imposées.

Pour les mélanges bitumineux colorés, un nettoyage soigné des véhicules de transport est à prévoir avant tout chargement.

2.4. TRAVAUX PREPARATOIRES A LA MISE EN OEUVRE

2.4.1. Précautions spéciales lors de la mise en œuvre de mélange bitumineux

De manière générale, les surfaces à revêtir doivent :

- être propres ;
- avoir une portance suffisante ;
- être résistantes aux déformations ;
- être conformes aux critères d'uni et profils demandés.

Avant la mise en œuvre de tout mélange bitumineux, la portance des couches sous-jacentes doit être réceptionnée par rapport aux spécifications du CSDC-CT.

Les dégradations importantes du support, comme par exemple des nids de poule, des pelades, des fissures ouvertes, des ressuages, des plumages, des marquages en thermoplastique ou en bandes préfabriquées, sont à éliminer.

Les déformations locales maximales de l'assise sous la règle de 3m (EN13036-7) ne doivent pas dépasser les valeurs du tableau 15 ci-dessous :

Tableau 15 Déformation locales maximale admise en fonction de l'épaisseur de la couche d'assise

Epaisseur d'enrobés par couche	< 3cm	3 - 4 cm	4 - 10 cm	> 10 cm
Déformation maximale (cm)	± 1	± 1.5	± 2	± 3

Dans le cas de la réalisation de tranchées, le cahier des charges – partie 1 concernant les permissions de voirie directes est d'application.

2.4.2. Reprofilage préalable

Des déformations importantes respectivement des défauts d'unis inadmissibles au niveau des couches de base et de liaison entraînent l'exécution d'un reprofilage préalable, soit par application d'un mélange bitumineux à chaud, soit par fraisage. Aux endroits où les différences de profil sont trop importantes, le reprofilage est réalisé en plusieurs couches.

Les opérations de préparation de surface peuvent aussi comprendre la remise à niveau des regards et des bouches à clé, soit avant ou après la mise en œuvre des enrobés.

2.4.3. Fraisage des enrobés existants

Les travaux de fraisage sont interrompus sur les passages supérieurs (ponts) si ceux-ci comportent des joints de chaussée. Le joint est approché au plus près par la machine normalement utilisée pour le fraisage. La surface résiduelle non fraisée est démontée à l'aide d'une machine de largeur réduite sur la profondeur prescrite.

Les plaques ponctuelles d'enrobés non fraisées sont à éliminer par des moyens mécaniques.

2.4.4. Balayage et nettoyage

Immédiatement avant la mise en place de la couche d'accrochage et de l'enrobé, l'entrepreneur procédera au balayage et au nettoyage de la surface qui devra être parfaitement propre et exempte de granulats roulants, de végétaux et de toute souillure pouvant empêcher l'accrochage de l'enrobé à la couche sous-jacente.

En cas de forte pollution le nettoyage par lavage sous pression avec une balayeuse aspiratrice est indiqué dans les zones de circulation des camions de chantier ou en zone rurale. La surface nettoyée doit être suffisamment sèche avant la mise en œuvre de la couche d'accrochage ou de l'enrobé.

En cas d'application de couches d'enrobés minces (< 4 cm), les travaux de nettoyage comprennent, sur demande du maître d'œuvre, la brûlure des plaques de ressuage et du marquage routier ainsi que le dégommeage sur les chaussées aéronautiques.

Les files de pavés sont à nettoyer afin de permettre au traîneau de guidage d'y prendre appui.

Les marquages incrustés sont à enlever avant la pose de nouveaux enrobés.

2.4.5. Imprégnation de couches non-bitumineuse

Le but de l'imprégnation est de stabiliser et d'imperméabiliser sur une épaisseur de plusieurs millimètres une couche de base en granulats non liés par des émulsions de bitume du type C60Bx*.

x classe d'indice de rupture suivant tableau 3 de la norme EN 13808

- **Interface entre mélange bitumineux et grave non liée**

L'imprégnation est réalisée par la pulvérisation d'une émulsion à rupture lente, sur la couche de base préalablement compactée de manière à atteindre les portances imposées au CSDC-CT et destinée à être recouverte par un mélange bitumineux ou un enduit superficiel.

La pulvérisation du liant ne sera exécutée qu'après la réception du compactage et au plus tard deux jours après l'exécution du réglage fin. Un balayage de l'assise devra être exécuté immédiatement avant la mise en œuvre du liant d'imprégnation.

Le dosage en bitume résiduel n'excède pas 1.5 kg/m² et la viscosité du liant devra être ajustée de manière à garantir une pénétration suffisante dans les granulats non liés.

Afin de faciliter la circulation des engins de mise en place des mélanges bitumineux, un léger gravillonnage 4/8 est indiqué.

- **Interface entre mélange bitumineux et grave liée par des liants (hydrauliques et/ou hydrocarbonés)**

La couche de base en grave-laitier ou une grave liée par des liants hydrauliques est traitée par un enduit monocouche moyennant le répandage d'une émulsion cationique à raison de 400 à 500 g/m² de bitume résiduel, suivi d'un gravillonnage 4/8 à raison de 5-6 l/m².

- **Interface entre mélange bitumineux et sable stabilisé**

La couche de sable stabilisé est traitée par un enduit monocouche moyennant le répandage d'une émulsion cationique à raison de 400 à 500 g/m² de bitume résiduel, suivi d'un gravillonnage 4/8 à raison de 5-6 l/m². Néanmoins un léger cloutage préalable par des gravillons 12/16 à raison de 8l/m² peut être prévu.

2.4.6. Couche d'accrochage sur mélange bitumineux

Les émulsions cationiques de bitume répondent à la norme EN 13808 et aux spécifications du tableau 16 ci-dessous.

Tableau 16 Spécifications des émulsions cationiques de bitume pour couches d'accrochage

Propriété sur émulsion	Unité	Méthode	Emulsion cationique à 60% de bitume modifié C60BPx*	Emulsion cationique à 60% de bitume C60Bx*
Propriétés sensorielles	-	EN1425	à déclarer	à déclarer
Polarité des particules	-	EN1430	positive	positive
Indice de rupture	-	EN13075-1	à déclarer (x)	à déclarer (x)
Teneur en liant	%-m	EN1428	58 - 62	58 - 62
Résidu au tamis 0.5mm	%-m	EN1429	≤ 0.5	≤ 0.5
Résidu au tamis 0.5mm après 7 jours	%-m	EN1429	≤ 0.5	≤ 0.5
Temps d'écoulement 4mm, 40°C	s	EN12846	15 - 70	15 - 70
Adhésivité	%	EN13614	≥ 90	≥ 75
Propriété sur liant récupéré par évaporation				
Pénétrabilité à 25°C	0.1mm	EN13074 EN1426	≤ 100	≤ 220
Point de ramollissement Bille et Anneau	°C	EN1427	≥ 50	≥ 35
Retour élastique à 10°C	%	EN13398	≥ 50	-

- Interface entre enrobé et enrobé

La couche d'accrochage est constituée d'une couche d'émulsion cationique, à rupture rapide.

La couche d'accrochage est exécutée en émulsion de bitume modifié C60 BPx* sur les autoroutes et sur les routes à trafic élevé. Pour les autres types de routes une émulsion C60 Bx* est à utiliser.

Tableau 17 Dosage minimal pour couche d'accrochage exprimé en g/m² de liant résiduel

Etat du support	Dosage minimale en g/m ²		
	couche de base bitumineuse – couche de liaison	couche de liaison – couche de liaison	couche de liaison – couche de roulement
Neuve, fraîche	250	250	250
Fraîsée (fin et normale)	300	300	300
Maigre, ouverte, fraîsée (profond)	350	350	350

Note 1 : Avec l'accord ou sur demande du maître d'œuvre, le dosage en liant peut être modifié selon l'aspect du support
 Note 2 : Une couche d'enrobé peut être considérée comme fraîche si elle n'a pas encore subi un trafic routier prolongé de plus de 2 jours et est propre

L'émulsion est exempte de fluxant afin de ne pas risquer d'empiéger celui-ci à l'intérieur de la chaussée et ainsi ramollir le liant de l'enrobé supérieur.

Afin d'éviter le contact entre le pneumatique et l'émulsion d'accrochage, il est possible de réaliser un très léger gravillonnage ou épandage de lait de chaux. Les surfaces sur lesquelles une couche d'accrochage a été appliquée seront interdites à toute circulation à l'exception des camions assurant le transport des mélanges bitumineux.

Les faces verticales des éléments linéaires, des accessoires et des bords verticaux des zones fraisées, qui sont en contact avec les mélanges bitumineux, sont aussi badigeonnées à l'émulsion ou au bitume chaud. L'application d'une bande préformée est vivement conseillée.

