CAHIER DES CHARGES TYPE

QUALIROUTES

approuvé par le Gouvernement wallon en date du 20 juillet 2011

CHAPITRE G

REVETEMENTS

Édition du 01/01/2022

Wallonie mobilité infrastructures SPW

Service public de Wallonie mobilité infrastructures

Contacts: qualiroutes@spw.wallonie.be

TABLE DES MATIERES

Pages

G. 1. REVETEMENTS EN BETON DE CIMENT 1
G. 1.1. DESCRIPTION 1
G. 1.2. CLAUSES TECHNIQUES 2
G. 1.3. SPECIFICATIONS 22
G. 1.4. VERIFICATIONS 26
G. 1.5. PAIEMENT 30

G. 2. REVETEMENTS BITUMINEUX 34
G. 2.1. DESCRIPTION 34
G. 2.2. CLAUSES TECHNIQUES 34
G. 2.3. SPECIFICATIONS 57
G. 2.4. VERIFICATIONS 65
G. 2.5. PAIEMENT 68

G. 3. REVETEMENTS EN ASPHALTE COULE (MA), ENDUITS SUPERFICIELS, MATERIAUX BITUMINEUX COULES A FROID (MBCF) ET ENDUITS SPECIAUX 76
G. 3.1. ASPHALTE COULE (MA) 76
G. 3.2. ENDUITS SUPERFICIELS 85
G. 3.3. MATERIAUX BITUMINEUX COULES A FROID (MBCF) 91
G. 3.4. ENDUIT SCELLE PAR UN MBCF 97
G. 3.5. ENDUIT SUPERFICIEL A HAUTE PERFORMANCE (ESHP) 98
G. 3.6. PAVAGE SUPERFICIEL A BASE DE MORTIER HYDRAULIQUE COULE (MHC) 101
G. 3.7. PAVAGE SUPERFICIEL A BASE DE RESINE METHACRYLATE 104

G. 4. PAVAGE 107
G. 4.1. DESCRIPTION 107
G. 4.2. PAVAGE EN PIERRE NATURELLE 107
G. 4.3. PAVAGES EN BETON DE CIMENT 113
G. 4.4. BRIQUES DE PAVAGE EN TERRE CUITE 116
G. 4.5. REVÊTEMENTS DRAINANTS EN PAVES DE BETON 117

G. 5. DALLAGE 119
G. 5.1. DESCRIPTION 119
G. 5.2. DALLAGE EN PIERRE NATURELLE 119
G. 5.3. DALLAGES EN CARREAUX DE BETON 121
G. 5.4. DALLES-GAZON EN BETON ET EN PEHD 123
G. 5.5. DALLES DE REPERAGE 125

G. 6. REVETEMENTS EN GRANULATS 126
G. 6.1. DESCRIPTION 126

G. 6.2. CLAUSES TECHNIQUES 126
G. 6.3. SPECIFICATION 127
G. 6.4. VERIFICATIONS 127
G. 6.5. PAIEMENT 128

G. 7. DISPOSITIFS DE SECURITE ET DE MODERATION DE LA VITESSE 128
G. 7.1. DISPOSITIFS DE SECURITE EN BETON PREFABRIQUE..... 128
G. 7.2. DISPOSITIFS DE SECURITE EN BETON COULE EN PLACE 133
G. 7.3. DISPOSITIFS DE SECURITE EN PAVAGE 134
G. 7.4. DISPOSITIFS DE SECURITE EN BETON BITUMINEUX 135
G. 7.5. DISPOSITIFS DE SECURITE TEMPORAIRE 135

G. 1. REVETEMENTS EN BETON DE CIMENT

G. 1.1. DESCRIPTION

G. 1.1.1. GENERALITES

Les revêtements en béton de ciment sont obtenus par la mise en œuvre de béton de ciment avec ou sans armatures. Ils peuvent être monocouches ou bicouches.

Ils sont constitués d'une ou de plusieurs bandes contiguës, séparées par des joints longitudinaux parallèles à l'axe de la chaussée.

On distingue les revêtements continus armés ou "béton armé continu" (BAC) et les revêtements discontinus, c'est-à-dire, les "dalles goujonnées" et les "dalles non goujonnées".

Les revêtements en béton de ciment peuvent être utilisés dans la structure d'un revêtement composite. Dans ce cas, le revêtement en béton est un béton continu tel que défini au G. 1.1.2.

G. 1.1.2. REVETEMENTS CONTINUS

G. 1.1.2.1. DEFINITION

Les revêtements continus sont constitués d'une ou plusieurs bandes de béton armé, séparées par des joints longitudinaux parallèles à l'axe de la chaussée, terminées ou non par des culées d'ancrage.

G. 1.1.2.2. DIMENSIONS DES BANDES

- largeur l: à préciser aux documents du marché avec un maximum de 4,50 m
- épaisseur minimum réseau I: 230 mm
  réseau II et III: 200 mm
  pente transversale: ≥ 2,5 % ou à préciser aux documents du marché
- les documents du marché indiquent si le filet d'eau est bétonné simultanément à la voie de circulation.

G. 1.1.3. REVETEMENTS DISCONTINUS

G. 1.1.3.1. DEFINITION

Les revêtements discontinus sont constitués d'une ou plusieurs bandes de béton séparées par des joints longitudinaux parallèles à l'axe de la chaussée et entrecoupées par des joints transversaux perpendiculaires à l'axe de la chaussée, goujonnés ou non.

On appelle "dalle" toute section de bande comprise entre deux joints transversaux.

G. 1.1.3.2. DIMENSIONS DES DALLES

- longueur maximum L pour des épaisseurs inférieures à 200 mm:
  L = 4 m
  pour des épaisseurs supérieures ou égales à 200 mm:
  L = 5 m

- largeur l: à préciser aux documents du marché avec un maximum de 4,50 m

les dimensions doivent dans tous les cas respecter la condition $1 \leq \frac{L}{l} \leq 1{,}5$.

- épaisseur minimum réseau I: 230 mm
  réseau II: 200 mm
  réseau IIIa: 180 mm
  réseau IIIb: 160 mm

- pente transversale: ≥ 2,5 % ou à préciser aux documents du marché
- les documents du marché indiquent si le filet d'eau est bétonné simultanément à la voie de circulation.

G. 1.2. CLAUSES TECHNIQUES

G. 1.2.1. MATERIAUX

Ils répondent aux prescriptions du chapitre C les concernant:
- eau: C. 1
- sable: C. 3.4.5
- gravillon: C. 4.4.4
- ciment: C. 8
- béton: C. 14 – sauf prescriptions contraires ci-après
- fibres: C. 15
- acier: C. 16
- adjuvant pour bétons: C. 17
- produit de cure: C. 18
- fond de joint: C. 19
- vernis d'adhérence: C. 20
- produit de scellement: C. 21
- fourrure de joints de dilatation: C. 22
- produit d'imprégnation: C. 23
- membrane plastique: C. 24.

G. 1.2.2. TRAVAUX PREPARATOIRES

Le tracé du profil en long est effectué sur le terrain à l'aide d'instruments topographiques de précision, si matérialisé. Les niveaux prescrits sont repérés sur des piquets plantés solidement en dehors du coffre à des intervalles maximaux de 25 m, de façon à constituer un profil longitudinal rigoureusement parallèle au profil du revêtement de chaussée à réaliser. Dans les courbes, les piquets sont rapprochés les uns des autres afin de suivre le tracé prescrit. L'installation des piquets et le nivellement devancent d'au moins une journée les travaux de bétonnage.

La surface sur laquelle le béton est mis en œuvre doit être débarrassée de tout élément pouvant nuire à l'adhérence du béton notamment: traces de boue ou de laitance, matière organique, pierrailles errantes, matériaux étrangers, etc.

En cas de bétonnage par coffrage glissant, les chemins de roulement de la machine répondent aux exigences de la fondation en matière de planéité et portance, et ont une largeur de minimum 0,8 m.
Les quantités résultant des surlargeurs nécessaires sont portées en compte dans les postes correspondants (terrassements, sous-fondations, fondations) et payées à l'adjudicataire.

L'évacuation de l'eau superficielle de la plate-forme est assurée. Lorsqu'un système de drainage de la plate-forme est prévu dans les documents du marché, l'entrepreneur le réalise avant la préparation de celle-ci.

Si le revêtement est posé sur une fondation ou sur un sol susceptible d'absorber l'eau du béton, la préparation de l'assise de bétonnage contre les pertes d'eau est assurée:
- soit par la pose d'une membrane plastique, et dans ce cas, les recouvrements de la membrane sont d'au moins 0,5 m (cette technique est interdite pour les fondations en bétons poreux).
- soit par arrosage de la fondation ou du sol après compactage et immédiatement avant le bétonnage, de manière à humidifier légèrement la couche supérieure de l'assise de bétonnage ou de la fondation, sans qu'il ne subsiste aucune flaque d'eau.

G. 1.2.3. COFFRAGES OU SYSTEMES DE GUIDAGE

La préparation de l'assise de bétonnage, la pose, l'alignement et le nivellement des coffrages ou des systèmes de guidage précèdent le bétonnage de manière à en permettre une exécution continue.

G. 1.2.3.1. COFFRAGES FIXES

Les coffrages sont fixés de manière à ne subir aucune déformation au cours des opérations de bétonnage.

Le niveau des coffrages est déterminé au moyen d'un nivellement s'appuyant sur les points de repère. La tolérance sur le profil en long de ceux-ci est de 3 mm, mesurée à la règle de 3 m.

La longueur des éléments des coffrages est limitée de façon à permettre des variations angulaires en plan et en hauteur permettant d'épouser la forme du profil en long et du tracé en plan prescrits pour le revêtement. Le mode d'assemblage de ces éléments est tel qu'il s'adapte aisément à ces variations.

Les faces des coffrages en contact avec le béton sont lisses et enduites d'un produit destiné à éviter leur adhérence au béton.

Afin de s'assurer de la stabilité des coffrages, avant mise en œuvre du béton, on fait circuler sur ceux-ci l'ensemble des machines de bétonnage. Aucun affaissement par rapport au profil prescrit, ni aucun déplacement latéral des coffrages de plus de 5 mm, n'est toléré.

Si un tel affaissement est constaté, les coffrages sont démontés et le profil en long ainsi que le tracé en plan sont rétablis; un nouveau contrôle est effectué.

G. 1.2.3.2. SYSTEMES DE GUIDAGE POUR MACHINES A COFFRAGES GLISSANTS

Si le système de guidage est constitué de fils, l'implantation des piquets de fixation, ainsi que la tension des fils, sont réalisés de manière à éviter leur affaissement. En aucun cas, la distance entre les piquets ne peut excéder 5 m. Dans les courbes, les piquets sont rapprochés les uns des autres afin de suivre le tracé prescrit.

La mise en œuvre peut également être effectuée au moyen de matériel de pose équipé de systèmes d'asservissement contrôlés par stations totales automatisées, l'ensemble fonctionnant sur base d'un modèle tridimensionnel.

G. 1.2.4. FERRAILLAGE

G. 1.2.4.1. FERRAILLAGE DES BANDES (BAC)

G. 1.2.4.1.1. DEFINITIONS

G. 1.2.4.1.1.1. Treillis

Ensemble de barres longitudinales et transversales formant entre elles un angle déterminé et constituant un réseau maillé dont les nœuds sont soit soudés en usine, soit liaisonnés sur chantier.

G. 1.2.4.1.1.2. Panneau

Elément de treillis de dimensions déterminées.

G. 1.2.4.1.1.3. Elément transversal

Barre transversale à laquelle sont fixés des supports destinés à positionner la barre par rapport à la surface de l'assise de bétonnage.

Les barres longitudinales étant fixées sur les barres transversales, les supports peuvent assurer la fonction de liaison des barres longitudinales aux transversales.
Chaque support résiste, sans déformation visible, à une charge ponctuelle de 2500 N.

G. 1.2.4.1.2. DIMENSIONS ET POSITIONS DES ARMATURES

Le ferraillage répond aux prescriptions des figures G. 1.2.4.1.2.1 et G. 1.2.4.1.2.2.

Les armatures longitudinales ont une longueur L_{al} de 14 m minimum avec une tolérance en plus de 0,20 m sur la longueur nominale.

Le nombre de barres longitudinales se calcule par la formule: $\left(\frac{1000\ l}{e}\right)-1$ arrondi au nombre supérieur, dans lequel, l est la largeur de bande (m), et e est l'écartement entre les barres (mm) donné par le tableau ci-après.

Les armatures transversales ont une longueur $L_{at}=\frac{l-0{,}14}{0{,}866}$ (m) avec une tolérance de 0,02 m en plus ou en moins.

Les armatures longitudinales sont posées sur les éléments transversaux.

La tolérance sur les écarts entre armatures est de 20 mm.
Le diamètre nominal des armatures longitudinales et transversales, ainsi que l'écartement et leur position sont fixés comme suit:

Epaisseur du revêtement (mm)	200	230	250
Diamètre nominal des armatures longitudinales (mm)	16	20	20
Diamètre nominal des armatures transversales (mm)	12 ou 14	12 ou 14	12 ou 14
Ecartement (e) des axes des armatures longitudinales (mm)	130	180	170
Distance entre le nu supérieur des barres longitudinales et la surface du revêtement fini (mm)	70 à 90	80 à 100	80 à 100

Les documents du marché précisent le diamètre des armatures. A défaut, le choix est laissé à l'adjudicataire.

Dans le cas d'un giratoire en BAC, le diamètre nominal des armatures concentriques et transversales, ainsi que l'écartement et leur position sont fixés comme suit:

Epaisseur du revêtement (mm)	200	230	250
Diamètre nominal des armatures concentriques (mm)	16	16	20
Diamètre nominal des armatures transversales (mm)	14	14	14
Ecartement (e) des axes des armatures concentriques (mm)	150	130	185
Distance entre le nu supérieur des armatures concentriques et la surface du revêtement fini (mm)	70 à 90	80 à 100	80 à 100

En ce qui concerne les armatures transversales, l'interdistance en tout point de l'anneau est comprise entre 20 et 70 cm au besoin en utilisant des barres de longueur variable ne mesurant pas toute la largeur de l'anneau.

G. 1.2.4.1.3. STOCKAGE ET MISE EN ŒUVRE DES ARMATURES

Le stockage et les manipulations des armatures sur chantier sont effectués de manière à éviter toute souillure de ces dernières. L'alimentation en carburant et l'entretien des machines de mise en œuvre du béton sont assurés tout en protégeant soigneusement les armatures contre toute répandage d'huile ou d'autres matières susceptibles de rompre l'adhérence acier-béton.

Il en est de même lors de l'enduisage des coffrages. Le bétonnage n'est autorisé que si les armatures sont parfaitement propres.

L'assemblage des treillis d'armature par soudure est interdit sur chantier.

La liaison des barres entre elles et aux supports empêche tout jeu des assemblages avant et pendant la mise en œuvre du béton.

Au minimum un nœud sur deux est liaisonné.

Tout recouvrement d'armatures (r) a une longueur au moins égale à 35 fois le diamètre nominal. Il comporte au minimum deux points d'assemblage et est positionné de manière à réaliser avec la perpendiculaire à l'axe de la voirie un angle α tel que $\tan\alpha = \frac{L_{al} - r}{l - 0{,}15}$ où L_{al}, l et r sont exprimés en m.

G. 1.2.4.2. DIMENSIONS ET FERRAILLAGE DES CULEES D'ANCRAGE (BAC)

Une culée d'ancrage est constituée de 6 bèches et a une longueur totale de 30 m

La position et le nombre de culées d'ancrage sont précisés aux documents du marché.

Les dimensions et le ferraillage des culées d'ancrage répondent aux prescriptions de la figure G. 1.2.4.2.1.

Le diamètre des barres de la 2ème nappe d'armature est identique à celui des armatures longitudinales du revêtement en béton.

Le béton possède les caractéristiques suivantes:

- granularité: la dimension maximale des gravillons est ≤ 32 mm
- type de ciment: CEM I 42,5 N ou R LA ou CEM III/A 42,5 N LA
- quantité de ciment: ≥ 350 kg par m³ de béton en place
- eau: rapport E/C ≤ 0,50

Lorsque le béton est fourni à performance spécifiée suivant les NBN EN 206 et son complément national NBN B 15-001, les exigences minimales sont:

- classe de résistance: C 30/37
- domaine d'utilisation: BA (béton armé)
- classe d'environnement: EE3
- classe de consistance S3
- D max ≤ 32 mm
- teneur en ciment ≥ 350 kg par m³ de béton en place

Lorsque le béton n'est pas fourni à performance spécifiée suivant la NBN B 15-001, l'entrepreneur fournit, au moins 15 jours avant le début du bétonnage:

- les fiches techniques des composants
- une étude de la composition du béton, validée par un laboratoire accrédité ou reconnu par le pouvoir adjudicateur, reprenant:
  - la composition en masse des gravillons et du sable
  - la quantité de ciment et d'eau par m³ de béton
  - la consistance du béton frais mesurée au cône d'Abrams
  - la teneur en air du béton frais
  - la masse volumique apparente du béton frais compacté
  - le type, les caractéristiques et le dosage des adjuvants
  - la résistance à la compression à 7 jours et 28 jours d'âge sur trois cubes de 15cm de côté.
- l'emplacement de la centrale à béton.

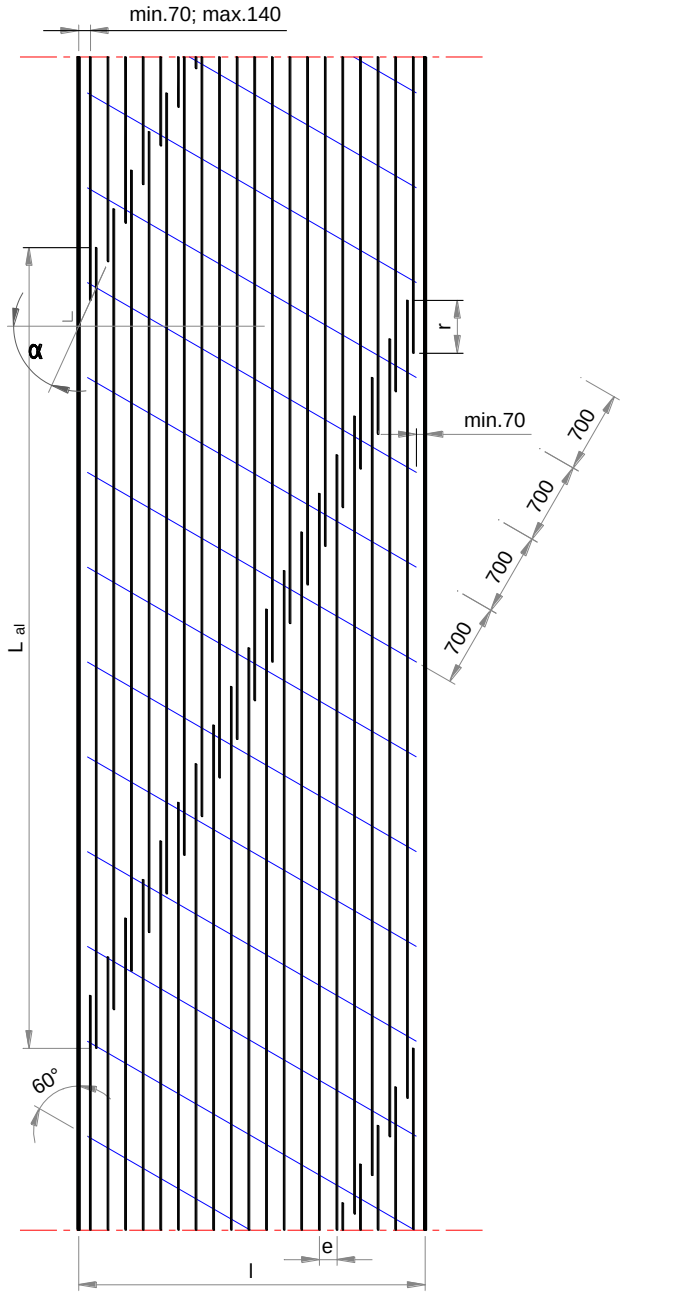


Figure G. 1.2.4.1.2.1. Plan des armatures

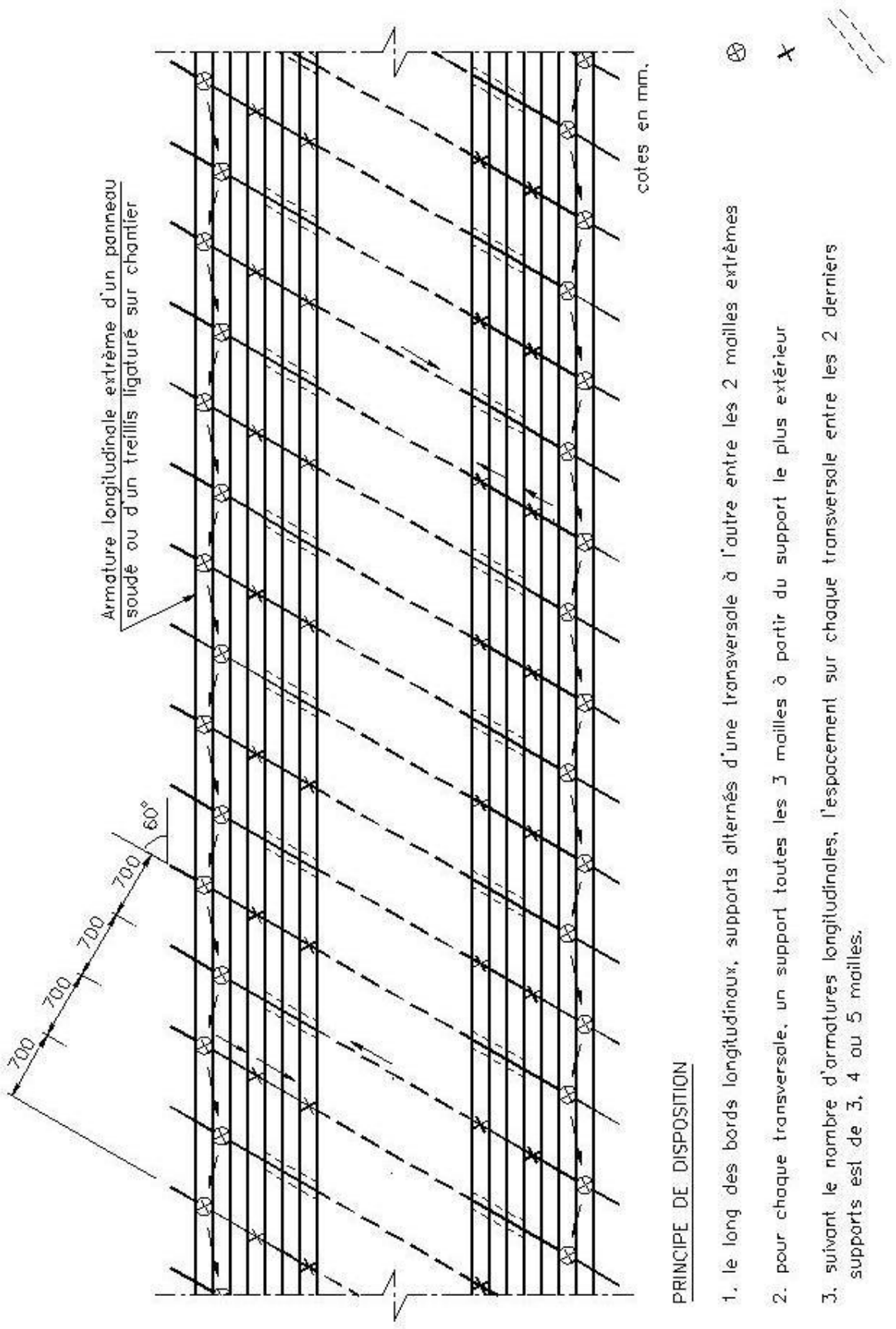


Figure G. 1.2.4.1.2.2. Schéma des dispositions des supports

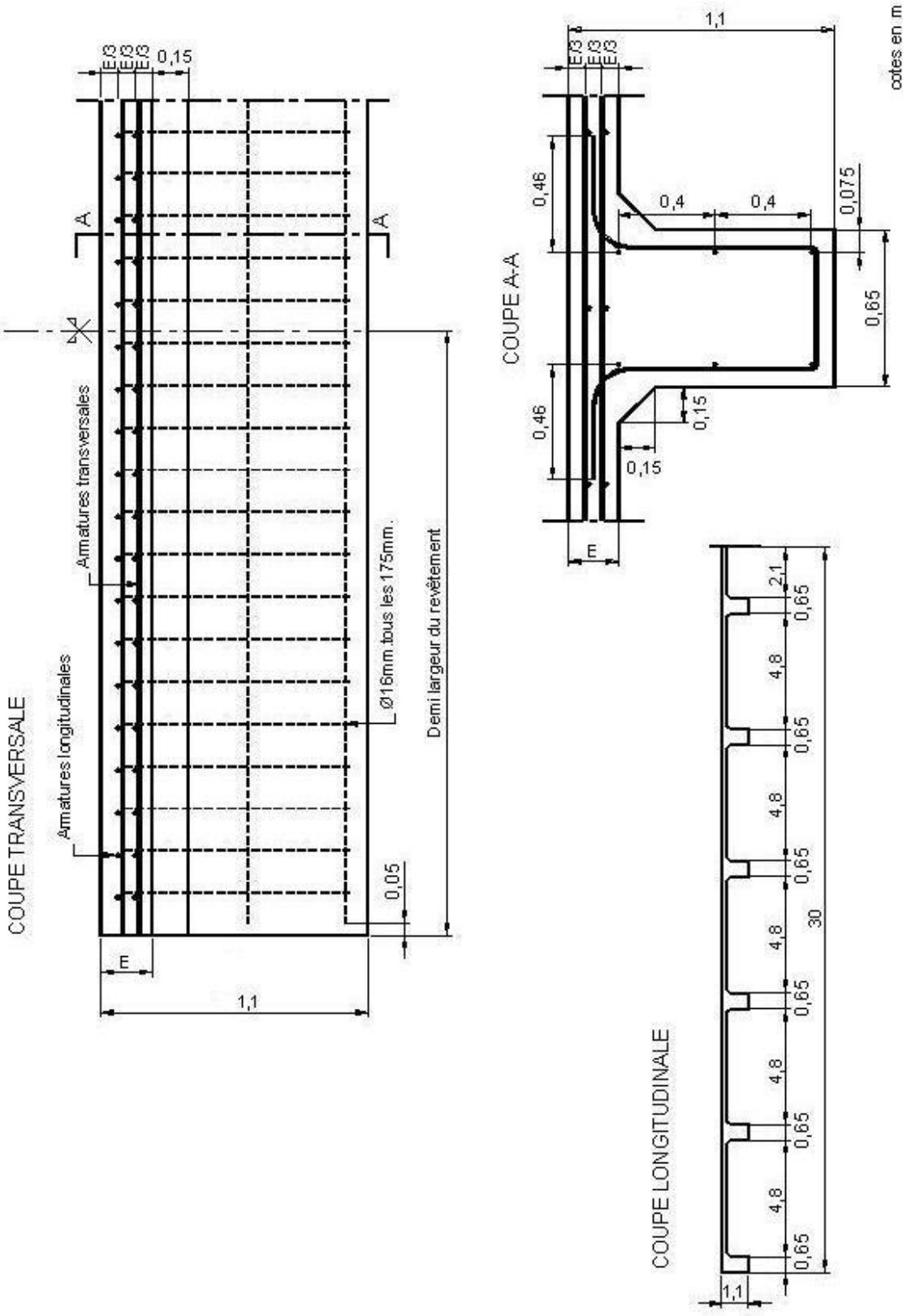


Figure G. 1.2.4.2.1. Culée d'ancrage

G. 1.2.4.3. FERRAILLAGE DE BETON DE DALLES

Pour les revêtements discontinus où certaines dalles sont armées (carrefours, rond-point…), des barres de 10 mm de diamètre sont disposées tous les 15 cm dans le tiers supérieur de la dalle dans les deux sens avec un enrobage minimum de 40 mm.
Si l'épaisseur de la dalle est inférieure à 20 cm, le diamètre des barres est de 8 mm.
Dans tous les cas, les barres doivent être discontinues au droit des joints.

G. 1.2.5. COMPOSITION DU BETON

G. 1.2.5.1. DEFINITION

Les bétons sont obtenus par mélange de matériaux tels que gravillons, sable, ciment, eau, adjuvants et colorants éventuels.
Par défaut, le squelette du béton est de teinte naturelle. Les documents du marché précisent éventuellement si les gravillons sont de couleur.

G. 1.2.5.2. COMPOSITION

L'entrepreneur choisit la composition du béton en respectant les prescriptions suivantes:

	D_{max} du granulat (mm)	Quantité de ciment (kg/m^3)	Rapport eau/ciment E/C	Teneur en air (% -v)
Réseau I				
Couche supérieure (mono ou bicouche)	> 32 6,3 < D_{max} ≤ 20 ≤ 6,3	≥ 400 ≥ 400 ≥ 425	≤ 0,45 ≤ 0,45 ≤ 0,42	- 3 ≤ v ≤ 6 5 ≤ v ≤ 8
Couche inférieure (bicouche)	≥ 20	≥ 375	≤ 0,45	
Béton revêtement composite	32	≥ 375	≤ 0,45	
Réseau II et III				
Couche supérieure (mono ou bicouche)	> 32 6,3 < D_{max} ≤ 20 ≤ 6,3	≥ 350 ≥ 375 ≥ 400	≤ 0,50 ≤ 0,50 ≤ 0,45	- 3 ≤ v ≤ 6 5 ≤ v ≤ 8
Couche inférieure (bicouche)	≥ 20	≥ 350	≤ 0,50	
Béton revêtement composite	32	≥ 350	≤ 0,50	

Le module de finesse du sable ou du mélange de sables effectué en centrale est de minimum 2,0.

La dimension maximale du calibre nominal des granulats est limitée à 32 mm (20 mm dans le cas où les goujons sont enfoncés par vibration).

Moyennant accord du fonctionnaire dirigeant, un Dmax = 22 mm peut être utilisé. Dans ce cas, celui-ci est assimilé égal à 20 mm.

Dans le cas d'un revêtement dénudé destiné à être circulé à une vitesse ≥ 30km/h, la quantité de gravillons exprimée en % par rapport à la totalité du squelette inerte du béton est de:
- soit au minimum 20% en masse pour les gravillons compris entre 4 et 6 mm
- soit au minimum 25% en masse pour les gravillons compris entre 4 et 8 mm

L'utilisation de cendres volantes est interdite.