2.4.7. Membrane d'étanchéité sous béton bitumineux drainant

Avant la mise en œuvre d'un béton bitumineux drainant, il sera procédé à l'application d'une membrane d'étanchéité.

La couche de collage et la membrane d'étanchéité seront répandues par pulvérisation à chaud (150-160 °C). Le liant utilisé sera un bitume modifié aux polymères.

Le dosage en liant résiduel est de 1.1 kg/m² sur une surface d'enrobé neuve et de 1.3 kg/m² sur une surface fraisée.

Afin d'éviter l'adhésion des roues des engins de pose et d'approvisionnement, un gravillonnage est réalisé avec un granulat 4/8 préenrobé à raison de 8 l/m².

Le serrage du gravillonnage se fait à l'aide d'un compacteur à pneus. Des gravillons non adhérents sont à éliminer, sans toutefois endommager la membrane en place.

2.5. MISE EN ŒUVRE DES MELANGES BITUMINEUX

2.5.1. Programme de chantier

Avant exécution de tout chantier sous la responsabilité de l'Administration des ponts et chaussées, les informations reprises dans l'annexe 1 du présent cahier des charges sont à transmettre au Laboratoire des Ponts & Chaussées aux coordonnées suivantes :

Fax : 262563 4700

Email : labo@pch.etat.lu

2.5.2. Conditions météorologiques de mise en œuvre

Les mélanges bitumineux ne peuvent être mis en œuvre que si les conditions météorologiques (températures, précipitations et vent) permettent une mise en œuvre et en particulier un compactage conforme aux prescriptions ainsi qu'une parfaite liaison entre les couches.

Tableau 18 Conditions météorologiques limites à respecter pour la mise en œuvre

	température de l'air
couche de roulement en béton bitumineux drainant	> + 10 °C*
couche de roulement ≤ 3.5cm	> + 10 °C*
couche de roulement > 3.5cm	> + 5 °C
couche de liaison	> + 0 °C
couche de base	> - 3 °C
* température du support > + 5°C	

En cas de la mise en œuvre de mélanges bitumineux à basse température la température de l'air est supérieure à +10°C et la température du support est supérieure à + 8°C.

En cas de vent fort, la mise en œuvre de béton bitumineux drainant n'est pas autorisée.

Pour les couches de roulement, il est recommandé de ne plus programmer des travaux d'une certaine envergure pendant les mois de novembre à mars, considérant que le revêtement devra subir des sollicitations particulièrement agressives du service hivernal (déneigement, salage, ..).

La mise en œuvre de mélanges bitumineux n'est autorisée que si les surfaces de répandage sont exemptes d'un film d'eau fermé et de flaques d'eau, de neige ou de gel.

Aucune mise en œuvre de mélange bitumineux n'est admise en cas de pluie battante, de chute de neige ou de vent fort.

Des surfaces légèrement humides peuvent être tolérées pour la mise en œuvre d'enrobés en couche de liaison ou en couche de base sous condition qu'une couche d'accrochage ait été préalablement appliquée.

2.5.3. Epaisseur des couches de mélange bitumineux

Les épaisseurs des couches des différents mélanges bitumineux doivent être conformes aux valeurs du tableau ci-dessous :

Tableau 19 Epaisseur des couches de mélange bitumineux

Mélanges bitumineux	Ancienne dénomination	Epaisseur moyenne (cm)
SMA 8 / SMA 8 P	(SMA 0/8 A-F)	3.0 – 4.0
SMA 11/ SMA 11 P	(SMA 0/12 A-F)	3.5 – 4.5
BBDr 8 P	(ED 0/8)	4.0 – 5.0
BBDr 11 P	(ED 0/12)	4.5 – 6.0
BBDr 16 P / BBDr 16 L P	(ED 0/16)	5.0 – 6.0
EB 8 R1 ou R2	(0/8 EF1 ou EF2)	3.0 – 4.0
EB 11 R1 ou R2 / EB 11 R2 P	(0/12 EF1 ou EF2)	3.5 – 5.0
EB 11 R3 / EB 11 R3 P		3.5 – 5.0
EB 16 R2	(0/16 EF2)	5.0 – 6.0
EB 16 L / EB 16 L P	(0/16 EF3)	4.0 – 6.0
EB 22 L	(0/32 EF3)	5.0 – 7.0
EB 22 B		8.0 – 14.0
EB 32 B	(GB 0/32)	8.0 – 15.0

2.5.4. Répandage des mélanges bitumineux

La mise en œuvre des mélanges bitumineux est effectuée au moyen d'un finisseur pouvant compenser les petites inégalités du support et assurer un précompactage le plus élevé possible, uniforme et homogène sur toute la largeur de travail. Pour la pose des mélanges bitumineux à chaud les finisseurs sont équipés d'une table chauffante et d'un dispositif de précompactage. Les mélanges bitumineux ne doivent pas présenter de ségrégation dans la vis de répartition du finisseur.

Le nombre de finisseurs, leurs puissances et leurs dimensions, doivent être en rapport avec le débit de mise en œuvre recherché.

La mise en œuvre des mélanges bitumineux manuelle est limitée aux cas où ils ne peuvent pas être répandus mécaniquement.

Il est strictement défendu aux camions de heurter la finisseuse lors du déchargement sous peine d'application d'une pénalité telle que défini au chapitre 2.7.1.

Il convient que dans la dernière phase de la manœuvre ce soit le finisseur qui s'approche du camion arrêté et reprenne au point mort. Dès que les camions sont complètement déchargés, ils doivent quitter le finisseur avec la benne en position basse.

Les reliquats éventuels d'enrobés refroidis sont éliminés avant tout nouveau chargement. Le nettoyage des camions vidangés se fera en dehors de la surface préparée pour la mise en œuvre des enrobés dans la même journée.

La trémie du finisseur n'est pas vidée complètement pendant l'opération de répandage.

Tous les obstacles et chutes d'enrobés se trouvant sur la chaussée en avant des roues ou des chenilles de la finisseuse sont à enlever. Toute chute accidentelle de mélange bitumineux devant la finisseuse est à éviter.

En cas de renouvellement de la couche de roulement sur autoroute et toutes les fois que cela est possible sur les autres routes (chaussée fermée à la circulation), il faut adopter un travail avec un finisseur grande largeur ou avec deux (ou plus) de finisseurs en parallèle. Pour les chantiers sur d'autoroute d'une certaine envergure (>10000m²/jour), l'entrepreneur doit impérativement mettre en réserve au moins un finisseur et un compacteur.

Les inclusions visibles de corps étrangers dans la couche de mélange bitumineux répandue sont éliminées avant compactage.

L'entrepreneur établit un plan de répandage, en indiquant au moins le nombre d'engins, la largeur et la longueur de bande, de manière :

- à limiter au maximum la longueur totale des joints (longitudinaux et transversaux)
- à limiter au maximum la mise en œuvre manuelle

Lorsque les mélanges bitumineux doivent être répandus à la main en couche uniforme la mise en place se fait au moyen de fourches appropriées et aux températures requises. Le réglage est exécuté par des ouvriers spécialisés et expérimentés de façon à réaliser un revêtement d'épaisseur et de profil prescrits après compactage.

Immédiatement après le répandage de chaque couche et avant de procéder au cylindrage, les irrégularités flagrantes de la surface sont à corriger.

Pour les mélanges bitumineux colorés, un nettoyage soigné de tout matériel de répandage s'impose avant tout répandage. La teinte du mélange bitumineux coloré doit être homogène sur l'ensemble de la partie répandue.

2.5.4.1. Température du mélange bitumineux au répandage

La température de répandage est fixée de façon à permettre d'obtenir le compactage et l'uni fixé prescrits ainsi que d'assurer la régularité de l'épaisseur et de la qualité du mélange bitumineux. La température est mesurée dans la vis de répandage du finisseur.

Tableau 20 Températures minimales de répandage de l'enrobé en fonction de la classe de bitume

Nature du bitume	Classe du bitume	Température minimale de répandage °C
Bitume routier	50/70	125
	70/100	120
PmB	25/55-55	135
	45/80-50	125
Liant spéciaux (bitume de synthèse, bitume-mousse, bitume à basse température, ..etc.)		À indiquer par le producteur en conformité avec les indications du fournisseur du liant suite à une épreuve de formulation

En aucun cas le mélange bitumineux ne doit être surchauffé pendant la fabrication, le transport et la mise en œuvre.

2.5.4.2. Guidage du finisseur

Les couches d'enrobés sont mises en œuvre par guidage (optique, électrique, fil ou autre) et calage en nivellement (vis calée), selon une des méthodes du tableau 9

Tableau 21 Modalités de guidage en fonction du type de couche

Type de couche	Mode de fonctionnement du finisseur
couche de base	guidage par poutre longue, par fil ou par rayon laser
couche de liaison	si support déformé : guidage par poutre longue si support peu déformé : vis calée ou guidage court
couche de roulement	si chaussée routière : vis calée si repères fixes (bordures) : guidage court si support déformé : guidage par poutre longue, par fil ou par rayon laser
Remarques :	
<ul style="list-style-type: none"> - Vis calée : Les hauteurs des articulations des bras (points d'attaches) par rapport au tracteur sont fixes - Guidage court : Les hauteurs des articulations sont guidées par une roulette ou un ski court - Guidage par poutre longue : Les hauteurs des articulations sont guidées par une poutre de 11m minimum de longueur. - Guidage par un fil ou rayon laser : Les hauteurs des articulations sont guidées par un fil tendu ou un rayon laser - Guidage manuel : Les hauteurs des articulations des bras sont commandées manuellement 	

La combinaison de deux méthodes de guidage sur une même machine n'est pas autorisée.

2.5.4.3. Vitesse de répannage et arrêts de répannage

La vitesse d'avancement des finisseurs doit être adaptée à la cadence d'arrivée du mélange bitumineux et doit être aussi régulière que possible en fonction de l'uni requis.

Pour l'obtention d'un bon uni, il est indispensable que la mise en œuvre se fasse de façon continue. Le rapport de la boîte de vitesse est choisi de telle sorte que les arrêts de répannage soient réduits au minimum.

En cas d'arrêt momentané, les organes de précompactage ne doivent pas fonctionner, et les vérins de sustentation de la table sont bloqués en hauteur.

En cas d'arrêt de longue durée, c.à.d. dès que les températures définies au tableau 8 sont atteintes, la trémie est vidée, le finisseur avancé et l'enrobé répanné est compacté. Au redémarrage, l'enrobé froid resté dans le système d'alimentation est éliminé ; la reprise du répannage s'effectue avec calage de la table après exécution du joint transversal, tel qu'il est prévu au paragraphe 2.5.4.1.

2.5.5. Joints

Toutes les fois que la chaussée est complètement fermée à la circulation et lors des travaux autoroutiers, exception faite des réparations locales et après accord préalable du maître d'œuvre, la mise en œuvre de toutes les couches en enrobés bitumineux à chaud se fait sur toute la largeur de la chaussée de manière à avoir des joints longitudinaux chauds.

Les joints ne sont jamais compactés au moyen de compacteurs à pneus, mais par des compacteurs à rouleau lisse avec ou sans vibration selon le type d'enrobé en place.

Dans le cas des bétons bitumineux drainants, les joints doivent assurer la continuité de la couche sans créer une barrière étanche pour le drainage des eaux.

2.5.5.1. Joints transversaux

Les joints transversaux sont à réaliser lors des arrêts et des reprises de mise en œuvre. Ils sont à exécuter par une coupe franche et ne doivent pas être exécutés en biseau.

Les joints transversaux des différentes couches doivent être décalés d'au moins 1m.

Avant la reprise ou à la fin du compactage un joint franc devra être coupé à la bêche sur toute son épaisseur de façon à exposer une surface verticale. Cette coupe est pratiquée en suivant la ligne faisant un angle d'environ 90° avec l'axe de la chaussée, tout en prenant soin que tout matériau non solidaire du support soit éliminé. Les matériaux coupés sont à enlever par l'entrepreneur. Jusqu'à concurrence d'une longueur de 1m les matériaux arrachés sont payés par le maître d'œuvre. Au-delà de 1m les matériaux enlevés sont à remplacer aux frais de l'entreprise.

La surface verticale fraîche créée par cette découpe est, après refroidissement, badigeonnée à l'aide de bitume à chaud modifié juste avant la mise en place de la nouvelle bande. Le marché peut exiger la mise en place soigné d'un joint de scellement en bitume modifié préformé et thermofusible. Les joints transversaux exécutés en béton bitumineux drainants ne sont pas traités.

La continuité de l'épaisseur est respectée grâce à un réglage approprié du finisseur. La table est chauffée et la chambre de répartition est alimentée. Après une attente de quelques minutes, qui servira à réchauffer légèrement la surface du joint, le finisseur avance et répand l'enrobé tout en vérifiant l'épaisseur du revêtement. Le mélange bitumineux éventuellement débordé sur la partie 'froide' du joint est à évacuer.

Le raccordement en épaisseur à la couche précédente est assuré par un calage approprié du finisseur.

Les joints transversaux sont à compacter en travers du sens de pose au moyen d'un petit rouleau lorsque l'espace ne permet pas aux engins utilisés pour le compactage courant de manœuvrer. La première passe est faite avec le bandage circulant sur la couche froide et débordant d'une dizaine de cm sur l'enrobé chaud non compacté. Le rouleau effectue alors des allers et retours jusqu'à couvrir une largeur égale à sa longueur de génératrice diminuée de 10 à 20 cm.

Dans le cas d'exécution d'un sifflet provisoire du raccordement, des papiers kraft ou du sable peuvent être utilisés afin de faciliter le décollement de l'enrobé lors de la reprise du joint.

2.5.5.2. Joints longitudinaux

Dans la mesure du possible les joints longitudinaux doivent se situer hors des bandes de roulement des roues, une fois la chaussée en service.

Le joint longitudinal ne doit jamais se trouver superposé au joint longitudinal de la couche immédiatement inférieure. Le décalage est au moins de 20cm. Le joint longitudinal de la couche de roulement doit se trouver au voisinage des bandes de signalisation de façon, en particulier, à ne pas se trouver sous le passage des roues.

2.5.5.3. Travail en « parallèle » (joint chaud)

Les finisseurs travaillant en parallèle doivent avancer de façon aussi simultanée que possible ; leur distance moyenne ne doit pas excéder les 20m.

Le répandage de la nouvelle bande est conduit de façon à recouvrir sur 2cm le bord longitudinal de la bande adjacente.

2.5.5.4. Travail par bandes (joint froid)

L'entrepreneur soumet à l'accord du maître d'œuvre les largeurs des bandes et la position des joints longitudinaux.

Le répandage de la nouvelle bande est conduit de façon à recouvrir sur 2cm le bord longitudinal de la bande adjacente; les enrobés en excès recouvrant la bande ancienne sont ensuite soigneusement éliminés.

La surépaisseur de la nouvelle bande en cours tient compte du tassement prévisible provoqué par le passage ultérieur des compacteurs.

Le compactage du joint longitudinal se fait de manière à ce qu'au premier aller/retour le bandage d'un rouleau lisse circule sur la bande déjà compactée et refroidie avec un rebord de 10 à 20 cm sur la couche chaude venant d'être répandue. La couche est ensuite compactée selon un schéma allant du bord extérieur vers le joint, y compris le joint. Le compactage peut aussi s'effectuer en s'approchant du joint par le bord extérieur (opposé au joint) ; le passage du compacteur s'effectue alors avec un faible débord sur l'enrobé refroidi, 10 à 20 cm au maximum.

Le bord de la bande déjà exécutée doit être chanfreiné sur toute son épaisseur de façon à exposer une surface légèrement inclinée et non verticale. Préférentiellement le joint froid est formé à la mise en œuvre par une roue latérale, d'un angle de 70 à 80°, montée sur le rouleau compacteur. Le cas échéant la découpe à angle peut se faire par fraisage ou manuellement au burin. Les matériaux coupés sont à enlever par les soins de l'entrepreneur.

La surface verticale froide créée par cette découpe est ensuite badigeonnée soigneusement au bitume à chaud modifié. Le dosage du liant sera d'environ 50g/m². Au niveau de la bande d'enrobé froid des mesures de protection contre la souillure par le bitume répandu sont à prévoir. Les éventuels joints longitudinaux exécutés en béton bitumineux drainant ne sont pas traités.

2.5.5.5. Bords des couches en mélange bitumineux

En cas d'absence de bordure, le bord des couches en mélange bitumineux est chanfreiné par une roue latérale montée sur le compacteur ou tout autre dispositif approprié. L'angle formé est fonction de l'épaisseur de l'enrobé et est en général de 60°.

Le cas échéant, les bords de chaussées en enrobés, préalablement nettoyés et propres, sont à traiter moyennant l'application de bitume à chaud, à raison d'environ 2.5kg/m² de liant résiduel, de manière à garantir un bon étanchement de la structure. L'application peut se faire en plusieurs couches.

2.5.6. Raccords

Les raccords aux éléments en béton ou pavés et aux éléments incorporés dans la chaussée feront l'objet de travaux particuliers, tels que le collage d'un joint de scellement bitumineux préformé et thermofusible, l'application à chaud d'une couche de bitume modifiée d'une épaisseur suffisante ou d'autres techniques (joint répandu après découpe,..) permettant de garantir l'étanchéité de la chaussée. Le dosage sur flanc vertical est d'environ 1.5kg/m². L'utilisation d'émulsion de bitume n'est pas autorisée.