Les documents du marché peuvent imposer l'utilisation d'un entraîneur d'air pour D_{max} > 20 mm.
Par ailleurs, l'incorporation d'un entraîneur d'air est obligatoire dans tous les cas où une teneur en air est imposée dans le tableau ci-dessus.
Au moins quinze jours avant le début du bétonnage, l'entrepreneur fournit:

- les fiches techniques des composants (gravillons, sable, ciment, aciers, additions et adjuvants éventuels...)
- les fiches techniques du retardateur de prise, du produit de cure, du mortier de scellement...
- une étude de la composition du béton, validée par un laboratoire accrédité pour les essais correspondants ou reconnu par le pouvoir adjudicateur, reprenant:
  - la composition en masse des gravillons et du sable
  - la quantité de ciment et d'eau par m³ de béton
  - la consistance et l'ouvrabilité mesurées au cône d'Abrams et au consistomètre VB
  - la nature et les courbes granulométriques des composants inertes (sable, fractions granulométriques des gravillons)
  - le type, les caractéristiques et le dosage des adjuvants
  - la teneur en air occlus du béton frais
  - la masse volumique apparente du béton frais compacté
  - la résistance à la compression, à 7 et 28 jours d'âge, sur deux séries de trois carottes de 100 cm²
- l'emplacement de la centrale à béton
- le bilan des alcalis déterminé selon la NBN EN 206 et son complément national NBN B 15-001. Il est conforme à l'annexe I (mesure 3). Le niveau d'exigence correspond à une catégorie d'exposition AR 3 et à un niveau de prévention PREV 3 pour le réseau I et PREV 2 pour les réseaux II et III
- pour le béton armé, le bilan en chlorures, Le résultat de ce bilan est inférieur ou égal à 0,40% de chlorures par rapport à la teneur en masse du ciment. La méthode de calcul de ce bilan est décrite dans le document de référence QUALIROUTES-C-2 §5.2.8.
- dans le cas d'un béton coloré, une ou plusieurs épreuves de convenance sont réalisées. Les planches d'essais de 0,5 m x 0,5 m sont réalisées en laboratoire et éventuellement dénudées ou imprimées pour attester de la teinte.

G. 1.2.6. FABRICATION, TRANSPORT ET MISE EN ŒUVRE

Le document de référence QUALIROUTES-A-1 relatif à la "Mise en place d'un système de gestion de la qualité lors de l'exécution des marchés de travaux" et le document QUALIROUTES-A-1/2 "Complément au document de référence QUALIROUTES-A-1 pour revêtements en béton" sont d'application pour les revêtements de plus de 1000 m².

L'adjudicataire remet également au pouvoir adjudicateur, au moins quinze jours avant le début du bétonnage, les documents relatifs à la mise en œuvre du béton. Ceux-ci contiennent notamment les mesures de suivi:
- de l'exécution de tous les travaux préparatoires
- de la mise en place de la signalisation
- de la coordination de l'approvisionnement de la machine à coffrage glissant
- du traitement de surface
- de l'exécution des joints.

G. 1.2.6.1. FABRICATION

Le béton est fabriqué dans une centrale de malaxage conforme à la NBN EN 206 et son complément national NBN B 15-001 et d'une capacité suffisante pour assurer une mise en œuvre continue.

La centrale de production de béton, fixe ou mobile, fait l'objet d'un étalonnage selon la NBN EN 206 et son complément national NBN B 15-001, par un organisme d'étalonnage extérieur accrédité ou reconnu par le pouvoir adjudicateur, dans les cas suivants:
- au minimum une fois par an;
- en cas de déplacement d'une centrale mobile;
- après tout remplacement ou modification d'un ou de plusieurs capteurs de mesure.

Le processus d'étalonnage concerne tous les moyens de dosage.
Chaque étalonnage fait l'objet d'un rapport conforme aux exigences de la NBN B 15-001 (voir § 9.6.2.2 "Equipement de dosage").
Ce rapport d'étalonnage est fourni au pouvoir adjudicateur avant le début de la pose.

Lors du dosage de l'eau à la centrale, il est tenu compte:
- de la limite supérieure autorisée pour le rapport E/C
- de la teneur en eau des matériaux
- des effets prévisibles des adjuvants.

Le dispositif de vidange du malaxeur évite la ségrégation des constituants.

G. 1.2.6.2. TRANSPORT

Le transport et la livraison du béton sont conformes à la NBN EN 206 et son complément national NBN B 15-001.

Le béton frais est transporté, de la centrale au chantier, par des camions-bennes bâchés. Tout autre moyen de transport n'est autorisé qu'avec l'accord du fonctionnaire dirigeant.

L'ajout éventuel de superplastifiant est autorisé sur chantier dans le cas où celui-ci est prévu dans l'étude de composition.

Si le transport par camion-malaxeur est autorisé, le malaxeur tourne en grande vitesse de malaxage pendant au moins 1 min/m³ avant le déversement du béton.

Les adjuvants prévus dans l'étude de composition sont introduits, au plus tard, avant la période de malaxage précédant le déversement du béton.

G. 1.2.6.3. MISE EN ŒUVRE

Les dispositions nécessaires pour protéger les autres éléments de voirie (caniveaux, bordures, etc.) contre les salissures dues au bétonnage, sont prises préalablement. La surface sur laquelle le béton est mis en œuvre est débarrassée de tout élément pouvant nuire à l'adhérence du béton.

La remise du bordereau de livraison est préalable à tout déchargement sur chantier.

Le bétonnage s'effectue en une seule couche.

Au cas où les documents du marché prévoient sur l'épaisseur de revêtement l'utilisation de bétons de compositions différentes (nature des matériaux, granularité, coloration...), le bétonnage en 2 couches, béton frais sur béton frais, est autorisé. Dans ce cas, l'épaisseur de la couche supérieure est d'au minimum:

- 80 mm pour 14 mm < Dmax du granulat ≤ 20 mm
- 70 mm pour 10 mm < Dmax du granulat ≤ 14 mm
- 60 mm pour 6,3 mm < Dmax du granulat ≤ 10 mm
- 50 mm pour un Dmax du granulat ≤ 6,3 mm.

Lorsque le revêtement comporte plusieurs voies de circulation dans chaque sens de trafic, l'entrepreneur est tenu de bétonner au moins deux voies de circulation simultanément. Le bétonnage en plusieurs phases par sens de trafic est conduit du point bas vers le point haut du profil en travers.
Le joint de fin de journée est plan et perpendiculaire à la surface du revêtement.

La mise en œuvre s'effectue:
- soit entre coffrages fixes, à l'aide d'un train composé au moins d'un répartiteur et d'un vibro-finisseur, complété éventuellement d'une poutre correctrice
- soit entre éléments linéaires préalablement posés à l'aide du même train mais les prescriptions du G. 1.2.3. ne sont pas d'application
- soit par machine à coffrage glissant.

La finition au moyen de l'"hélicoptère" est interdite.

Dans le cas d'un bétonnage par coffrage glissant, la machine progresse sans arrêt à vitesse régulière.

Pour tout revêtement de largeur $\geq$ 2,50 m, la machine est équipée, à l'arrière, d'une poutre lisseuse de minimum 3 m de longueur, placée parallèlement à l'axe de la route et qui se déplace transversalement en suivant un mouvement longitudinal régulier de va-et-vient sans ajout d'eau.
La machine est également équipée d'un système de vibration et de commande automatique du dispositif de réglage de niveaux du béton, tant sur le plan longitudinal que vertical, permettant d'assujettir le profil en long de chacun des bords à un repère extérieur indépendant de la couche à poser.

Dans le cas d'un bétonnage en 2 couches frais sur frais et en cas de mise en œuvre à l'aide de 2 machines à coffrage glissant, la distance séparant ces 2 machines en cours de bétonnage ne peut être supérieure à 20 m. Seule la deuxième machine est équipée d'une poutre lisseuse.
Cette machine doit progresser sans arrêt et à vitesse régulière.

Pour les réseaux I et II, la mise en place du béton est réalisée à l'aide de deux machines indépendantes:
- la première assure l'approvisionnement et la répartition uniforme du béton
- la seconde assure le serrage et la mise en forme du béton.

L'entrepreneur est tenu de maintenir en permanence un système de liaison par voie hertzienne entre la centrale et l'atelier de bétonnage.

Le délai entre la fabrication du béton et la fin de la mise en œuvre ne peut dépasser 100 minutes. De plus, si le béton en place a plus de 2 heures lors de la mise en œuvre du camion suivant, un joint de construction doit être réalisé.

Tout arrosage du béton pour en faciliter la mise en œuvre et tout rechargement superficiel au mortier sont interdits.

Aux endroits particuliers tels que certains revêtements urbains, giratoires de faible rayon, élargissements locaux, raccordements en sifflet ou en patte d'oie, etc. la mise en œuvre peut se faire manuellement et le béton est serré au moyen d'aiguille(s) et poutre vibrantes. Dans ce cas, l'ouvrabilité du béton sera de catégorie S1 ou S2 (suivant NBN EN 206 et son complément national NBN B 15-001).

G. 1.2.6.3.1. BETONNAGE PAR TEMPS FROID

Le bétonnage du revêtement n'est autorisé que lorsque la température de l'air sous abri à 1,50 m du sol, mesurée à 8 h du matin, est supérieure ou égale à + 1 °C et que le minimum nocturne n'est pas descendu sous - 3 °C.

G. 1.2.6.3.2. BETONNAGE PAR TEMPS DE PLUIE

Le déversement du béton est interrompu en cas de pluie ou d'averse.

G. 1.2.6.3.3. BETONNAGE PAR TEMPS CHAUD

Sauf précautions particulières, à agréer par le fonctionnaire dirigeant, le bétonnage n'est autorisé que lorsque la température de l'air sous abri, à 1,50 m du sol, est inférieure ou égale à 25 °C.

G. 1.2.7. JOINTS

G. 1.2.7.1. JOINTS TRANSVERSAUX

Les joints transversaux sont de trois sortes:
- de construction
- de retrait
- de dilatation.

Pour les réseaux I et II, les joints transversaux sont scellés et goujonnés.

Pour le réseau III, les joints transversaux ne sont pas scellés sauf si les documents du marché prévoient le contraire pour des raisons esthétiques. Les joints transversaux ne sont pas goujonnés

G. 1.2.7.1.1. JOINTS DE CONSTRUCTION

Les joints transversaux de construction et les joints entre revêtement en béton de ciment et revêtement existant en enrobés bitumineux sont sciés après ouverture du joint sur une largeur maximale de 10 mm et une profondeur d'au moins 30 mm. La gorge est réalisée au droit du joint.
Les joints de construction sont conformes à la figure G. 1.2.7.1.1.1. Toutefois, dans le cas de béton armé continu, le goujon est remplacé par l'armature longitudinale et le joint n'est ni scié, ni scellé.

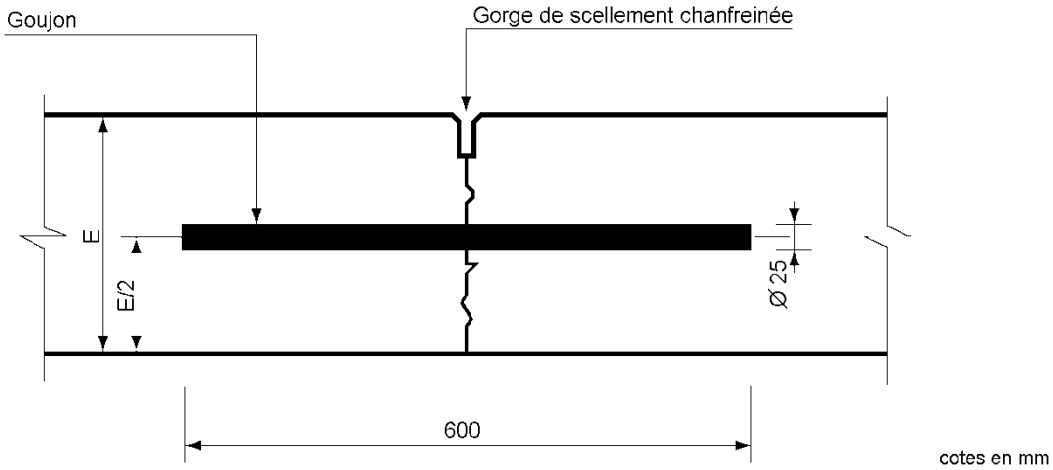


Figure G. 1.2.7.1.1.1. Joint transversal de construction

Un joint de construction est établi à la fin de chaque production journalière ou en cas d'interruption du bétonnage ne permettant pas la mise en œuvre du béton dans le délai de 2 heures dont question au G. 1.2.6.3.
La face de ce joint est plane et perpendiculaire à la surface du revêtement. Lors de la reprise, le bétonnage est effectué directement béton contre béton. La vibration du béton est complétée de part et d'autre du joint au moyen d'une aiguille vibrante indépendante.

Pour les revêtements discontinus, l'emplacement des joints de construction correspond à celui d'un joint de retrait dans la bande adjacente. Si ce joint coïncide avec un joint de dilatation, il est conforme à la figure G. 1.2.7.1.3.1.

G. 1.2.7.1.2. JOINTS DE RETRAIT

Les joints de retrait sont conformes à l'un des types de la figure G. 1.2.7.1.2.1.

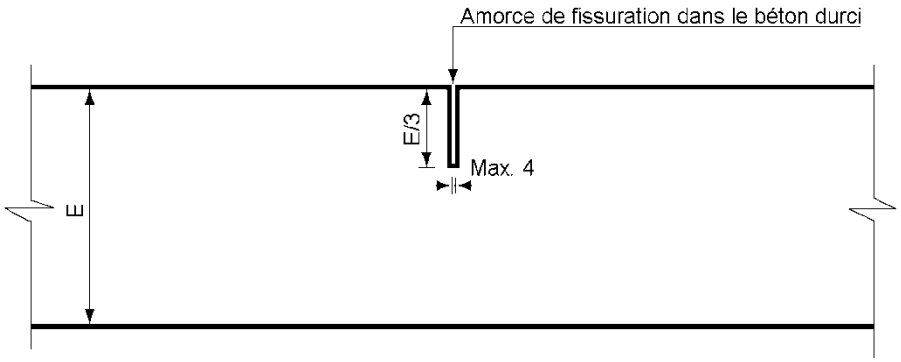
Leur interdistance est conforme au G. 1.1.3.2.

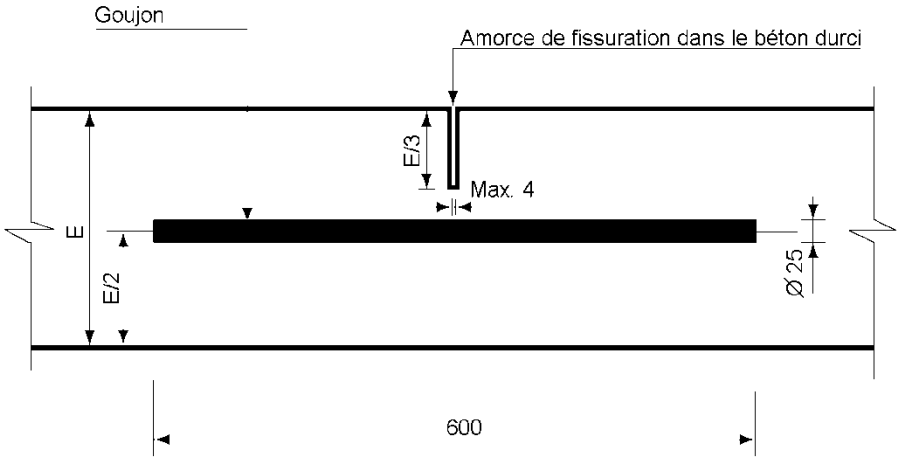
L'amorce de fissuration est réalisée par sciage du béton durci. La profondeur de l'amorce est d'au moins 1/3 de l'épaisseur de la dalle.