2.5.7. Mesures techniques à respecter lors de la pose de mélanges bitumineux dans des conditions météorologiques exceptionnelles

2.5.7.1. Mise en œuvre par temps froid

- le poste d'enrobage est choisi à une distance minimale du chantier
- toutes les dispositions sont prises, afin de permettre une mise en œuvre aussi rapide et continue que possible
- les engins de compactage doivent suivre et rester le plus près possible du finisseur
- utiliser un précompactage le plus élevé possible
- ne plus commencer à partir de novembre des chantiers d'une certaine envergure (chantiers longs, voirie à trafic important,...)

2.5.7.2. Mise en œuvre en cas de fort ensoleillement et des températures très élevées

- les compacteurs gardent une certaine distance au finisseur de manière à ce que les mélanges bitumineux ne collent pas aux bandages des compacteurs et ne glissent pas
- la température au départ de la centrale est choisie au bas de la fourchette tout en respectant les conditions de mise en œuvre.
- dans le cas des enrobés bitumineux et grave-bitume, les compacteurs à pneus n'accomplissent que le premier compactage immédiatement derrière le finisseur
- la mise sous circulation est retardée jusqu'à refroidissement complet de l'enrobé en dessous de 40 °C : généralement il convient d'attendre la nuit
- le gravillonnage des SMA est obligatoire (voir l'article 2.5.8.)

2.5.7.3. Mise en œuvre en cas de précipitations

- la mise en œuvre de mélanges bitumineux de la couche de roulement sur chaussée humide, avec formation d'un film d'eau épais et continu, n'est pas admise
- des mélanges bitumineux en couche épaisse peuvent être mis en œuvre en couche de liaison même par temps de bruine. Par temps de pluie battante toute mise en œuvre de mélange bitumineux est à arrêter.
- la mise en œuvre après une pluie n'est possible que si toutes les flaques d'eau ont été évacuées

2.5.8. Compactage

La réalisation du compactage vise, après répannage du matériau, à amener celui-ci au pourcentage de vides optimal, tout en conservant les caractéristiques superficielles d'uni et d'adhérence compatible avec la sécurité et le confort de l'utilisateur de la route. Le taux de compactage prescrit aux tableaux 9-10 de la partie 1 du présent CDC sera contrôlé moyennant de carottages et d'analyses au Laboratoire.

Le compactage est réalisé par un atelier de compactage formé de divers engins de compactage agissant dans un ordre déterminé et adapté, de manière à assurer en tout point un compactage satisfaisant et aussi constant que possible.

Le nombre de cylindres à mettre à la disposition du chantier doit permettre d'effectuer le compactage dans un délai compatible avec le refroidissement de l'enrobé après la mise en œuvre.

Les compacteurs utilisés sont :

- des compacteurs à pneus
- des compacteurs vibrants lisses
- des compacteurs statiques lisses
- des compacteurs mixtes

Un système de pulvérisation d'eau est à utiliser en permanence pour maintenir humide, mais sans plus, le bandage métallique des compacteurs à jantes lisses et ainsi éviter le collage du mélange bitumineux. Une panne sur le système de pulvérisation implique l'arrêt immédiat, hors enrobé chaud, du rouleau.

Les compacteurs à pneus sont toujours équipés de jupes de maintien de température des pneus, suffisamment près du sol, afin d'en limiter le refroidissement sous l'action du vent et ceci quelles que soient les conditions atmosphériques au moment du compactage.

Les compacteurs sont équipés, le cas échéant, d'une roue de compactage latérale, destinée à éviter le fluage du bord de la bande compactée et à la formation du bord de chaussée tel que décrit sous l'article 2.5.4.5. Bords des couches en mélanges bitumineux

Pour des zones difficiles d'accès, le compactage peut être réalisé à l'aide de dames, plaques vibrantes ou petits rouleaux.

On distingue deux cas d'ateliers de compactage :

- Atelier simple : composé d'un même type de compacteurs, donc des compacteurs lisses
- Atelier composite : composé de divers types de compacteurs, donc compacteurs lisses et compacteurs à pneus

La composition de l'atelier de compactage est la suivante selon le type du mélange bitumineux à compacter :

- Enrobé bitumineux : atelier composite
- SMA : atelier simple
- Béton bitumineux drainant : atelier simple (sans vibration ou oscillation)

Les compacteurs à pneus ont les caractéristiques suivantes :

- Charge/roue : 1.5 t à 2.5 t
- Pression de gonflage des pneus : 3 à 9 bars

Sur les chantiers autoroutiers, l'atelier de compactage devra comporter au moins :

- 3 compacteurs à pneus travaillant en tête, à l'exception de la mise en œuvre des bétons bitumineux drainants et des SMA
- 3 rouleaux tandem à jantes métalliques lisses, avec une charge linéaire d'au moins 10kg/cm en vibration et d'une largeur de la bille de >1.4m.

La distance entre la zone de circulation des compacteurs et l'arrière du finisseur sera toujours inférieure à 40 m, sauf si la température du mélange bitumineux est encore trop élevée.

Le nombre maximal de passes du compacteur en 'vibration' est limité à 3 lors du compactage des SMA11 et à 2 pour les SMA8. De toute manière il faut porter une attention particulière aux phénomènes de ressuage lors du compactage par vibration. Lors de l'inversion de marche du compacteur la vibration est arrêtée.

Dans les phases d'inversion de marche, le freinage des engins doit être compatible avec le respect de l'uni, c.à.d. des arrêts et démarrages brusques sont à éviter, donc des accélérations et décélérations progressives sont indiquées. Les manœuvres de décalage (changement de bande) sont toujours effectuées sur la partie la plus refroidie de l'enrobé. Le recouvrement de compactage entre deux bandes adjacentes doit être au moins de 15 à 20 cm. Le nombre de bandes compactées par un même compacteur est fixé à un maximum de 3.

L'inversion de marche s'accompagne toujours d'un arrêt progressif et automatique de la vibration.

La vibration est à limiter ou à annuler lorsque le module du mélange bitumineux est élevé suite au compactage et au refroidissement de l'enrobé.

Dans aucun cas un compacteur doit rester en arrêt sur un enrobé encore chaud, mais doit se garer en dehors des surfaces d'enrobés à compacter et encore chaudes.

Le poids total de chaque cylindre est fonction de la nature et du calibre des enrobés, ainsi que de l'épaisseur et du degré de compactage envisagé de l'enrobé.

Dans les virages de faible rayon il convient de commencer le compactage côté intérieur et diminuer la vitesse de translation de façon à avoir un braquage suffisamment lent. Les manœuvres de décalage sont faites si possible sur la ligne droite précédant le virage.

Sur les fortes rampes et dans le cas où le compacteur dispose d'un seul essieu moteur, le compactage est effectué avec l'essieu moteur orienté à l'opposé du finisseur.

Le cylindrage sur couche de roulement est toujours parachevé avec des cylindres à jantes lisses. Il se poursuit jusqu'à ce que toutes les traces du rouleau aient disparu et que le compactage de l'enrobé est dans les limites prescrites.

La vitesse de translation est adaptée au type du compacteur et est toujours assez lente pour éviter les déplacements des revêtements.

Les valeurs indicatives sont :

- environ 5 km/h pour les rouleaux statiques
- environ 6 km/h pour les rouleaux pneumatiques
- environ 4 km/h pour les rouleaux vibrants tandem

En présence de files de pavé, le compactage des bords est obligatoire, à l'aide de deux plaques vibrantes, disponibles en permanence sur le chantier.

2.5.9. Gravillonnage de la couche de roulement en SMA

La qualité antidérapante initiale de la surface d'un SMA est obtenue par l'épandage de gravillons 2/5 préenrobés à raison de 1 à 2 kg/m² sur la couche de roulement encore chaude. Le matériau d'épandage sera légèrement cylindré.

Les gravillons utilisés sont conformes aux spécifications des granulats pour SMA conformément aux spécifications des granulats dans la partie 1 du présent CDC.

Le préenrobage du gravillon se fait à chaud à raison de 1.5 % à 2 % de bitume de manière à assurer un bon collage du gravillon sur le mélange SMA.

Après l'opération de compactage proprement dit, l'épandage des gravillons se fait au moyen d'une gravillonneuse équipée de pneus larges afin de ne pas faire d'empreintes dans l'enrobé neuf. On pourra également utiliser une gravillonneuse montée sur un compacteur. Le répandage manuel est indiqué pour gravillonner des recoins non accessibles avec la gravillonneuse. Le Splittmastixasphalt aura alors une température comprise entre 70 et 90°C.

2.5.10. Carottage contradictoire

Le laboratoire du maître d'œuvre se réserve le droit de prélever des carottes contradictoires sur tous les chantiers où le revêtement en mélange bitumineux a été effectué hors saison (entre novembre et mars) et lorsque les enrobés ont un aspect anormal ou les conditions de mise en œuvre n'ont pas été respectées.

Des carottes contradictoires seront aussi effectuées à chaque fois où les analyses sur les échantillons prélevés donnent des résultats non conformes. Les résultats des analyses sur ces carottes seront considérés pour l'application éventuelle des sanctions prévues au chapitre 2.7.

2.5.11. Ouverture à la circulation

L'enrobé doit être complètement refroidi dans la masse avant que le revêtement ne soit ouvert à la circulation.

Les mesures prises pour couper la route à la circulation avant la pose de l'enrobé doivent être maintenues jusqu'à ce que la dernière couche posée soit complètement refroidie.

Le temps nécessaire pour ce refroidissement dépend de :

- la température du sol et de l'air
- la vitesse du vent
- l'épaisseur de la couche

Une mise en circulation trop rapide conduit à des dégradations irréversibles : ornièrage, plumage,....

2.6. CONTROLES ET TOLERANCES

Le contrôle des mélanges bitumineux mis en œuvre incombe au maître d'œuvre. Leur but est d'établir si les mélanges bitumineux fournis et mis en œuvre respectent bien les exigences et les performances contractuelles.

Si nécessaire des carottes contradictoires peuvent être prélevées de manière représentative conformément à un plan de carottage établi d'un commun accord entre le maître d'œuvre et l'entrepreneur. Les frais des carottages et des analyses sont à charge du maître d'œuvre si les résultats sont conformes aux prescriptions, mais à charge de l'entrepreneur en cas de résultats insuffisants.

2.6.1. Prélèvement d'échantillons de mélange bitumineux

A la mise en œuvre des échantillons sont prélevés par l'entrepreneur à la demande et, si possible en présence, du maître d'œuvre ou d'un agent du Laboratoire. L'entrepreneur est responsable du prélèvement des échantillons conformément à la norme EN12697-27.

Pour la vérification de la conformité de la composition du mélange bitumineux, il est prélevé un échantillon de laboratoire d'environ 7 kg au niveau de l'extrémité de la vis de répartition du finisseur selon EN12697-27 paragraphe 4.3. Si au Laboratoire d'autres caractéristiques sont à déterminer sur l'échantillon, les quantités prélevées sont à augmenter en conséquence.

Afin d'éviter la ségrégation et de garantir une bonne homogénéité, il faut veiller à ce que le palier des vis soit correctement rempli et que le matériau ait bien été mélangé.

Si un prélèvement est effectué soit dans le matériau répandu mais non encore compacté, soit par carottage ou soit par sciage, les indications respectives des paragraphes 4.6, 4.7 et 4.8 de la norme EN12697-27 sont à respecter.

Des prélèvements sont à prévoir:

- chaque jour de mise en œuvre au début de la fourniture
- pour chaque tranche de 600 t de mélange bitumineux mis en œuvre ou au milieu et à la fin du chantier
- toutes les fois qu'un mélange bitumineux a un aspect anormal, noter ceci ensemble avec le point de repère locale sur le bulletin de réception du Laboratoire.

Les échantillons de mélange bitumineux sont remplis et conservés dans des boîtes métalliques ou des sacs en papier mis à disposition par l'entrepreneur. D'autres récipients d'échantillons ne peuvent être acceptés qu'après accord préalable du Laboratoire du maître d'œuvre. Dans tous les cas les échantillons doivent être emballés et fermés pour éviter toute contamination ou dommage.

Le formulaire d'échantillonnage doit indiquer l'emplacement, la méthode, la date et l'heure d'échantillonnage et le type de matériau. Il indique le cas échéant le fabricant et l'entreprise (si ces informations existent) et doit porter la signature et le nom de la personne chargée de l'échantillonnage. Une copie du formulaire peut être remise à l'entrepreneur et une copie accompagne l'échantillon au Laboratoire du maître d'œuvre. Les échantillons sont marqués d'une manière claire et nette afin d'éviter toute confusion. Un modèle d'un formulaire d'échantillonnage est disponible à la demande au Laboratoire ou peut être téléchargé sur le site internet www.pch.etat.lu.

2.6.2. Conformité du mélange bitumineux

Les limites admises et les tolérances du présent article tiennent compte des écarts à l'échantillonnage et des limites de confiance de la méthode d'essai ainsi que des déviations dues aux conditions de travail.

2.6.2.1. Tolérances relatives à la teneur en liant soluble

La teneur en liant est déterminée à partir de prélèvements lors de la mise en œuvre ou de carottes prélevées dans la chaussée finie.

Tableau 21 Tolérances relatives à la teneur en liant soluble

Nombre d'échantillons	au moins 3
teneur en liant pour couches de roulement, de liaison et de base	-0.3 % / +0.8 %

2.6.2.2. Tolérances relatives à la granulométrie

La granulométrie est déterminée à partir de prélèvements lors de la mise en œuvre ou de carottes prélevées dans la chaussée finie.

Tableau 22 Tolérances relatives à la granulométrie

Nombre d'échantillons	au moins 3
teneur en filler (<0.063mm) %-M	
- pour couches de roulement et de liaison (SMA, EB R, EB L)	± 2.4
- pour couche de roulement (BBDr)	± 1.5
- pour couches de base (EB B)	+ 6.4 / - 2.4
teneur en sable %-M	
- pour couches de roulement, de liaison et de base (SMA, EB R, EB L ; EB B)	± 5.0
- pour couche de roulement (BBDr)	± 2.0
teneur en gravillons %-M	
- pour couches de roulement, de liaison (SMA, EB R, EB L)	± 5.0
- pour couche de roulement (BBDr)	± 3.9
- pour couche de base (EB B)	± 5.5

2.6.2.3. Valeurs relatives au liant extrait

Le point de ramollissement du liant récupéré à partir du mélange bitumineux ne doit pas dépasser les valeurs limites du tableau 23

Tableau 23 Valeurs limites de la température de ramollissement bille et anneau déterminée sur le liant extrait

Bitume routier		Bitume modifié par des polymères	
Classe	Valeur limite t_{BA} °C	Classe	Valeur limite t_{BA} °C
50/70	62	25/55-55	71
70/100	59	45/80-50	+/- 8 par rapport à l'épreuve de formulation

En cas d'utilisation d'agrégats d'enrobés la température de ramollissement bille et anneau du liant récupéré à partir du mélange bitumineux ne doit pas dépasser de 8°C la $t_{BA\ mix}$ déclarée dans l'épreuve de formulation.

2.6.2.4. Tolérances relatives à la teneur en vides

La teneur en vides est déterminée conformément à la norme EN12697-8. La tolérance par rapport aux valeurs limites sur carottes telle qu'elle est spécifiée pour le type du mélange bitumineux respectif est de 15%.

La masse volumique apparente selon EN12697-6 est déterminée par la méthode B sur les enrobés bitumineux et le Splittmastixasphalt, et par la méthode D sur les bétons bitumineux drainants.

2.6.3. Tolérances de la quantité mise en œuvre

La tolérance de dépassement de la quantité mise en œuvre par rapport aux conditions contractuelles est de 25% pour la couche de roulement et de 15% pour l'ensemble couche de roulement-couche de liaison si les 2 couches sont mises en œuvre successivement.

2.6.4. Contrôle de la mise en œuvre

2.6.4.1. Contrôle de la température

La température de l'enrobé bitumineux est mesurée au niveau de la vis de répartition du finisseur sur des enrobés en mouvement en utilisant des thermomètres infrarouge. En cas de litige, des thermomètres à sondes sont à utiliser tel qu'il est prévue par la norme EN12697-11.

Les valeurs limites des mélanges bitumineux sont fonction du grade du bitume utilisé et sont indiquées au tableau 20

2.6.4.2. Contrôle de l'épaisseur des couches

Si la planéité du support est conforme et pour autant qu'il ait été convenu de poser le revêtement en couches d'épaisseur régulière, les tolérances par rapport au tableau 24 doivent être respectées pour 95% des points contrôlés en fonction de la couche de chaussée, sans toutefois dépasser l'épaisseur minimale indiquée. L'épaisseur des couches répandues est contrôlée par la mesure de l'épaisseur des différentes couches de carottes prélevées selon la norme EN12697-36.

Tableau 24 Tolérances de l'épaisseur des couches des mélanges bitumineux

Couche	Tolérance en cm
base	± 2
liaison	± 1.5
roulement	± 1

2.6.5. Liaison entre les couches

La liaison à l'interface de deux couches d'enrobés peut être vérifiée sur des carottes prélevées sur chantier.

2.6.6. Contrôle des caractéristiques de surface

Les essais de contrôle géométrique seront effectués suivant les prescriptions des cahiers des charges en vigueur.