En cas de présence d'une membrane préfabriquée de protection de surface, le sciage est réalisé au travers de celle-ci. La protection du béton à cet endroit est immédiatement rétablie par une nouvelle bande de membrane préfabriquée et lestée.

Le sciage du béton est réalisé au plus tôt afin d'éviter la fissuration en dehors des joints et en tout cas dans les 24 heures qui suivent la mise en œuvre.

A la demande et sous la responsabilité de l'adjudicataire, et moyennant l'accord préalable du pouvoir adjudicateur, le joint de retrait peut aussi être scié endéans les 2 à 3 heures, après la mise en place du béton, à une profondeur minimum de 20 mm à l'aide d'un appareillage de sciage spécifique, sans endommager les lèvres du joint. Pour les joints non fissurés, ces amorces sont complétées par sciage dans le béton durci jusqu'à au moins 1/3 de l'épaisseur de la dalle et ce endéans les 24 heures qui suivent la mise en œuvre du béton.





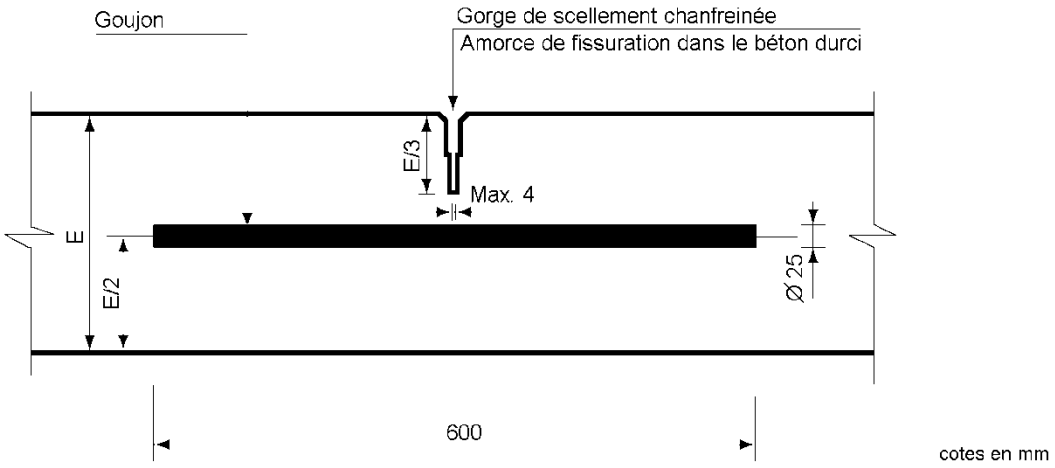


Figure G. 1.2.7.1.2.1. Joints transversaux de retrait

G. 1.2.7.1.3. JOINTS DE DILATATION

Les joints de dilatation sont conformes à la figure G. 1.2.7.1.3.1.

La largeur de la gorge de scellement est au moins égale à l'épaisseur de la fourrure compressible.

Leur emplacement est indiqué dans les documents du marché.

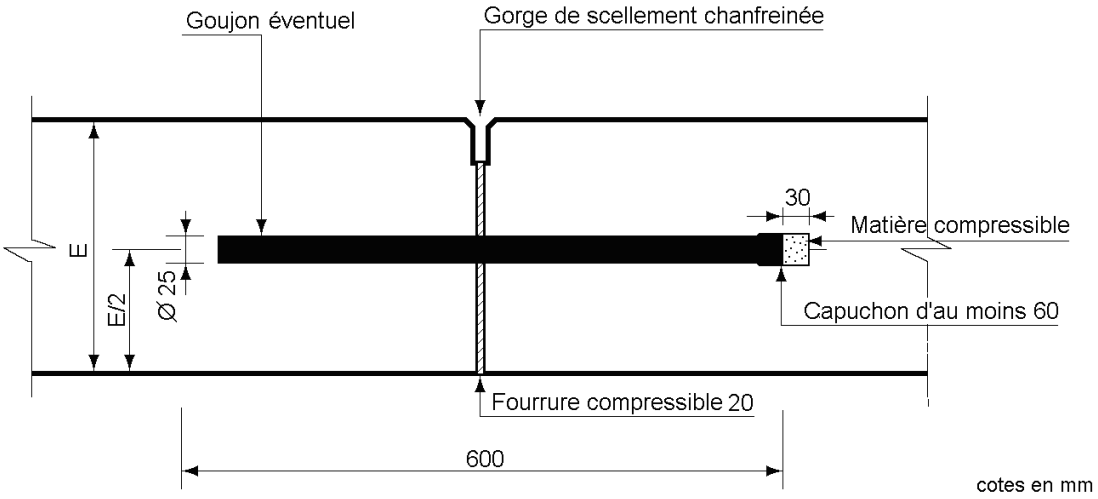


Figure G. 1.2.7.1.3.1. Joint de dilatation

G. 1.2.7.1.4. AMORCES DE FISSURATION

Si les documents de marché le prévoient, dans chaque bande du revêtement réalisé en béton armé continu, une amorce de fissuration est exécutée par sciage du béton durci de telle sorte qu'un trait de scie perpendiculaire à l'axe de roulement de 40 cm de long et de 4 cm de profondeur soit réalisé en bordure de chaque bande du revêtement en béton armé continu. Ces amorces ne sont pas scellées.

Dans le cas où le filet d'eau est réalisé simultanément au revêtement, l'amorce de fissuration est réalisée au travers de celui-ci.

La distance entre deux amorces de fissuration est de 1,20 m. Les amorces de fissuration sont sciées immédiatement après la réalisation du revêtement et, dans tous les cas, dans les 24 h qui suivent la mise en œuvre du béton.

G. 1.2.7.2. JOINTS LONGITUDINAUX

Les joints longitudinaux sont de deux sortes:
- de construction
- de flexion.

L'emplacement des joints longitudinaux est précisé aux documents du marché.

Pour les réseaux I et II, les joints longitudinaux sont ancrés et scellés.
Pour le réseau III, les joints longitudinaux ne sont pas ancrés. Ils ne sont pas scellés sauf si les documents d'adjudication prévoient le contraire pour des raisons esthétiques.

Si les joints longitudinaux sont ancrés, les barres d'ancrage sont conformes au G. 1.2.7.4.

G. 1.2.7.2.1. JOINTS DE CONSTRUCTION

Les joints de construction entre bandes contiguës bétonnées successivement et entre bande de béton et revêtement en enrobé bitumineux sont sciés après ouverture du joint.

Les joints de construction sont conformes à l'un des types repris à la figure G. 1.2.7.2.1.1.

Selon l'épaisseur du revêtement, les types de joints suivants sont utilisés:

Type de joint	Épaisseur du revêtement (E)
1	E ≤ 200 mm
2	E > 200 mm

Dans les élargissements locaux, les raccordements en sifflet ou en patte d'oie, les joints longitudinaux sont ancrés.

Les joints de construction et les joints entre revêtement en béton de ciment et revêtement existant en enrobés sont sciés et scellés après ouverture du joint.

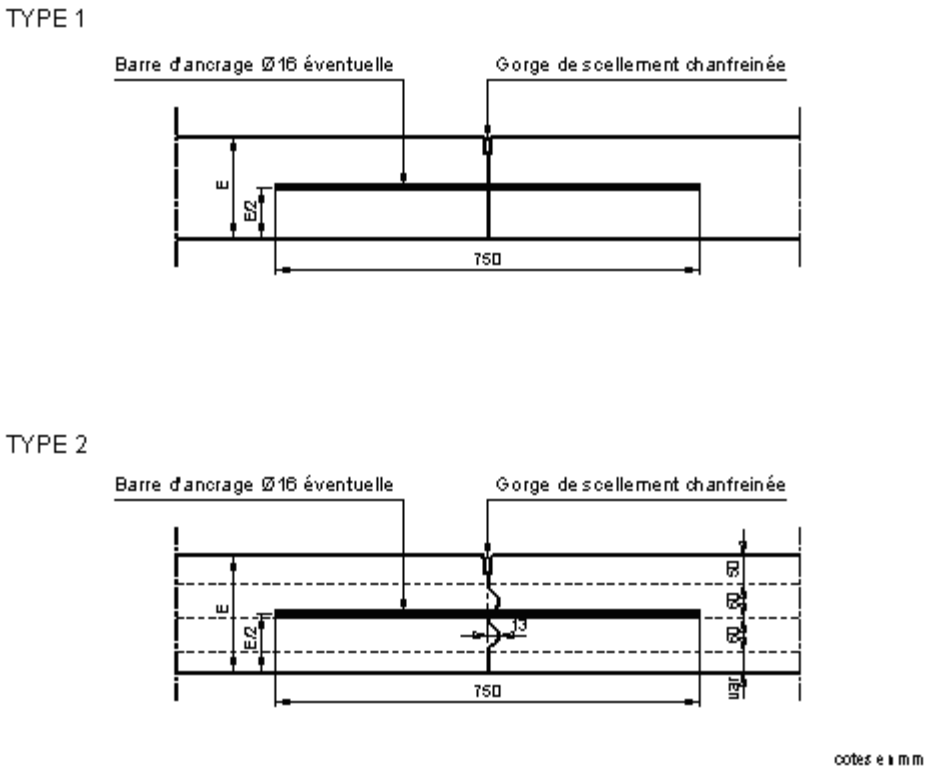


Figure G. 1.2.7.2.1.1. Joints longitudinaux de construction entre bandes bétonnées

G. 1.2.7.2.2. JOINTS DE FLEXION

Les joints de flexion sont réalisés entre bandes contiguës bétonnées simultanément.

Les joints de flexion sont conformes à la figure G. 1.2.7.2.2.1. Toutefois, dans le cas de béton armé continu, la barre d'ancrage est remplacée par l'armature transversale.

Les joints de flexion sont sciés dans le béton durci. La profondeur de l'amorce est d'au moins 1/3 de l'épaisseur du revêtement en béton.

Le sciage est réalisé au plus tôt pour éviter la fissuration en dehors des joints et en tous cas au plus tard 24 heures après la mise en œuvre du béton.

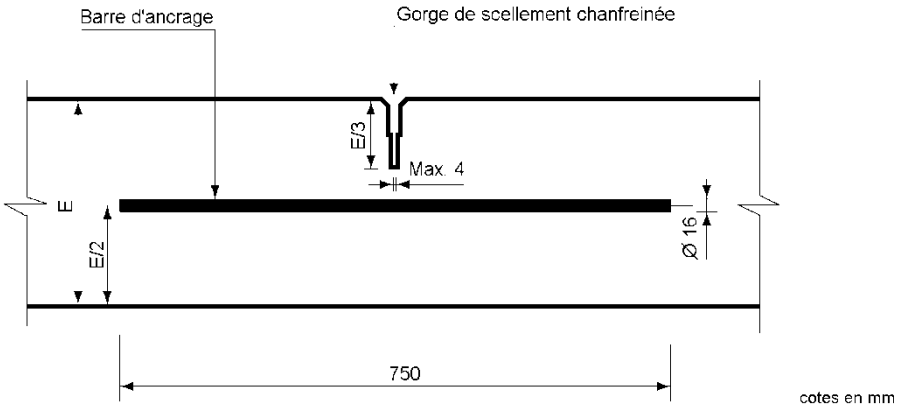


Figure G. 1.2.7.2.2.1. Joint longitudinal de flexion

G. 1.2.7.3. GOUJONS

Les goujons ont un diamètre de 25 mm et une longueur de 600 mm.

Le stockage et la manipulation des goujons sur chantier sont effectués de manière à éviter toute souillure et dégradation de ces derniers.

Les goujons sont galvanisés ou traités par tout autre système agréé par le fonctionnaire dirigeant. Ceci est destiné à éviter l'adhérence du béton aux goujons. Ils sont placés et maintenus dans une position parallèle à la surface et à l'axe de la dalle

L'entredistance entre les goujons est de 300 mm. Les goujons d'extrémité ne peuvent être à moins de 250 mm du bord.

Dans les joints de dilatation, les goujons sont munis d'un capuchon avec matière compressible.

Les goujons sont mis en œuvre de la façon suivante:
1. préalablement au bétonnage, au moyen de berceaux
2. pendant le bétonnage, au moyen d'un système d'intégration par vibration, approuvé par le fonctionnaire dirigeant
3. au moyen de la première machine, en cas de bétonnage en 2 couches frais sur frais et en cas de mise en œuvre à l'aide de 2 machines.

Dans le cas des berceaux, ceux-ci sont assemblés en usine ou ligaturés sur place. En cas d'assemblage en usine, les goujons sont soudés d'un côté et ligaturés de l'autre en alternance ou ligaturés des deux côtés. Ils sont conçus de manière à empêcher le déplacement des goujons et à ne pas entraver le bon fonctionnement du joint. Les éventuelles soudures ou tirants de blocage sont découpés avant le déversement du béton. Les berceaux ne subissent aucune déformation rémanente sous une charge ponctuelle de 2500N, ni lors du déversement du béton. Tout berceau déformé est remplacé.

G. 1.2.7.4. BARRES D'ANCRAGE

Le stockage et les manipulations des barres d'ancrage sur chantier sont effectués de manière à éviter toute souillure de ces dernières. L'alimentation en carburant et l'entretien des machines de mise en œuvre du béton sont assurés tout en protégeant soigneusement les barres d'ancrage contre tout répandage d'huile ou d'autres matières susceptibles de rompre l'adhérence acier-béton.

Les barres d'ancrages sont crénelées et non enduites.

Elles sont placées parallèlement à la surface du revêtement en béton.

Dans le cas de joints de construction, elles sont mises par forage dans le béton durci ou insérées par fonçage dans le béton frais à l'arrière du bac de vibration de la machine ou dans la première moitié du coffrage. En cas de mise en place des barres d'ancrage par forage, un guidage du foret de diamant est nécessaire pour assurer le maintien correct de l'outil au moment de l'attaque du forage.

Dans le cas de joints de flexion (réalisation de plusieurs bandes de circulation en un seul passage), les barres d'ancrages sont placées sur des berceaux ou intégrées par vibration, au moyen d'un équipement spécialisé.

Les barres d'ancrage ont un diamètre de 16 mm et une longueur de 750 mm.

Dans le cas du béton armé continu, il en est prévu tous les 808 mm de telle façon que les barres transversales existantes ne soient pas atteintes lors du forage.

Elles se situent le plus près possible sous la nappe d'armatures longitudinales existante et sous le nu inférieur des armatures longitudinales du revêtement à construire.

Dans le cas du béton discontinu, l'entredistance des barres d'ancrage est de 1000 mm, la distance par rapport aux joints transversaux est de 500 mm.

Après forage, les ancrages sont scellés dans le béton existant sur la moitié de leur longueur. La résistance en traction sur ces ancrages est supérieure à 100 kN après 24 heures.

G. 1.2.7.5. SCELLEMENT DES JOINTS

La gorge de scellement est toujours chanfreinée et est conforme à la figure G.1.2.7.5.1.

Pour les joints de dilatation, la largeur de la gorge de scellement est au moins égale à la largeur de la fourrure compressible.

En cas de scellement à la masse, un fond de joint est posé dans le fond de la gorge.
Les profilés en néoprène sont collés aux lèvres du joint et ont une largeur minimum de 1,6 fois celle de la gorge de scellement.

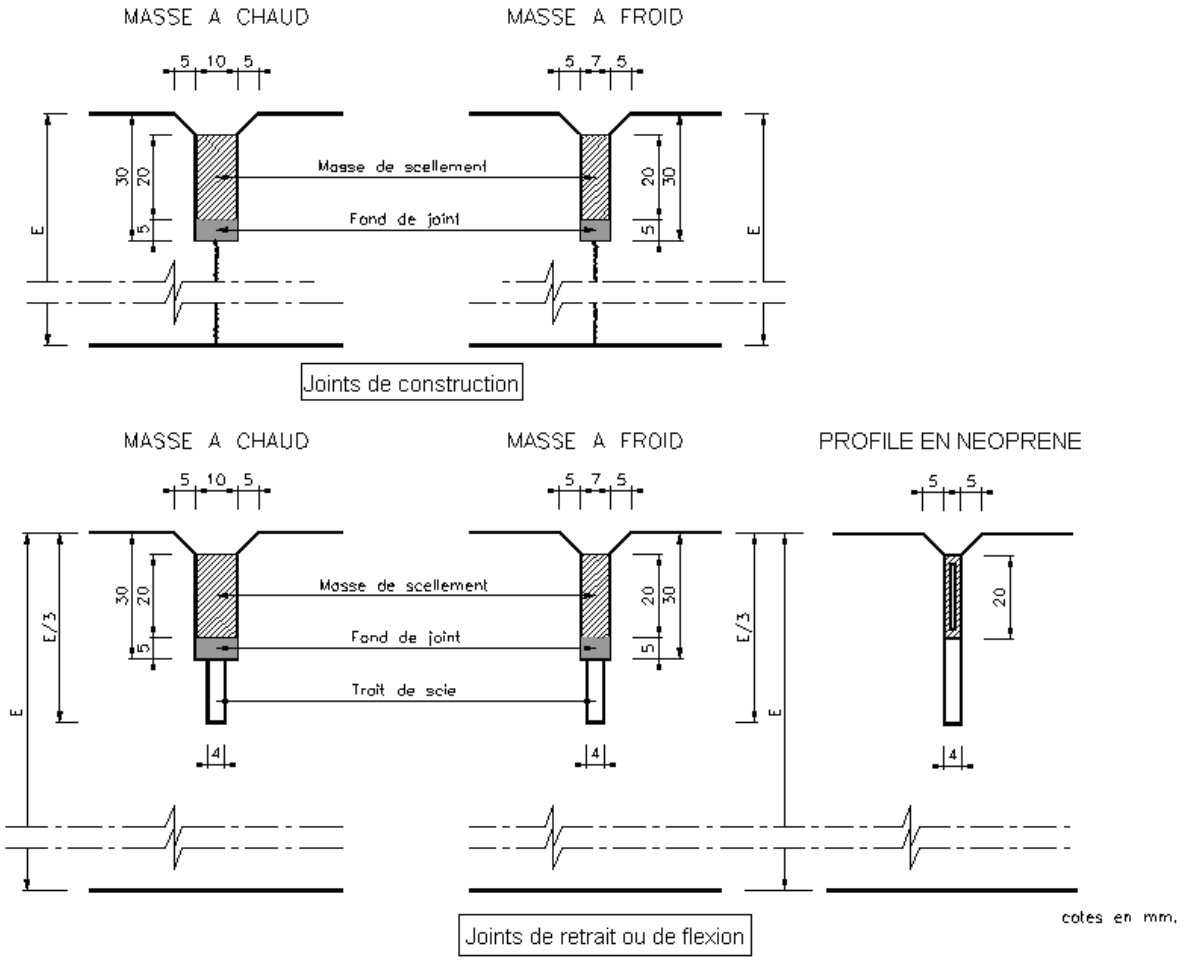


Figure G. 1.2.7.5.1. Détails de gorge de scellement chanfreinée

G. 1.2.8. TRAITEMENT DE SURFACE

Le traitement de la surface des revêtements est soit:
- un brossage transversal de la surface du béton frais
- un dénudage du squelette pierreux
- une impression du béton.

Les documents du marché précisent le type de traitement de surface.

G. 1.2.8.1. BROSSAGE

Le brossage transversal de la surface du béton frais est réalisé immédiatement après mise en place et compactage du béton au moyen de brosses dures à fibres jointives.

Tout arrosage du béton pour en faciliter le brossage et tout rechargement superficiel au mortier sont interdits.

Pour le réseau III et si les documents du marché le prévoient, le brossage est également autorisé dans le sens longitudinal.

G. 1.2.8.2. DENUDAGE

Le dénudage du squelette pierreux consiste à pulvériser un retardateur de prise sur la surface du béton dès sa mise en œuvre et à éliminer ultérieurement le mortier ainsi retardé.
Le retardateur de prise est pulvérisé de façon uniforme sur la surface du béton frais au maximum 15 minutes après la mise en œuvre du béton. Ce retardateur contient un pigment lui assurant en permanence une couleur franche. Il ne peut, en aucun cas, s'écouler naturellement sur la surface du béton frais quelle qu'en soit la pente.

Une mesure de protection est prise pour protéger les éléments linéaires, coulés en place en même temps que le revêtement (filets d'eau, bordures, etc.), contre la pulvérisation du retardateur de prise.

Pour éviter tout excès local de retardateur lors de l'arrêt de la machine d'épandage, un dispositif de récolte du produit est monté sur celle-ci et placé sous les gicleurs lors de chaque arrêt. La rampe de pulvérisation est protégée des effets du vent par un carénage descendant jusqu'à 100 à 150 mm de la surface du béton.

Dans les cas particuliers, une pulvérisation manuelle du retardateur est autorisée, moyennant accord préalable du fonctionnaire dirigeant.

Immédiatement après la pulvérisation du retardateur, la surface est protégée au moyen d'une membrane étanche maintenue en place jusqu'au moment de l'élimination du mortier retardé.

En cas de membrane étanche préfabriquée, la zone limitée par la rampe de pulvérisation du retardateur et le système de déroulement de ladite membrane est entièrement couverte.

Le mortier retardé est éliminé par brossage à l'eau. En règle générale, cette opération est réalisée au plus tôt 24 heures après la mise en œuvre du béton.

Ce délai minimum est prolongé lorsque la prise en masse du béton n'est pas suffisante pour admettre, sans aucune dégradation, l'opération de brossage.

La brosse munie de rampes d'arrosage est fixée entre les essieux de l'engin porteur. Elle est réglable en hauteur et en angle et déborde latéralement d'au moins 300 mm de part et d'autre du gabarit extérieur des pneus. Toutes dispositions différentes sont soumises à l'approbation préalable du fonctionnaire dirigeant.

Le mortier retardé peut aussi être éliminé au moyen d'un jet d'eau sous pression.

La membrane étanche est enlevée par tronçon de maximum 100 m au fur et à mesure de l'avancement de l'engin de brossage ou de dénudage sous pression, et est évacuée.

L'entrepreneur prend les dispositions nécessaires en vue d'éviter que le mortier évacué ne s'accumule, soit dans le système d'évacuation des eaux (filets d'eau, avaloirs, aqueducs), soit dans les drains réalisés ou dans les équipements proches de la chaussée tels que les gaines, les bouches d'incendie...

G. 1.2.8.3. IMPRESSION

L'impression consiste à traiter la surface du béton frais au moyen de moules appropriés, de façon à lui conférer un aspect particulier.

Après compactage, le béton est lissé au moyen d'une règle rigide, roulé au moyen d'un double rouleau de treillis métallique afin d'enfoncer les agrégats de surface et ensuite re-lissé à l'aide d'une taloche lisseuse large montée sur un manche à double articulation. Il présente alors une surface lisse, exempte de cavité apparente et de vague.

En cas de réalisation d'un béton coloré imprimé, celui-ci doit être coloré dans la masse.

Une poudre démoulante empêchant l'adhérence des moules d'impression au béton frais est ensuite appliquée sur la surface à raison de minimum 150 g/m².

Immédiatement après, la surface est imprimée au moyen de moules adéquats qui confèrent au béton les motifs désirés. Pour l'impression, les moules sont posés délicatement l'un à côté de l'autre à la surface du béton et ensuite damés de manière homogène.

Le béton est ensuite protégé contre la dessiccation au moyen d'une membrane étanche préfabriquée maintenue en place au moins 72 heures.
L'emplacement des joints de retrait est à déterminer dans la mesure du possible en tenant compte des motifs choisis pour l'impression du béton. Les joints seront, pour autant que possible, découpés dans les joints des motifs sur une profondeur équivalente au tiers de l'épaisseur de la dalle réalisée.

Tous les produits, matériels spécifiques et méthodes de travail dont question notamment ci-dessus sont spécifiés dans les documents du marché et agréés par le fonctionnaire dirigeant avant le début des travaux.

G. 1.2.9. IDENTIFICATION DU BETON

Après le traitement de surface et avant la protection du béton frais, les revêtements sont marqués au moyen d'un marquoir.

Ce marquage s'exécute sur une profondeur de 10 mm, en chiffres de 100 mm de hauteur et se situe à 300 mm du bord longitudinal ou du joint longitudinal de construction et du joint transversal.

En cas de dénudage du squelette pierreux, des dispositions locales particulières sont prises en vue d'éviter le dénudage au droit des marquages.

G. 1.2.9.1. BETON CONTINU

Sauf dans le cas d'un béton armé continu d'un revêtement composite, la date de confection du béton s'inscrit à chaque extrémité de chaque section concernée.

G. 1.2.9.2. BETON DISCONTINU

Les dalles sont marquées de leur numéro d'ordre de fabrication. La première dalle de chaque production journalière porte la date de sa réalisation.

G. 1.2.10. PROTECTION DU BETON FRAIS

G. 1.2.10.1. PROTECTION CONTRE LA DESSICCATION

La protection du béton frais, faces verticales comprises, est assurée immédiatement après le traitement de surface par pulvérisation mécanique et homogène d'un produit de cure à pigmentation blanche ou métallisée à raison de minimum 200 g/m². Les pulvérisateurs sont munis d'une coiffe de protection.

En cas de dénudage, la pulvérisation du produit de cure a lieu immédiatement après dénudage et au plus tard 1 heure après enlèvement de la membrane étanche.
Dans le cas du béton d'un revêtement composite, la protection contre la dessiccation se fait au moyen d'une membrane étanche préfabriquée maintenue en place au moins 72 heures.

Dans le cas du béton coloré ou lorsque les documents du marché le prévoient, cette protection est réalisée immédiatement après le traitement de surface, par une membrane étanche préfabriquée maintenue en place au moins 72 heures.

G. 1.2.10.2. PROTECTION CONTRE LA PLUIE

Les dispositions sont prises pour éviter le délavage par la pluie de la surface du béton frais tant pour le béton épandu et non encore vibré que pour le béton fraîchement parachevé.

G. 1.2.10.3. PROTECTION CONTRE LE GEL

La surface de revêtement est protégée efficacement contre le gel de manière telle que, pendant 72 heures après la mise en œuvre du béton, la température au niveau supérieur du revêtement ne descende pas au-dessous de + 1 °C.

G. 1.2.10.4. PROTECTION CONTRE LES EFFETS MECANIQUES

Toutes dispositions sont prises en vue de protéger le béton frais contre les dégradations provoquées par tout effet mécanique (véhicules, vélos, piétons, animaux...).

G. 1.2.11. TRAITEMENT DU BETON DURCI PAR PRODUIT D'IMPREGNATION

Dans le cas du béton dénudé 0/6,3, du béton coloré-lavé (dénudé) et du béton imprimé ou lorsque les documents du marché le prévoient, un traitement superficiel est assuré par pulvérisation d'un produit d'imprégnation de surface à raison d'au moins 200 g/m².

Ce traitement est effectué, au plus tôt, quatre semaines après la mise en œuvre du béton sur une surface propre et sèche. Les traces de produit de cure sont enlevées avant traitement.

G. 1.2.12. MISE EN SERVICE DU REVETEMENT

La circulation n'est autorisée sur le revêtement que 7 jours après la mise en œuvre du béton et après relevé contradictoire des fissures. Un revêtement de moins de 7 jours peut être livré à la circulation, moyennant l'accord du fonctionnaire dirigeant, si l'entrepreneur apporte la preuve que la résistance du béton a atteint:

- 50 MPa pour le réseau I
- 40 MPa pour le réseau II
- 35 MPa pour le réseau III.

G. 1.3. SPECIFICATIONS

G. 1.3.1. CARACTERISTIQUES DE MASSE DU BETON

G. 1.3.1.1. EPAISSEUR

Les épaisseurs sont mesurées sur des carottes de section de 100 cm².

Les prescriptions concernent, par fraction de lot (ou section), les épaisseurs individuelles E_i exprimées en mm à 0,5 mm près par excès ou par défaut.

L'épaisseur individuelle minimum $E_{i,\,min}$ est $\geq E_{nom}$
où E_{nom} est l'épaisseur nominale (mm) fixée par les documents du marché.

G. 1.3.1.2. POSITION DES ARMATURES

La position des armatures est mesurée sur des carottes de 100 cm².

La position des armatures et la tolérance dans les écarts sont conformes au G. 1.2.4.1.2.

G. 1.3.1.3. RESISTANCE A LA COMPRESSION

La résistance est mesurée conformément au tableau ci-dessous.

Le prélèvement des carottes a lieu au minimum 10 jours après la pose du béton.

Les prescriptions concernent, par fraction de lot (ou section), les résistances individuelles R'_{bi}.

	Réseau I	Réseau II et III
Revêtements monocouches ou couche inférieure des revêtements bicouches Essais sur carottes (h = 10 cm, S = 100 cm²) à minimum 90 jours		
Résistance à la compression individuelle minimum (N/mm²)	60* 50	50* 40
Couche supérieure des revêtements bicouches Essais sur cubes (15 cm de côté) à 28 jours		
Résistance à la compression individuelle minimum (N/mm²)	40	30

* sans incorporation d'un entraîneur d'air.

La résistance est exprimée en MPa à 0,5 MPa près par excès ou par défaut.

G. 1.3.1.4. ABSORPTION D'EAU

L'absorption d'eau est mesurée sur la tranche supérieure de carottes de 100 cm² à au moins 60 jours d'âge réel.

Les prescriptions concernent, par lot, l'absorption d'eau moyenne W_{am} et les absorptions d'eau individuelles W_{ai}.

Si l'addition d'un entraîneur d'air est imposée pour une couche supérieure caractérisée par un D_{max} du granulat > 20 mm, les prescriptions correspondant à un D_{max} du granulat ≤ 20 mm (G. 1.2.5.2) sont d'application.

	D_{max} du granulat (mm)	Absorption d'eau individuelle maximum $W_{ai,\,max}$ (%)	Absorption d'eau moyenne maximum $W_{am,\,max}$ (%)
Réseau I			
Couche supérieure (mono ou bicouche)	> 32 (sans air entraîné) 6,3 < D_{max} ≤ 20 ≤ 6,3	6,5 6,8 6,8	6,0 6,3 6,3
Couche inférieure (bicouche)	≥ 20	-	-
Réseau II et III avec sels de déverglaçage*			
Couche supérieure (mono ou bicouche)	> 32 (sans air entraîné) 6,3 < D_{max} ≤ 20 ≤ 6,3	6,5 6,8 6,8	6,0 6,3 6,3
Couche inférieure (bicouche)	≥ 20	-	-

* Pour le réseau III, l'absence de sels de déverglaçage est précisée par les documents du marché.

où $W_{am} = \dfrac{\sum_{i=1}^{i=n} W_{ai}}{n}$

n = nombre d'échantillons

Les absorptions d'eau sont exprimées en % avec une décimale.

G. 1.3.1.5. RESISTANCE AU GEL

Cet essai est réalisé lorsque les résultats d'absorption d'eau sont insuffisants ou à la demande du fonctionnaire dirigeant.

La résistance au gel en présence de sels de déverglaçage est mesurée sur la tranche supérieure de carottes de section de 100 cm² d'au moins 90 jours d'âge. Les éprouvettes subissent 30 cycles de gel/dégel.