L'entrepreneur devra formuler sa demande de vérification suffisamment à l'avance pour que le maître d'œuvre ait le temps de les faire effectuer sans perturber la bonne marche des travaux.

2.6.6.1. Contrôle de l'uni longitudinal

Sur les voies d'autoroutes et sur les voies rapides interurbaines, le contrôle de l'uni longitudinal doit être vérifié à l'aide de l'analyseur de profil en long (APL) conformément à la méthode d'essai Ipc n°46 'mesure de l'uni longitudinal des chaussées routières et aéronautiques'.

Les mesures contractuelles de contrôle de l'uni longitudinal ne visent que la couche de roulement définitive de la chaussée. Pour le cas où la couche de roulement est différée, le présent paragraphe ne s'applique pas ; toutefois il est nécessaire de veiller attentivement à ce que toutes les règles de l'art permettant d'obtenir un bon uni longitudinal, soient respectées.

Le contrôle de l'uni doit être effectué au plus tard un mois après la mise en service de la section concernée.

Pour le cas d'une couche de roulement réalisée sur ouvrage d'art, il n'y a pas de spécifications, les extrémités des lots coïncidents avec les joints des ouvrages dans la mesure du possible.

2.6.6.2. Contrôle de l'adhérence

L'adhérence du revêtement peut être vérifiée moyennant la mesure du coefficient de frottement longitudinal (CFL) - roue bloquée – pneumatique lisse A.I.P.C.R. - chaussée mouillée 1 mm conformément à la norme NF P98-220-2

2.6.6.3. Contrôle de la macro texture

La macro texture peut être mesurée par la profondeur moyenne de la texture (PMT) selon la norme EN13036-1. Si nécessaire, cette mesure est réalisée le plus rapidement possible après la mise en œuvre et dans un délai inférieur à deux semaines.

Si la surface présente des parties de ressurgences importantes, celles-ci sont à enlever soit par l'entrepreneur, soit aux frais de l'entreprise.

2.6.7. Contrôle des profils

Les profils des revêtements finis doivent répondre aux profils types demandés par le maître d'œuvre et tels qu'ils sont définis dans les marchés concernés.

De toute manière les possibilités de stagnation d'eau sur le revêtement sont à éviter. A cet effet, les bords latéraux du revêtement présentent une saillie de 5 mm au moins au-dessus du niveau des bordures enterrées, des filets d'eau ou des épaulements quelconques.

Les déformations localisées de la couche de roulement dans le sens longitudinal et transversal sont vérifiées à l'aide d'une règle droite et rigide de 3 m de longueur selon la norme EN13036-7.

Les tolérances des déformations de la couche de roulement dans le cas de la mise en œuvre par finisseur des enrobés bitumineux sont les suivantes :

Tableau 25 Déformation localisée maximale des différentes couches

Type de route et de profil		Couche de			
		fondation	base	liaison	roulement
Autoroute	Profil en travers	30	15	8	5
	Profil en long	20	10	5	3
Autres routes	Profil en travers	40	20	10	7
	Profil en long	30	15	8	5

A la fin du délai de garantie les déformations localisées ne doivent pas être supérieures à 7mm respectivement, pour des surfaces avec trafic lent, à 10mm. Ces irrégularités, même si elles sont inférieures aux seuils imposés, doivent se faire graduellement, c.à.d. sans arête vive, et ne doivent pas apparaître à des intervalles courts et réguliers.

Sous peine de refus de la réception et de réfection aux frais de l'entrepreneur de la partie de revêtement contestée les déformations localisées mesurées avec la règle de 3 m ne doivent pas dépasser 10mm pour la couche de roulement et 20mm pour la couche de liaison. Pour les déformations dépassant les seuils du tableau ci-dessus et inférieures à 10mm pour les couches de roulement respectivement 20mm pour la couche de liaison, des moins-values peuvent être appliquées telles que prévues au paragraphe 2.7.

2.7. PENALITES ET SANCTIONS

Si les valeurs moyennes ou les tolérances admises déterminées sur les échantillons prélevés dépassent dans les limites fixées au chapitre 3 « Spécifications des mélanges bitumineux » de la partie 1 et les tolérances admises au chapitre 2.6 « Contrôles et tolérances », les moins-values suivantes sont appliquées:

- sur toute la fabrication journalière, si les valeurs moyennes n'ont pas été obtenues.
- sur la quantité fournie entre deux prélèvements, si les tolérances admises sur les déterminations isolées ont été dépassées.

2.7.1. Pénalités

Conformément au paragraphe 1.4.5. du bordereau des prix, les arrêts de la centrale d'enrobage et des arrêts prolongés du finisseur sont pénalisés à l'exception :

- des arrêts dus à des nécessités de chantier (arrêts du soir)
- des arrêts du fait du maître d'œuvre (surfaces à revêtir non prêtes) sauf s'ils résultent directement d'inobservation par l'entreprise de clauses du présent cahier des charges
- des arrêts résultants de pannes imprévisibles

Cette pénalité sera forfaitaire et fixée à 1000 €/ arrêt de centrale

Cette pénalité sera forfaitaire et fixée à 250 €/ arrêt de finisseur

Chaque heurt des camions contre le finisseur est pénalisé forfaitairement par 500 €. Les déformations dues à ces manœuvres sont réparées aux frais de l'entrepreneur.

Il est strictement interdit aux camions, grues, pelles mécaniques et autres engins dont le poids total > 1.5t de tourner sur le revêtement drainant définitif. Les pénalités pour le non-respect s'élèvent à 620 € pour chaque infraction. Au cas où le maître d'œuvre le juge nécessaire, l'entrepreneur doit refaire la zone endommagée. Ces frais de réparation sont imputés sur la partie qui est à la base des dommages.

2.7.2. Sanctions

2.7.2.1. en cas non-respect de la teneur en liant

Les moins-values (A) sont à appliquer selon les formules ci-dessous.

$$A = \frac{p}{100} \cdot 100 \cdot PU \cdot S$$

Les symboles suivants s'appliquent :

- A moins-value en €
- p dépassement des tolérances définies au tableau 21
- PU prix unitaire en €/m² ou €/t, comme indiqué dans les décomptes
- S surface relative à l'échantillon en m² ou quantité relative à l'échantillon en t

Tableau 26 moins-values A

p (%)	0.05	0.10	0.15	0.20	0.25	0.30	0.35	0.40	0.45	0.50	0.55	0.60	0.65	0.70
A (%)	1.5	3.0	4.5	6.0	7.5	9.0	15.5	22.0	28.5	35.0	41.5	48.0	54.5	61.0

2.7.2.2. en cas de non-respect de la teneur en vides

Si la moyenne des vides pour les mélanges bitumineux dépasse les valeurs limites de plus de 15 % sur l'ensemble du tronçon examiné par carottages, la moins-value est calculée par la formule:

$$A = \frac{p^2}{100} \cdot 3 \cdot PU \cdot S$$

Les symboles suivants s'appliquent :

- A Moins-value en €
- p dépassement en % au-delà des tolérances et valeurs limites appliquées
- PU prix unitaire en €/m² ou €/t, comme indiqué dans les décomptes
- S surface, relative aux mesures, en m² ou quantité, relative aux mesures, en t

2.7.2.3. en cas de non-respect des exigences granulométriques

Le non-respect des exigences granulométriques d'un mélange bitumineux, dépassant de manière significative le fuseau défini, constitue une non-conformité par rapport au marché contractuel et peut influencer de manière négative le comportement et la pérennité de la couche d'enrobé bitumineux. Le maître d'œuvre peut demander une prolongation du délai de garantie.

2.7.2.4. en cas de non-respect du grade de bitume exigé

En cas de non-respect du degré de bitume le maître d'œuvre peut demander une prolongation du délai de garantie.

2.7.2.5. en cas de non-respect de l'uni longitudinal (contrôle NBO)

Le non-respect des spécifications énoncées dans la méthode d'essais lpc n°46 'mesure de l'uni longitudinal des chaussées routières et aéronautiques' donne lieu :

- soit à l'application de moins-values fixées ci-dessous
- soit à la réfection de l'ouvrage

Tableau 27 Pénalités pour non-respects des seuils de spécification de l'uni longitudinal

Type de réseau	Défaut pénalisant	Moins-value
130 km/h	PO	10 % du prix de l'enrobé mis en œuvre
	MO	8 % du prix de l'enrobé mis en œuvre
	GO	5 % du prix de l'enrobé mis en œuvre
110 km/h	PO	8 % du prix de l'enrobé mis en œuvre
90 km/h	MO	5 % du prix de l'enrobé mis en œuvre

Les moins-values sont cumulables

2.7.2.6 en cas de déformations localisées de la couche de roulement des moins-values sont calculées en utilisant la formule suivante :

Si les irrégularités dépassent les seuils du tableau 14,

$$A = 0.6 \cdot PU \cdot L \cdot \sum p_i^2$$

où :

- A moins value en €
- pi déformation mesurée en mm dépassant de la valeur limite
- PU prix unitaire de l'enrobé en €/m²
- L largeur de chaque bande de mesure en m

Note : Pour le calcul de la moins value, les dépassements p_i sont d'abord élevés au carré avant l'addition de ces valeurs.

2.8. RECEPTION ET GARANTIE

2.8.1. Réception

La réception des travaux est effectuée selon les modalités décrites au paragraphe 45 du cahier spécial des charges – clauses administratives (CSDC-CA).

Toutes les fournitures doivent obligatoirement être accompagnées d'un bon de livraison qui doit mentionner, au moins :

- le fabricant et l'unité de production
- le code d'identification du mélange bitumineux
- la désignation du mélange bitumineux
- les détails relatifs aux méthodes de démonstration de la conformité aux normes européennes
- les détails relatifs à d'éventuels additifs
- les données relatives aux quantités de mélange bitumineux livré (numéro courant de bon de pesée, poids à vide du camion transporteur, poids en charge du camion transporteur, poids net de l'enrobé fourni, date et l'heure du pesage, numéro d'immatriculation du camion transporteur)
- le destinataire et le lieu de destination du mélange bitumineux
- la signature d'un représentant du fabricant et, le cas échéant, du transporteur

Les bons de livraison sont à joindre et font foi pour la réception des fournitures.

Les bons de livraison sont à délivrer en 4 exemplaires par la centrale d'enrobage et sont destinés :
au maître d'œuvre ou à son représentant,
au Laboratoire lors de la remise d'échantillons,
à l'entreprise soumissionnaire,
et une copie est conservée par la centrale d'enrobage.

Toutes les livraisons sont à effectuer sur préavis aux agents réceptionnaires et pour autant que possible pendant les heures de travail des services publics.

Les fournitures déposées en absence et à l'insu de l'agent réceptionnaire peuvent être refusées. Le stockage provisoire des mélanges bitumineux entre l'unité de production et le chantier n'est pas autorisé.

L'agent réceptionnaire marquera sur le bon de livraison l'heure de la réception et sa signature. Il a le droit de faire contrôler le poids ou la quantité de la fourniture. Les frais occasionnés sont à charge du fournisseur ou du fabricant si une irrégularité a été constatée. Le décompte de l'ensemble des fournitures se basera sur le résultat du contrôle effectué. Sans préjudice d'autres peines prévues par les législations en vigueur, l'entreprise reconnue de fraude manifeste sera frappée d'une amende exemplaire.

Si dans des cas exceptionnels les fournitures se font au volume, le maître d'œuvre procédera une fois pour toutes à la détermination de la masse volumique à l'état compacté soit au Laboratoire des Ponts et Chaussées, soit par calibrage de la benne, c'est à dire qu'il déterminera la masse volumique du matériau en divisant le poids de la fourniture par le volume mesuré à l'état compacté. Par la suite, le volume sera déterminé indirectement par division du poids certifié au ticket de pesage par la masse volumique au matériau en question.

2.8.2. Garantie

L'entrepreneur garantit la bonne tenue du revêtement bitumineux pendant 5 ans. Toutes les détériorations et déformations qui se présenteront dans cet intervalle de temps sont à réparer aux frais de l'entrepreneur.

Les conditions et délais de garanties ne sont pas touchés par des moins-values appliquées conformément au chapitre 2.7. Cependant l'entreprise exécutante a droit à la restitution de la moins-value en cas de la réparation des défauts constatés

Annexe 1) Note d'information de chantier

Note d'information de chantier

Désignation du mélange bitumineux:	
Type du liant :	
Taux d'agrégats d'enrobés :	
N° interne du mélange :	
Lieu/Localité:	
Nom de la voirie (A/CR/N):	
Section (PK,PR,..)	
Date et heure de la mise en œuvre :	
Tonnage (approximatif):	

*à renvoyer au Laboratoire des Ponts et Chaussées
au moins 24h avant le début de mise en œuvre*

Annexe 2) Liste des normes applicables au présent cahier des charges

Liste des normes de spécification des mélanges bitumineux

EN 13108-1	Mélanges bitumineux – Spécifications des matériaux – Partie 1 : Enrobés bitumineux
EN 13108-5	Mélanges bitumineux – Spécifications des matériaux – Partie 5 : Stone Mastic Asphalt
EN 13108-7	Mélanges bitumineux – Spécifications des matériaux – Partie 7 : Bétons bitumineux drainants
EN 13108-8	Mélanges bitumineux – Spécifications des matériaux – Partie 8 : Agrégats d'enrobés
EN 13108-20	Mélanges bitumineux – Spécifications des matériaux – Partie 20 : Epreuve de formulation
EN 13108-21	Mélanges bitumineux – Spécifications des matériaux – Partie 21 : Maîtrise de la production

Liste des méthodes d'essais pour mélange hydrocarboné à chaud

EN 12697-1	Teneur en liant soluble
EN 12697-2	Granulométrie
EN 12697-3	Récupération des bitumes : Évaporateur rotatif
EN 12697-5 méthode A	Masse volumique maximale (masse volumique réelle) des matériaux bitumineux
EN 12697-6 méthode B ou D	Détermination de la masse volumique apparente des éprouvettes bitumineuses
EN 12697-8	Détermination des pourcentages de vides caractéristiques des éprouvettes bitumineuses
EN 12697-9	Détermination de la masse volumique de référence
EN 12697-10	Compatibilité
EN 12697-11 partie A	Détermination de l'affinité granulats-bitume
EN 12697-12 méthode A ou B	Détermination de la sensibilité à l'eau des éprouvettes bitumineuses
EN 12697-13	Mesure de la température
EN 12697-17	Perte de matériau des éprouvettes d'enrobé drainant
EN 12697-22	Essai d'orniérage
EN 12697-27	Prélèvements d'échantillons
EN 12697-28	Préparation des échantillons pour la détermination de la teneur en liant, de la teneur en eau et de la granularité
EN 12697-29	Détermination des dimensions des éprouvettes d'enrobés hydrocarbonés
EN 12697-30	Confection d'éprouvettes par compacteur à impact C. 1.2
EN 12697-31	Confection d'éprouvettes à la presse à compactage giratoire
EN 12697-33	Confection d'éprouvettes au compacteur de plaque
EN 12697-34	Essai Marshall
EN 12697-35	Malaxage en laboratoire
EN 12697-36	Détermination des épaisseurs de chaussée bitumineuse
EN 12697-38	Appareillage commun, calibrage et étalonnage
EN 12697-42	Quantité de matériaux étrangers présents dans les agrégats d'enrobés
EN 12697-43	Résistance aux carburants
EN 12697-49	Détermination du coefficient de frottement après polissage

Liste des méthodes d'essais sur granulats

EN 933-1	Détermination de la granularité – Analyse granulométrique par tamisage
EN 933-3	Détermination de la forme des granulats – Coefficient d'aplatissement
EN933-4	Détermination de la forme des granulats – Coefficient de forme
EN933-5	Evaluation des caractéristiques de surface – Pourcentage des surfaces cassées dans les gravillons et cailloux
EN933-6	Evaluation des caractéristiques de surface – Coefficient d'écoulement des granulats
EN933-9	Qualification des fines – Essai au bleu de méthylène
EN933-10	Détermination des fines – Granularité des fillers (tamisage dans un jet d'air)
EN1097-1	Détermination de la résistance à l'usure (micro-Deval)
EN1097-2	Détermination de la fragmentation – méthode d'essai Los Angeles
EN1097-3	Détermination de la masse volumique en vrac et de la porosité intergranulaire
EN1097-4	Détermination de la porosité du filler sec compacté
EN1097-5	Détermination de la teneur en eau par séchage en étuve ventilée
EN1097-6	Détermination de la masse volumique réelle et de l'absorption d'eau

EN1097-7	Détermination de la masse volumique réelle du filler – méthode au pycnomètre
EN1097-8	Détermination du coefficient de polissage accéléré
EN1367-1	Détermination de la résistance au gel-dégel
EN1367-5	Détermination de la résistance à la chaleur

Liste des essais pour fillers utilisés dans les mélanges bitumineux

EN13179-1	Essai bille-anneau
-----------	--------------------

Liste des essais pour fillers utilisés dans les mélanges bitumineux

EN13179-1	Essai bille-anneau
EN196-21	Détermination de la teneur en chlorure, dioxyde de carbone et alcalins du ciment
EN196-6	Détermination de la finesse – méthode Blaine
EN459-2	Chaux pour la construction – méthode d'essai