Caractéristique (g/dm²)	Réseau	
	I	II et III
Perte moyenne maximum après 30 cycles	5	10

G. 1.3.2. CARACTERISTIQUES DE SURFACE

G. 1.3.2.1. PLANEITE LONGITUDINALE A L'APL

G. 1.3.2.1.1. EXECUTION DES ESSAIS

Les prescriptions concernent, par bloc de dépouillement, les coefficients de planéité (CP) calculés pour des bases de 10 m et 2,5 m, à des vitesses de mesure imposées, c'est-à-dire:

- 72 km/h sur autoroutes et routes à 2 x 2 voies
- 54 km/h sur les autres routes
- 21,6 km/h en agglomération, sur les sous-couches, dans les ronds-points ou en cas d'impositions particulières des documents du marché.

Si, lors de l'exécution de mesures à 72 ou 54 km/h, il est constaté que des défauts détectables visuellement ou mesurables à la règle de 3 m ne sont pas mis en évidence par l'APL, une mesure complémentaire à 21,6 km/h peut être demandée par le fonctionnaire dirigeant.

En cas de prescriptions particulières relatives aux grandes longueurs d'ondes, prévues aux documents du marché, un coefficient de planéité calculé pour une base de 40 m, à une vitesse de mesure de 72 km/h, est imposé.

L'entrepreneur est tenu de prendre les dispositions nécessaires au nettoyage du revêtement en vue de l'essai.

G. 1.3.2.1.2. SPECIFICATIONS

Caractéristique (10^3mm²/Hm)	Réseau			
	I	II	III_a	III_b (1)
$CP_{2,5m}$	≤ 35	≤ 35	≤ 35	-
CP_{10m}	≤ 70	≤ 70	-	-
CP_{40m}	≤ 140	-	-	-

(1) Contrairement aux définitions du B. 1, les pistes cyclables sont considérées comme faisant partie du réseau III_a en matière de planéité.

G. 1.3.2.1.3. DISPOSITIONS PARTICULIERES

Les ronds-points de rayon intérieur inférieur à 20 m ne font pas l'objet d'un contrôle à l'APL.

Les prescriptions relatives au CP_{10m} ne sont pas d'application sur les routes où la vitesse autorisée est limitée à 50 km/h.

Les prescriptions relatives au CP_{40m} ne sont d'application que si le chantier comporte une modification du profil en long existant visant à l'obtention des valeurs prescrites, ou si chaque bloc de dépouillement de chaque lot présente avant travaux un $CP_{40m} \leq 140$.

La règle générale est le dépouillement par bloc de 100 m.

En cas de non-conformité sur une section hectométrique, un dépouillement par section de 25m est réalisé uniquement dans le but de mieux cibler les réparations à effectuer.

Dans le cas d'un tronçon hectométrique comportant des points particuliers tels que ronds-points, dispositifs de ralentissement du trafic, etc., on procède comme suit:

- Ces points particuliers ne font pas l'objet de mesures
- Le dépouillement s'effectue par section de 25m sur laquelle les $CP_{2,5m}$ et CP_{10m} sont conformes.

G. 1.3.2.2. REGULARITE DE SURFACE

Les irrégularités de surface sont inférieures à 3 mm pour les réseaux I et II et les pistes cyclables et à 5 mm pour le réseau III.
Les exigences d'irrégularités de surface pour le réseau III sont également applicables pour les travaux localisés exécutés sur un autre réseau (I et II).

G. 1.3.2.3. COEFFICIENT DE FROTTEMENT TRANSVERSAL (SFCS)

G. 1.3.2.3.1. EXECUTION DES ESSAIS

Les mesures sont réalisées à l'aide du SCRIM ou d'un appareillage similaire pour autant que la reproductibilité des mesures soit au minimum égale à celle du SCRIM et qu'une corrélation soit établie avec ce dernier.

Les prescriptions concernent, par lot, le coefficient de frottement transversal (SFCS – Side Force Coefficient Scrim) mesuré sur revêtement mouillé, à une température de référence de 20 °C, et à la vitesse de 80 km/h sur les routes du réseau I, de 50 km/h sur les routes des réseaux II et III et de 30 km/h dans les giratoires. L'essai ne peut être réalisé que si la température du revêtement est comprise entre 5 et 35 °C.

Dans le cas où le revêtement comporte des salissures (terre, hydrocarbures, etc.), l'opération de nettoyage, en vue de l'essai, est assurée par l'adjudicataire. Elle est à charge de ce dernier à la réception provisoire et à charge du pouvoir adjudicateur à la réception définitive.

G. 1.3.2.3.2. SPECIFICATIONS

Durant $n^{(1)}$ années après la mise en service, toute section hectométrique dans chaque frayée de chaque lot répond aux prescriptions suivantes:

Caractéristique	Réseau			Giratoire
	I	II	III_a	
SFCS	≥ 0,48	≥ 0,48	≥ 0,48	≥ 0,58

(1) n est le nombre d'années de garantie prévu aux documents du marché

G. 1.3.2.3.3. DISPOSITIONS PARTICULIERES

Si 0,53 > SFCS ≥ 0,48 pour une ou plusieurs sections hectométriques, toute section décamétrique y incluse présente, durant $n^{(1)}$ années après la mise en service, un SFCS ≥ 0,48.

En cas de problèmes particuliers (chantiers de longueur inférieure à 500 m, de ralentisseur(s), etc.) ainsi que pour les giratoires, toute section décamétrique présente, durant $n^{(1)}$ années après la mise en service, un SFCS supérieur aux valeurs définies au tableau ci-dessus.
(1) n est le nombre d'années de garantie prévu aux documents du marché.

G. 1.3.2.4. COEFFICIENT DE FROTTEMENT LONGITUDINAL (LFCG)

G. 1.3.2.4.1. EXECUTION DES ESSAIS

Dans les zones qui présentent des caractéristiques ne permettant pas de réaliser correctement un essai au SCRIM (tronçons de longueur inférieure à 100 m, piétonniers, pistes cyclables indépendantes, etc.) ainsi que sur les marquages routiers, les mesures sont réalisées à l'aide du Grip Tester.

Les prescriptions concernent, par lot, le coefficient de frottement longitudinal fixe (LFCG - Longitudinal Force Coefficient Grip) mesuré sur revêtement mouillé, à une température de référence de 20 °C, et à la vitesse de 30 km/h. L'essai ne peut être réalisé que si la température du revêtement est comprise entre 5 et 35 °C.

Dans le cas où le revêtement comporte des salissures (terre, hydrocarbures, etc.), l'opération de nettoyage, en vue de l'essai, est assurée par l'adjudicataire. Elle est à charge de ce dernier à la réception provisoire et à charge du pouvoir adjudicateur à la réception définitive.

G. 1.3.2.4.2. SPECIFICATIONS

Durant n(1) années après la mise en service, toute section hectométrique dans chaque frayée de chaque lot répond aux prescriptions suivantes:

Caractéristique	Réseau III_a	Marquages routiers
LFCG	≥ 55	≥ 55

(1) n est le nombre d'années de garantie prévu aux documents du marché

G. 1.3.2.5. TEXTURE DE SURFACE

Des prescriptions relatives à la texture de surface peuvent être précisées aux documents du marché.

Pour les revêtements composites, le traitement de surface est tel que les résultats à la tache de sable (NBN EN 13036-1) sont compris entre 0,5 et 2 (0,5 < MTD < 2).

G. 1.3.2.6. COULEUR DU BETON

Les documents du marché fixent la teinte des bétons colorés.
La couleur du béton répond aux prescriptions de luminosité et de chromaticité suivantes:

- rouge: $a^* \geq 5$
  $0 \leq b^* \leq 20$
  $L^* \geq 45$
- teinte claire: $-3 \leq a^* \leq 3$
  $0 \leq b^* \leq 10$
  $L^* \geq 60$

Les autres teintes sont définies par les documents du marché.
Le contrôle est effectué sur revêtement sec.
La teinte est homogène sur l'ensemble du chantier.

G. 1.4. VERIFICATIONS

G. 1.4.1. CONTROLES EN COURS D'EXECUTION

G. 1.4.1.1. CONTROLES AVANT LA MISE EN ŒUVRE

Les contrôles portent sur:
- le matériel

- les niveaux des repères de réglage
- l'épaisseur probable de la couche par mesure du niveau par rapport aux repères ou aux filets d'eau
- la régularité et la propreté du support et l'absence d'eau stagnante ou ruisselante
- le cas échéant, les caractéristiques des chemins de roulement de la machine
- la présence et la conformité du matériel prévu aux documents du marché.

G. 1.4.1.2. CONTROLES LORS DE LA MISE EN ŒUVRE

Les contrôles portent sur:
- le matériel
- la qualité, la propreté et le positionnement des armatures ou des goujons
- le relevé de la température de l'air
- l'approvisionnement et le bâchage correct des camions
- la qualité du béton (origine, heure de fabrication, signes de ségrégation, début de prise)
- l'absence d'ajout d'eau au béton dans les camions ou en cours de mise en œuvre
- le fonctionnement correct de l'atelier de mise en œuvre
- la conformité et la propreté des joints de construction et/ou de reprise
- la vibration complémentaire des joints de construction et/ou de reprise
- l'absence de circulation sur les armatures
- l'épaisseur de la couche mise en œuvre
- la teneur en air
- la bonne tenue des bords du béton
- la protection immédiate du béton frais (produit de cure, film plastique, mesures spéciales...)
- la conformité de l'épandage du retardateur
- le sciage, en temps opportun, des joints de retrait et de flexion
- le brossage/dénudage, dans les délais prescrits, en cas d'utilisation d'un retardateur, et la protection immédiate du béton
- la régularité de surface

G. 1.4.1.2.1. TENEUR EN AIR

Le contrôle de la teneur en air s'effectue contradictoirement toutes les 2 heures le premier jour du bétonnage, ensuite au moins deux fois par jour. Le contrôle est aussi effectué lors de toute modification de la composition du béton ou à la demande du fonctionnaire dirigeant.

Les mesures sont effectuées suivant la NBN EN 12350-7. Les résultats pris en considération sont constitués de la moyenne des mesures effectuées sur trois prélèvements.

Tout résultat hors des limites prescrites entraîne l'arrêt immédiat du bétonnage. La reprise de celui-ci n'est autorisée que lorsque l'entrepreneur prouve au pouvoir adjudicateur que le béton répond aux critères imposés pour la teneur en air.

En cas de litige quant au volume d'air entraîné, un contrôle sur béton durci peut être demandé. Ce contrôle est effectué selon la NBN EN 480-11. Les frais de ce contrôle sont à charge du pouvoir adjudicateur lorsque les résultats de l'essai sont satisfaisants.

G. 1.4.1.2.2. TENUE DES BORDS DU BETON

La tenue des bords du béton est contrôlée en tout point entre la sortie du coffrage glissant et le début de prise du béton, au moyen d'un gabarit approprié.

Ce gabarit a une forme d'équerre dont une des branches a une longueur de 0,60 m et l'autre, une longueur égale à l'épaisseur nominale du béton mis en œuvre.

Tout écart significatif, tant en surface que sur la tranche, entraîne l'arrêt du bétonnage, la recherche de l'origine du défaut et la correction de celui-ci.

G. 1.4.1.2.3. REGULARITE DE SURFACE

Dès que l'état de prise du béton le permet sans risque de détérioration de sa surface, un contrôle est effectué en tous endroits où l'état de la surface laisse supposer que la planéité n'est pas conforme aux prescriptions.

G. 1.4.1.2.4. TEXTURE DE SURFACE

Un contrôle est effectué dès que l'état de surface du béton le permet.

G. 1.4.2. VERIFICATIONS APRES EXECUTION

G. 1.4.2.1. CARACTERISTIQUES DE MASSE DU BETON (EPAISSEUR, POSITION DES ARMATURES, RESISTANCE EN COMPRESSION, ABSORPTION D'EAU, RESISTANCE AU GEL)

G. 1.4.2.1.1. ECHANTILLONNAGE

G. 1.4.2.1.1.1. Généralités

- Chantier de catégorie A: la surface du chantier est ≥ à 5 000 m².

  La surface est subdivisée en une ou plusieurs sections.

  - Toute section de surface ≥ à 10 000 m² est divisée en un ou plusieurs lots de 10 000 m².
    Le reste de la division par 10 000 de la surface de la section constitue un lot distinct ou est ajouté au dernier lot suivant que sa valeur atteint ou non 5 000 m².

  - Toute section de surface ≥ à 5 000 m² est considérée comme un lot.

  - Une section de surface < à 5 000 m² est considérée comme un lot de catégorie B.

  Les documents du marché peuvent prévoir le regroupement de plusieurs sections.

  Lorsque le fonctionnaire dirigeant constate que certaines parties du revêtement n'ont pas été exécutées conformément aux règles de l'art, il peut assimiler chacune de ces parties à un lot et la traiter comme tel.

  Les caractéristiques d'un lot se définissent par rapport à des mesures exécutées en 10 points de la surface, choisis aléatoirement.

- Chantier de catégorie B: la surface du chantier est < à 5 000 m².

  La surface constitue un seul lot.

  Les caractéristiques du lot se définissent par rapport à des mesures exécutées à raison d'un point par 1 000 m², choisi aléatoirement.

  Pour les chantiers de moins de 3 000 m², les caractéristiques du lot se définissent par rapport à des mesures exécutées en 3 points de la surface, choisis aléatoirement.

G. 1.4.2.1.1.2. À proximité des joints de construction et/ou de reprise

Les caractéristiques du revêtement de part et d'autre de ces joints se définissent par rapport à des mesures exécutées:

- pour les joints transversaux, à raison d'un point par voie de circulation, choisi; aléatoirement sur la longueur de chacun de ceux-ci (carotte prélevée à moins de 50 cm du joint)
- pour les joints longitudinaux, à raison de 5 points par 1 000 m linéaires exécutés (au total 5 points répartis d'un et/ou de l'autre de chacun de ceux-ci, carottes prélevées à moins de 50 cm du joint).

G. 1.4.2.2. CARACTERISTIQUES DE SURFACE

Le revêtement est subdivisé en une ou plusieurs sections, chaque section étant une zone homogène d'un seul tenant.

Chaque section est divisée en lots, chaque lot étant constitué d'une voie de circulation.

Les documents du marché précisent si une zone d'immobilisation constitue également un lot.

Un rond-point est toujours considéré comme une section.

G. 1.4.2.2.1. PLANEITE DE SURFACE A L'APL

En vue d'intégrer les joints de début et de fin de travaux dans les mesures, le début d'un lot est fixé conventionnellement à la borne ou repère, hectométrique ou kilométrique, le plus proche, situé à 50 m minimum avant le joint.

De même, la fin d'un lot est fixée conventionnellement à la borne ou repère, hectométrique ou kilométrique, le plus proche, situé à 50 m minimum après le joint.

G. 1.4.2.2.2. REGULARITE DE SURFACE

Un contrôle est effectué en tous endroits où l'état de la surface laisse supposer que la planéité n'est pas conforme aux prescriptions.

G. 1.4.2.2.3. COEFFICIENT DE FROTTEMENT TRANSVERSAL (SFCS) ET LONGITUDINAL (LFCG)

En cas de travaux comportant plusieurs tronçons ou plusieurs phases mis en service à des dates différentes, la date de mise en service prise en compte pour la détermination de la période de garantie relative à la rugosité est fixée comme suit:

- les essais relatifs aux tronçons ou phases mis en service durant une période de 3 mois peuvent être exécutés simultanément
- la date de référence de chaque période de 3 mois est alors par convention celle du dernier tronçon mis en service.

G. 1.4.2.2.4. TEXTURE DE SURFACE

Un contrôle est effectué en tous endroits où l'état de la surface laisse supposer que la texture n'est pas conforme aux prescriptions.

G. 1.4.2.2.5. COULEUR DU BETON

Un contrôle est effectué en tous endroits où l'état de la surface laisse supposer que la couleur n'est pas conforme aux prescriptions.

G. 1.4.2.3. FISSURES ET DEGRADATIONS AUX JOINTS – REVETEMENTS DISCONTINUS

Avant la mise en circulation, et au plus tard à la réception provisoire, il est procédé à un relevé contradictoire de l'état apparent des joints transversaux et longitudinaux et des fissures du revêtement.

G. 1.4.2.4. CONTROLE DE L'EPAISSEUR DU REVETEMENT

Pour le contrôle de l'épaisseur des carottes, lorsqu'une carotte représentative d'une section ne respecte pas les prescriptions, il peut être fait procéder à la repose en tout point conforme aux prescriptions (y compris au niveau des joints de réparation). La surface de réparation est déterminée comme suit.

Des carottages successifs sont réalisés de part et d'autre de la première carotte (dans le sens longitudinal) de manière à retrouver les épaisseurs voulues. Le remplacement du revêtement se fait sur toute la largeur de la voirie et sur la longueur définie par les carottages. Cette dernière doit être au minimum celle permettant la pose mécanique.

G. 1.5. PAIEMENT

G. 1.5.1. MESURAGE

Pour les revêtements posés en épaisseur constante, les paiements sont effectués sur base des surfaces réellement exécutées.
Le paiement des armatures des revêtements en béton armé continu est compris dans le prix du m² de revêtement.

Pour les revêtements posés en épaisseur variable, les paiements sont effectués sur base des volumes réellement mis en œuvre.

Pour les traitements de surface, les paiements sont effectués sur base des surfaces réellement traitées.

Les trapillons et autres accessoires de voirie ne sont pas déduits.

La réalisation des joints transversaux de construction et de retrait est comprise dans les postes revêtements.

Les joints longitudinaux et les joints transversaux de dilatation sont payés au mètre courant de joint.

Pour les dispositifs spéciaux, les paiements sont effectués au mètre courant, à la pièce ou au kg, suivant dispositions du métré-type.

Le paiement des culées d'ancrage, y compris les armatures, se fait par mètre de largeur du revêtement concerné.

Les paiements sont effectués, déductions faites des réfactions détaillées aux G. 1.5.2 et G. 1.5.3.

G. 1.5.2. REFACTION POUR MANQUEMENT

En cas de non-conformité des résultats d'essais, le pouvoir adjudicateur peut accepter tout ou partie du revêtement aux conditions et moyennant les réfactions détaillées ci-après.

G. 1.5.2.1. REGULARITE DE SURFACE

Toute partie de surface (9 m²) ne répondant pas aux prescriptions est refusée.

Dans ce cas, la planéité est rétablie par une méthode agréée par le fonctionnaire dirigeant.

G. 1.5.2.2. EPAISSEUR

G. 1.5.2.2.1. EPAISSEUR INDIVIDUELLE

Lorsque dans une fraction de lot (ou section), l'épaisseur individuelle E_i d'une carotte est inférieure à E_{nom}, la fraction de lot correspondante à la carotte i peut être acceptée moyennant application d'une réfaction calculée comme suit:

Réseau I

$0 < ME_i \leq 20$ mm	$R_{Ei} = p\ S'\ ME_i / 100$
$20 < ME_i \leq 30$ mm	$R_{Ei} = p\ S'\ (8\ ME_i - 140) / 100$
$ME_i > 30$ mm	REFUS

où ME_i = le manque d'épaisseur et vaut $ME_i = E_{nom} - E_i$ (mm)
R_{Ei} = réfaction liée à l'épaisseur individuelle (€)
p = prix unitaire du revêtement (€/m²)
S' = surface de la fraction de lot correspondant (m²)

Réseau II

Cas où le revêtement en béton de ciment est posé directement sur la fondation (sauf fondation en grave-bitume):

$0 < ME_i \leq 10$ mm	$R_{Ei} = 0$
$10 < ME_i \leq 25$ mm	$R_{Ei} = p\ S' (1{,}67\ ME_i - 16{,}67) / 100$
$25 < ME_i \leq 35$ mm	$R_{Ei} = p\ S' (7{,}3\ ME_i - 155{,}5) / 100$
$ME_i > 35$ mm	REFUS

Cas où le revêtement en béton de ciment est posé sur une fondation en grave-bitume ou une couche d'enrobé bitumineux:

$0 < ME_i \leq 25$ mm	$R_{Ei} = p\ S'\ ME_i / 100$
$25 < ME_i \leq 35$ mm	$R_{Ei} = p\ S' (7{,}5\ ME_i - 162{,}5) / 100$
$ME_i > 35$ mm	REFUS

Réseau III

Cas où le revêtement en béton de ciment est posé directement sur la fondation (sauf fondation en grave-bitume):

$0 < ME_i \leq 10$ mm	$R_{Ei} = 0$
$10 < ME_i \leq 30$ mm	$R_{Ei} = p\ S' (1{,}5\ ME_i - 15) / 100$
$30 < ME_i \leq 40$ mm	$R_{Ei} = p\ S' (6{,}63\ ME_i - 165) / 100$
$ME_i > 40$ mm	REFUS

Cas où le revêtement en béton de ciment est posé sur une fondation en grave-bitume ou une couche d'enrobé bitumineux:

$0 < ME_i \leq 30$ mm	$R_{Ei} = p\ S'\ ME_i / 100$
$30 < ME_i \leq 40$ mm	$R_{Ei} = p\ S' (7\ ME_i - 180) / 100$
$ME_i > 40$ mm	REFUS

G. 1.5.2.3. POSITION DES ARMATURES

En cas de non-respect des tolérances imposées, la section correspondant à la carotte concernée est refusée.

G. 1.5.2.4. RÉSISTANCE À LA COMPRESSION

G. 1.5.2.4.1. RESISTANCE INDIVIDUELLE

Lorsque dans une fraction de lot (ou section), la résistance individuelle R'_{bi} d'une carotte est inférieure à la résistance individuelle minimum $R'_{bi,min}$ fixée au G. 1.3.1.3, la fraction de lot correspondante peut être acceptée moyennant application d'une réfaction calculée comme suit:

$0 < MR_i \leq 15\%$	$R_{Ri} = p\ S' (2\ MR_i) / 100$
$15 < MR_i \leq 25\%$	$R_{Ri} = p\ S' (7\ MR_i - 75) / 100$
$MR_i > 25\%$	REFUS

où MR_i = le manque de résistance et vaut $MR_i = \frac{R'_{b,min} - R'_{bi}}{R'_{b,min}} \times 100$ (%)

R_{Ri} = réfaction liée à la résistance individuelle à la compression simple (€)
p = prix unitaire du revêtement (€/m²)
S' = surface de la fraction de lot correspondant (m²)

G. 1.5.2.5. ABSORPTION D'EAU ET RESISTANCE AU GEL

G. 1.5.2.5.1. ABSORPTION D'EAU INDIVIDUELLE

Lorsque dans un lot, l'absorption d'eau individuelle w_{ai} d'une carotte est supérieure à la valeur maximum $w_{ai,max}$ fixée au G. 1.3.1.4, la fraction de lot correspondante peut être acceptée moyennant application d'une réfaction calculée comme suit:

$$R_{Wai} = p.S'.\left(\frac{w_{ai} - w_{ai,max}}{0,5}\right)^2$$

où R_{Wai} = réfaction liée à l'absorption d'eau individuelle (€)
p = prix unitaire du revêtement (€/m²).
S' = surface de la fraction de lot correspondant (m²).

Si $w_{ai} > w_{ai,max} + 0,5$, la fraction de lot correspondant à la carotte est refusée.

G. 1.5.2.5.2. ABSORPTION D'EAU MOYENNE

Lorsque l'absorption d'eau moyenne w_{am} d'un lot est supérieure à la valeur maximum $w_{am,max}$ fixée au G. 1.3.1.4, le lot peut être accepté moyennant application d'une réfaction calculée comme suit:

$$R_{Wam} = p.S.\left(\frac{w_{am} - w_{am,max}}{0,5}\right)^2$$

où R_{Wam} = réfaction liée à l'absorption d'eau moyenne (€)

Si $w_{am} > w_{am,max} + 0,5$, le lot est refusé.

G. 1.5.2.5.3. RESISTANCE AU GEL

Au cas où les essais de résistance au gel sont satisfaisants, le béton est accepté et les réfactions relatives à l'absorption d'eau ne sont pas appliquées
Dans le cas contraire, les réfactions relatives à l'absorption d'eau sont d'application.

G. 1.5.2.6. PLANEITE DE SURFACE A L'APL

Tout bloc de dépouillement présentant un CP supérieur aux spécifications du G. 1.3.2.1.2 est refusé. La planéité de surface du revêtement relatif au bloc de dépouillement litigieux est rétablie par et aux frais de l'entrepreneur selon une méthode proposée par lui et agréée par le fonctionnaire dirigeant.
Toutefois, en cas de dépassement ne mettant pas en danger la sécurité de l'usager ou la durabilité de l'ouvrage, le fonctionnaire dirigeant peut accepter les travaux moyennant application d'une réfaction calculée comme suit:

$CP_{2,5\ m}$

$35 < CP_{2,5\ m} \leq 50$	$R_{V1} = 0,25\ .p.S.\left(\frac{CP_{2,5\ m} - 35}{15}\right)^2$

$CP_{10\,m}$

$70 < CP_{10m} \leq 105$	$R_{V2} = 0{,}25\,.\,p.\,S.\left(\frac{CP_{10\,m} - 70}{35}\right)^2$

$CP_{40\,m}$

$140 < CP_{40m} \leq 220$	$R_{V3} = 0{,}25\,.\,p.\,S.\left(\frac{CP_{40\,m} - 140}{80}\right)^2$

- p est le prix unitaire de la couche de roulement (€/m²).
- S est la surface du bloc de dépouillement concerné (S = largeur x 100).

Si les $CP_{2,5\,m}$ et les $CP_{10\,m}$ sont donnés par blocs de 25 m, la surface S (en m²) à prendre en considération est: S = largeur x 25.

Dans le cas où l'on réalise un essai à 21,6 km/h en plus de l'essai à 72 ou à 54 km/h, seul le résultat le plus défavorable par section est pris en compte pour le refus ou le calcul des réfactions.

G. 1.5.2.7. COEFFICIENT DE FROTTEMENT TRANSVERSAL (SFCS) ET LONGITUDINAL (LFCG)

Toute section hectométrique (ou décamétrique) ne présentant pas, durant n(1) années, un SFCS et/ou un LFCG supérieur aux valeurs fixées au G. 1.3.2.3.2 est refusée.
La rugosité minimum requise devra être restaurée par et aux frais de l'entrepreneur, suivant une méthode proposée par lui et agréée par le fonctionnaire dirigeant.

(1) n est le nombre d'années de garantie prévu aux documents du marché.

G. 1.5.2.8. TEXTURE DE SURFACE

En cas de texture de surface non conforme aux prescriptions, celle-ci est restaurée par et aux frais de l'entrepreneur, suivant une méthode proposée par lui et agréée par le fonctionnaire dirigeant.

G. 1.5.2.9. COULEUR DU BETON

Toute section ne correspondant pas durant toute la période de garantie à l'une des teintes spécifiées aux documents du marché est refusée.
En cas de couleur non conforme aux prescriptions, la teinte prescrite est rétablie par et aux frais de l'entrepreneur, suivant une méthode proposée par lui et agréée par le fonctionnaire dirigeant.

G. 1.5.2.10. FISSURES ET DEGRADATIONS AUX JOINTS - REVETEMENTS DISCONTINUS

Les dégradations aux joints figurant au relevé contradictoire sont réparées.

Les dalles qui présentent soit une fissure de plus de 1 m de longueur joignant 2 bords quelconques de la dalle, soit un ensemble de fissures d'une longueur de plus de 5 m (les fissures de moins de 25 cm de longueur d'un seul tenant n'étant pas prises en considération) sont refusées et remplacées.

Pour toute dalle présentant des fissures autres que celles décrites ci-avant, le fonctionnaire dirigeant se réserve le droit d'accepter la dalle moyennant une réparation des fissures conformément au M. 2.5 et éventuellement une prolongation du délai de garantie.

G. 1.5.3. CUMUL DES REFACTIONS

Toutes les réfactions portant sur des critères différents sont appliquées cumulativement.

Pour un critère donné, seule la réfaction la plus pénalisante, entre la somme des réfactions individuelles et la réfaction moyenne, est appliquée.

La réfaction globale est limitée à la valeur du lot (p x S) pour les caractéristiques moyennes et à la valeur de la fraction du lot (p x S') pour les caractéristiques individuelles.

G. 2. REVETEMENTS BITUMINEUX

G. 2.1. DESCRIPTION

Les revêtements bitumineux sont obtenus par la mise en œuvre et le compactage d'enrobés bitumineux. Ces derniers sont fabriqués par mélange à chaud de gravillons, sable, filler, liant bitumineux ou synthétique et additifs éventuels.
La pente transversale des chaussées et zones d'immobilisation est de 2,5 % minimum ou à préciser aux documents du marché.

Les réparations localisées au moyen d'enrobés bitumineux sont effectuées selon les dispositions du chapitre M. 3.6. et payée selon les postes correspondants du chapitre M. Les réparations localisées ont une superficie individuelle inférieure à 150 m² ou une largeur de pose inférieure à 2 m.

Les prescriptions du chapitre M. 3.6.3. sont d'application pour toute pose d'enrobé d'une largeur inférieure à 2m.

G. 2.2. CLAUSES TECHNIQUES

G. 2.2.1. MATERIAUX

Les matériaux répondent aux prescriptions du chapitre C les concernant:

- sable: C. 3.4.6
  La teneur en sable de concassage à 50 % dans les enrobés à squelette sableux et égale à 100 % dans les enrobés à squelette pierreux.
  Pour les mélanges de sable de concassage et de sable naturel, la granularité de la fraction comprise entre 0,063 et 2 mm répond aux prescriptions suivantes:

Dimensions de tamis, en mm	Pourcentage en masse de passant
2	100
1	55 - 100
0,5	30 - 90
0,25	5 - 60
0,125	0 - 25
0,063	0

- gravillons: C. 4.4.5 - C. 4.4.6
- agrégats d'enrobés bitumineux: C. 5.3.2
- chaux: C. 9
- filler: C. 11.1
  Dans les couches de roulement en BBTM et en PA avec bitume routier, le filler est remplacé en partie par de la chaux hydratée de façon à obtenir une teneur en chaux par rapport à la masse de l'ensemble des granulats comprise entre 1,0 et 1,5 % (sauf s'il est fait usage d'un filler calcaire).

- liant: C. 12.1. Bitume routier.
  L'emploi d'un bitume routier n'est autorisé que sur les routes du réseau II_b et du réseau III, et ce quel que soit le type d'enrobé.
  Les bitumes routiers avec additif(s) sont toutefois autorisés sur les routes du réseau I et du réseau IIa dans les enrobés pour couches de liaison et de reprofilage.
  Les bitumes routiers sont également autorisés dans les RUMG sur les routes du réseau I.
  Le bitume routier est autorisé pour les couches d'enrobés posées en dessous d'un revêtement en béton de ciment (couche sandwich – AC-14inter-x).
  C. 12.3. Bitume polymère(s) neuf(s)
  C. 12.11. Bitume dur
  C. 12.20. Liants synthétiques clairs
- additif pour liant: C. 12.12.
- couches de collage: C. 12.8. Emulsions cationiques de bitume(s)
- inhibiteur d'écoulement: C. 15.
- produit de scellement coulé à chaud: C. 21.1.
- bande bitumineuse préformée pour joint: C. 21.3.