Liste des essais pour bitumes et liants bitumineux

EN1426	Détermination de la pénétrabilité à l'aiguille
EN1427	Détermination du point de ramollissement – méthode Bille et Anneau
EN12592	Détermination de la solubilité
EN12593	Détermination du point de fragilité Fraass
EN13302	Détermination de la viscosité dynamique à l'aide d'un viscosimètre tournant
EN13398	Détermination du retour élastique des bitumes modifiés
EN13399	Détermination de la stabilité au stockage des bitumes modifiés
EN13702-1	Détermination de la viscosité des bitumes modifiés – Partie 1 : Méthode cône et plateau
EN13702-2	Détermination de la viscosité des bitumes modifiés – Partie 2 : Méthode cylindres coaxiaux

NF P98-218-3	Essais relatifs aux chaussées : Essais liés à l'uni – Partie 3 : Détermination de quantificateurs d'uni longitudinal à partir de relevés profilométriques
NF P98-220-2	Essais relatifs aux chaussées : Essais liés à l'adhérence – Partie 2 : Méthode permettant d'obtenir un coefficient de frottement longitudinal
EN13036-1	Caractéristiques de surface des routes et aéroports – Méthodes d'essai – Partie 1 : Mesurage de la profondeur de macrotexture de la surface d'un revêtement à l'aide d'une technique volumétrique à la tâche
EN13036-7	Caractéristiques de surface des routes et aéroports – Méthodes d'essai – Partie 7 : Mesurage des déformations localisées des couches de roulement des chaussées : Essai à la règle

Note: Les versions les plus actuelles des normes sont toujours applicables

Annexe 3) Enrobés colorés pour pistes cyclables

1 Champs d'application

Cette annexe définit les exigences techniques relatives aux enrobés rouges utilisés pour la réalisation des pistes cyclables. Deux familles de produits sont concernées :

- Enrobés colorés avec liant synthétique incolore
- Enrobés colorés avec bitume routier.

Les deux types d'enrobés obtiennent leur teinte rouge grâce à l'oxyde de fer III, composant principal de la poudre d'hématite incorporée au liant.

Ces enrobés sont produits en centrale, les enrobés au liant synthétique demandant une attention toute particulière à la propreté des tambours, bennes, finisseuses et ateliers de compactage.

2 Constituants

2.1 Granulats

Les granulats des enrobés rouges sont à choisir de façon à être teints en rouge dans la masse des granulats. Des enrobés de type quartzite (gris / blancs) présentant des fines de surface teints en rouge ne seront pas acceptés.

En cas de doute, un mélange de convenance peut être demandé par le maître d'œuvre qui devra alors trancher sur la qualité visuelle des granulats.



Image 1 : Coupe transversale d'un enrobé rouge avec des granulats conformes

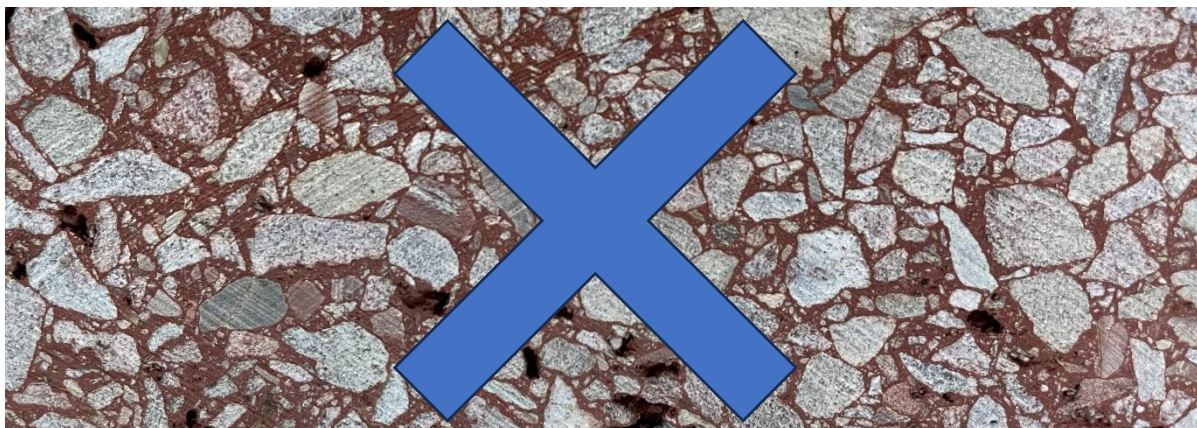


Image 2: Coupe transversale d'un enrobé rouge avec des granulats non-conformes

Les autres propriétés des granulats doivent être conformes aux exigences définies dans la partie principale du présent cahier des charges.

2.2 Liants

Les liants définis dans la partie principale du présent cahier des charges (Chapitre 1.2.2. Liants) se prêtent tous à être modifiés par des pigments.

Dans le cas de voies qui ne sont pas exclusivement réservées aux cyclistes, il est cependant recommandé d'utiliser des bitumes modifiés par des polymères afin de réduire le risque de déformations.

2.3 Pigments

Des pigments minéraux sont à utiliser vu leur plus grande stabilité aux températures élevées de production.

La quantité peut varier en fonction de la teinte souhaitée, du type de pigment et des autres composants du mélange.

2.4 Coloris résultants :

La mise en œuvre d'un bitume routier classique avec un pigment à base d'oxyde de fer III donnera une teinte rouge/brun comme sur la photo ci-dessus



Image 3 : Enrobé rouge produit avec un bitume routier classique avec un pigment à base d'oxyde de fer III

Les liants synthétiques pigmentables donneront avec les mêmes pigments des couleurs beaucoup plus vives.



Image 4 : Enrobé rouge produit avec un bitume synthétique avec un pigment à base d'oxyde de fer III

L'ajout de 1 à 2 % d'oxyde de titane (avec un pigment rouge à base d'oxyde de Fe III) dans un mélange à base d'un liant synthétique pigmentable incolore donnera des résultats encore plus prononcés.

3 Choix du type d'enrobé et exigences

Un mélange SMA 8 ou SMA 11 ou bien un mélange de type R3 sont à préférer pour un aspect visuel de la surface plus uniforme.

Les exigences du présent cahier des charges (Chapitre 1.3. Spécifications des mélanges bitumineux) doivent être remplies pour tous les enrobés colorés.

Une exception sera cependant acceptée au niveau du coefficient de polissage accéléré du mélange fini pour lequel une valeur minimale de FAP de 0.26 sera acceptée pour les mélanges aux granulats rouges. Cette valeur légèrement plus basse est due aux propriétés intrinsèques des granulats rouges les plus aisément disponibles.

3.1 Etude de formulation initiale

Comme pour tout autre mélange d'enrobés du présent cahier des charges, une étude de formulation initiale est à réaliser conformément au chapitre 1.4.2. du CDC-ENR-16 et avant la mise en œuvre de ces deniers.

3.2 Mise en œuvre sur chantier

La présente partie ne se réfère qu'aux points spécifiques et importants pour obtenir un rendu esthétique de l'enrobé coloré. Les conditions et règles de mise en œuvre d'enrobés classiques restent également d'application.

Conditions à remplir avant la mise en œuvre de la couche colorée :

- Comme pour les enrobés bitumineux classiques le support doit être propre et sec.
- Une attention particulière doit être portée sur la propreté du matériel ainsi qu'au contrôle de la circulation contrôlée sur le chantier.
- L'approvisionnement du chantier doit être réalisé avec des bennes et bâches propres afin d'éviter toute inhomogénéité des surfaces finies.
- Le compactage doit être réalisé à l'aide de rouleaux propres.

La mise en œuvre avec deux finisseurs en mode chaud contre chaud est vivement recommandée. Si cela s'avère impossible, il est très important de traiter les joints afin de les rendre étanches (à l'intérieur d'une même teinte aussi bien qu'entre deux couleurs différentes).

4 Détermination de la couleur

Etant donné que la perception de la couleur peut être subjective dépendant de l'état de surface, de la source lumineuse, de la position de l'observateur etc, les coloris à atteindre sont définis de la façon suivante :

Un colorimètre du type 45°/0° permettant de mesurer les coordonnées colorimétriques L*, a* et b* est utilisé avec l'illuminant D65 pour effectuer les mesures des coloris.

La couleur est déterminée à 5 endroits repartis uniformément sur la section mise en œuvre. Pour chaque point, on retient la moyenne de 4 mesures, situées aux 4 coins d'un carré de 20cm de côté. La surface doit être propre et sèche lors de la mesure.

Si des différences de couleurs ou des inhomogénéités sont visibles à l'œil nu, un point de mesure supplémentaire est réalisé à cet endroit.

Ensuite la valeur du ΔE_{cmc} (expression pour la différence entre les mesures) est comparée par rapport aux valeurs de référence du tableau ci-dessous :

Classe de couleur	L*	a*	b*	ΔE_{cmc}
Rouge/Brun	24,7	8,3	5,8	4
Rouge	29,8	17,5	11,4	4