G. 2.2.2. DENOMINATIONS ET COMPOSITIONS TYPES

- Les graves 0/4 ne sont admises que dans les enrobés à squelette sableux.
- La teneur en liant est la masse du liant par rapport à la masse de l'ensemble du mélange.
- Si la masse volumique réelle d'un des composants s'écarte des valeurs
  - 2,65 à 2,75 Mg/m³ pour les granulats (gravillons, sable, filler)
  - 1,00 à 1,06 Mg/m³ pour les bitumes

  les compositions sont corrigées de manière à maintenir le même rapport volumique.
  Par ailleurs, lorsque la masse volumique réelle du mélange de granulats (gravillons, sables et fillers) s'écarte de 2,65 Mg/m³, la teneur minimum en liant doit être corrigée en la multipliant par le facteur $\alpha = \frac{2{,}65}{\rho_d}$ où ρ_d est la masse volumique réelle du mélange de granulats en Mg/m³.
- Lorsqu'il y a lieu d'améliorer l'adhésivité liant-granulats, il est fait usage d'un filler du type additivé (Ka_{20}, Ka_{10} ou $Ka_{Déclaré}$) suivant appréciation du fabricant.

G. 2.2.2.1. ENROBES A SQUELETTE SABLEUX (AC)

Les enrobés à squelette sableux sont conformes à la NBN EN 13108-1.

G. 2.2.2.1.1. COUCHES DE LIAISON ET DE REPROFILAGE

Caractéristique	Type			
	AC-20base3-x	**AC-14base3-x**	**AC-10base3-x**	**AC-6,3base3-x**
Granularité	0/20	0/14	0/10	0/6,3
Enveloppe de granularité	(1)			
Type de liant	x (2)			
Teneur minimum en liant (%)	4,2	4,4	4,4	4,6
Epaisseur nominale (mm)	60 ou 70 ou 80	~~40 ou~~ 50 ou 60	40	30
Epaisseur de reprofilage (mm)	60 à 80	40 à 60	30 à 50	20 à 40

(1) Enveloppe de granularité
La granularité de la formule des enrobés à squelette sableux pour couches de liaison et de reprofilage se situe dans les fourchettes figurant au tableau ci-dessous:

Tamis (mm)	Passant au tamis - % en masse			
	AC-20base3-x	AC-14base3-x	AC-10base3-x	AC-6,3base3-x
31,5	100	-	-	-

20	90 - 100	100	-	-
14	-	90 - 100	100	-
10	-	-	90 - 100	100
6,3	50 - 80	50 - 80	60 - 90	90 - 100
4	-	-	-	50 - 80
2	40 - 45	40 - 45	40 - 45	40 - 45
0,25	10 - 25	10 - 25	10 - 25	10 - 25
0,063	5,0 - 7,5	5,0 - 7,5	5,0 - 7,5	5,0 - 7,5

(2) La valeur de x définit le type de liant utilisé.
Celui-ci est fixé par les documents du marché de façon à satisfaire aux critères performantiels, et notamment aux prescriptions relatives à l'essai au simulateur de trafic (G. 2.2.3.1.3)
x = 1 désigne un bitume routier 35/50 ou 50/70 conforme aux prescriptions du C. 12.1
x = 2 désigne un bitume polymère (élastomère) conforme aux prescriptions du C. 12.3
x = 8 désigne un bitume dur 10/20 ou 15/25 conforme aux prescriptions du C. 12.11
x = 9 désigne un bitume routier 35/50, 50/70 ou 70/100 additionné d'asphalte naturel (conforme aux prescriptions du C. 12.12.2)
x = 11 désigne un liant avec additif(s)

G. 2.2.2.1.2. COUCHES DE ROULEMENT

Caractéristique	**Type**				
	AC-14surf1-x	**AC-10surf4-x** (3)	**AC-6,3surf4-x** (3)	**AC-6,3surf8-x** (4)	**AC-4surf8-x** (4)
Granularité	0/14	0/10	0/6,3	0/6,3	0/4
Enveloppe de granularité	(1)				
Type de liant	x (2)				
Teneur minimum en liant (%)	5,4	5,6	5,6	5,6	5,6
Epaisseur nominale (mm)	50	40	35	25	20
Epaisseur variable (mm)	40 à 60	30 à 50	30 à 40	-	-

(1) Enveloppe de granularité
La granularité de la formule des enrobés à squelette sableux pour couches de roulement se situe dans les fourchettes figurant au tableau ci-dessous:

Tamis (mm)	Passant au tamis - % en masse				
	AC-14surf1-x	AC-10surf4-x	AC-6,3surf4-x	AC-6,3surf8-x	AC-4surf8-x
20	100	-	-	-	-
14	90 - 100	100	-	-	-
10	-	90 - 100	100	100	-
6,3	55 - 85	65 - 95	90 - 100	90 - 100	100
4	-	-	45 - 75	45 - 75	90 – 100
2	42 - 47	40 - 45	40 - 45	33 - 40	50 – 60
0,25	15 - 30	15 - 30	15 - 30	10 - 25	20 – 35
0,063	6,0 - 8,5	6,0 - 8,5	6,0 - 8,5	2,5 - 6,5	5,0 - 7,5

(2) La valeur de x définit le type de liant utilisé.
Celui-ci est fixé par les documents du marché de façon à satisfaire aux critères performantiels, et notamment aux prescriptions relatives à l'essai au simulateur de trafic (G. 2.2.3.1.3)
x = 1 désigne un bitume routier 35/50 ou 50/70 conforme aux prescriptions du C. 12.1
x = 2 désigne un bitume polymère (élastomère) conforme aux prescriptions du C. 12.3
x = 9 désigne un bitume routier 35/50, 50/70 ou 70/100 additionné d'asphalte naturel (conforme aux prescriptions du C. 12.12.2)
x = 10 désigne un liant synthétique clair conforme aux prescriptions du C. 12.20
x = 11 désigne un liant avec additif(s)

(3) Les revêtements de types AC-10surf4-x et AC-6,3surf4-x sont autorisés uniquement sur les réseaux II et III.

(4) Les revêtements de types AC-6,3surf8-x et AC-4surf8-x sont autorisés uniquement en réseau III.
L'utilisation d'un bitume 70/100 dans ces enrobés est également autorisée.

G. 2.2.2.1.3. COUCHE POSEE EN DESSOUS D'UN REVETEMENT EN BETON DE CIMENT (COUCHE SANDWICH)

Caractéristique	**Type**
	AC-14inter3-x
Granularité	0/14
Enveloppe de granularité	(1)
Type de liant	x (2)
Teneur minimum en liant (%)	4,8
Epaisseur nominale (mm)	50 ou 60

(1) Enveloppe de granularité
La granularité de la formule des enrobés à squelette sableux pour pose en dessous d'un revêtement en béton de ciment se situe dans les fourchettes figurant au tableau ci-dessous:

Tamis (mm)	Passant au tamis - % en masse
	AC-14inter3-x
31,5	-
20	100
14	90 - 100
10	-
6,3	50 - 80
4	-
2	40 - 45
0,25	10 - 25
0,063	5,5 – 8

(2) La valeur de x définit le type de liant utilisé.
Celui-ci est fixé par les documents du marché de façon à satisfaire aux critères performantiels
x = 1 désigne un bitume routier 50/70 conforme aux prescriptions du C. 12.1.

G. 2.2.2.1.4. UTILISATION D'AGREGATS D'ENROBES BITUMINEUX (AEB)

Les enrobés AC-20base3-x, AC-14base3-x, AC-10base3-x, AC-6,3base3-x, AC-14inter3-x et EME peuvent contenir des agrégats d'enrobés bitumineux.
Les agrégats d'enrobés bitumineux sont conformes aux prescriptions du C. 5.3.2.
Le taux de recyclage est choisi de façon à ce que la proportion de liant provenant de l'AEB ne dépasse pas les valeurs suivantes:

	Recyclage à froid	Recyclage à chaud
	Tous réseaux	Tous réseaux
Enrobés à squelette sableux pour couches de liaison et de reprofilage	≤ 10	≤ 20 ≤ 50 (1)

(1) Dans le cas d'utilisation d'AEB homogènes suivant les prescriptions et les fréquences du C. 5.3.2, la proportion maximale de liant provenant de l'AEB, en cas de recyclage à chaud, peut être portée à 50 % si les conditions suivantes sont respectées:

Cas A - Dans le cas d'incorporation d'un AEB déjà stocké et identifié sur le site de production:

1. 15 jours avant le début du chantier, transmettre une fiche d'identification du tas de AEB qui va être utilisé; cette fiche comprend l'identification du tas, les caractéristiques (granularité, teneur en liant et pénétration du liant récupéré), ainsi que les résultats statistiques de ces essais. Ce délai de 15 jours est défini pour permettre au pouvoir adjudicateur de venir prélever s'il le souhaite et ainsi vérifier les valeurs annoncées par le producteur. De plus, la déclaration du tas permet également au pouvoir adjudicateur de venir vérifier lors de la production que le tas utilisé est bien le tas déclaré
2. s'assurer que la centrale d'enrobage est équipée d'un tambour parallèle ou ligne de recyclage équivalente.

Cas B - Dans le cas d'incorporation d'un AEB issu du chantier concerné:

1. l'entrepreneur introduit le même dossier que dans le cas de stock existant, mais au départ de mesures faites sur carottes prélevées (à charge de l'entrepreneur) avec l'accord du fonctionnaire dirigeant.
2. s'assurer que la centrale d'enrobage est équipée d'un tambour parallèle ou ligne de recyclage équivalente.

G. 2.2.2.2. ENROBES A SQUELETTE PIERREUX

G. 2.2.2.2.1. BETON BITUMINEUX GRENU A FORTE TENEUR EN MASTIC (SMA)

Les bétons bitumineux grenus à forte teneur en mastic (SMA) sont conformes à la NBN EN 13108-5.
L'utilisation d'agrégats d'enrobés bitumineux est interdite.

Caractéristique	**Type**		
	SMA-14-x	**SMA-10-x**	**SMA-6,3-x**
Granularité	0/14	0/10	0/6,3
Enveloppe de granularité	(1)		
Type de liant	x (2)		
Teneur minimum en liant (%)	~~6,2~~ 6,0	6,2	6,2
Inhibiteur d'écoulement (%) (3)	0 à 0,3	0 à 0,3	0 à 0,3
Epaisseur nominale (mm)	50	40	30

(d'application à partir du 01/01/2022)

(1) Enveloppe de granularité
La granularité de la formule des bétons bitumineux grenus à forte teneur en mastic (SMA) se situe dans les fourchettes figurant au tableau ci-dessous:

Tamis (mm)	Passant au tamis - % en masse		
	SMA-14-x	SMA-10-x	SMA-6,3-x
20	100	-	-
14	90 - 100	100	-
10	-	90 - 100	100
6,3	30 - 50	35 - 55	90 - 100
4	22 - 34	25 - 40	28 - 50
2	21 - 26	24 - 29	27 - 32
1	14 - 24	16 - 26	18 - 28
0,063	8,5 - 11,0	7,5 - 10,0	7,0 - 10,0

(2) La valeur de x définit le type de liant utilisé. Celui-ci est fixé par les documents du marché de façon à satisfaire aux critères performantiels, et notamment aux prescriptions relatives à l'essai au simulateur de trafic (G. 2.2.3.1.3).
x = 1 désigne un bitume routier 35/50 ou 50/70 conforme aux prescriptions du C. 12.1.
x = 2 désigne un bitume polymère (élastomère) conforme aux prescriptions du C. 12.3.

x = 9 désigne au bitume routier 50/70 additionné d'asphalte naturel (conforme aux prescriptions du C. 12.12.2)
x = 10 désigne un liant synthétique clair conforme aux prescriptions du C. 12.20
x = 11 désigne un liant avec additif(s)

(3) L'ajout d'un inhibiteur d'écoulement est laissé à l'appréciation de l'entrepreneur sur base de l'essai d'égouttage du liant (G. 2.2.3.2.2). Le pourcentage maximum de liant égoutté est de 0,3 % (catégorie D0,3).

G. 2.2.2.2.2. ENROBES DRAINANTS (PA)

Les enrobés drainants sont conformes à la NBN EN 13108-7.
L'utilisation d'agrégats d'enrobés bitumineux est interdite.

Caractéristique	**Type**	
	PA-14-x	**PA-10-x**
Granularité	0/14	0/10
Enveloppe de granularité	(1)	
Type de liant	x (2)	
Teneur minimum en liant (%)	4,0	4,0
Inhibiteur d'écoulement (%) (3)	0 à 0,5	0 à 0,4
Epaisseur nominale (mm)	40	30

(1) Enveloppe de granularité
La granularité de la formule des enrobés drainants se situe dans les fourchettes figurant au tableau ci-dessous:

Tamis (mm)	Passant au tamis - % en masse	
	PA-14-x	PA-10-x
20	100	-
14	90 - 100	100
10	40 - 60	90 - 100
6,3	15 - 30	15 - 35
2	14 - 20	12 - 18
0,063	4,0 - 6,0	4,0 - 6,0

(2) La valeur de x définit le type de liant utilisé.
Celui-ci est fixé par les documents du marché de façon à satisfaire aux critères performantiels, et notamment à l'essai de perte de masse (G. 2.2.3.2.3).
x = 2 désigne un bitume polymère (élastomère) conforme aux prescriptions du C. 12.3

(3) L'ajout d'un inhibiteur d'écoulement est laissé à l'appréciation de l'entrepreneur sur base de l'essai d'égouttage du liant (G. 2.2.3.2.2). Le pourcentage maximum de liant égoutté doit être de 0 % (catégorie D0).

G. 2.2.2.2.3. BETONS BITUMINEUX TRES MINCES (BBTM)

Les bétons bitumineux très minces sont conformes à la NBN EN 13108-2.
L'utilisation d'agrégats d'enrobés bitumineux est interdite.

Caractéristique	Type (1)			
	BBTM10C1	**BBTM10D2**	**BBTM6A1**	**BBTM6B2**
Granularité	0/10	0/10	0/6,3	0/6,3
Enveloppe de granularité	(2)			
Type de liant (3)	35/50, 50/70 ou 70/100	Bitume polymère	35/50, 50/70 ou 70/100	Bitume polymère
Teneur minimum en liant (%)	6,0	5,2	6,0	5,4
Inhibiteur d'écoulement (4)	0 à 0,3	0 à 0,3	0 à 0,3	0 à 0,3
Epaisseur nominale (mm)	30 ou 35	30 ou 35	25 ou 30	25 ou 30

(1) Le type d'enrobé est fixé par les documents du marché de façon à satisfaire aux essais performantiels et notamment aux prescriptions relatives à l'essai au simulateur de trafic (G. 2.2.3.1.3).

(2) Enveloppe de granularité.
La granularité de la formule des bétons bitumineux très minces se situe dans les fourchettes figurant au tableau ci-dessous:

Tamis (mm)	Passant au tamis - % en masse			
	BBTM10C1	**BBTM10D2**	**BBTM6A1**	**BBTM6B2**
14	100	100	-	-
10	90 - 100	90 - 100	100	100
6,3	35 - 55	30 - 50	90 - 100	90 - 100
4	-	-	35 - 50	30 - 45
2	25 - 35	27 - 33	25 - 35	15 - 25
0,5	14 - 22	14 - 22	14 - 22	8 - 15
0,063	9,0 - 11,0	4,5 - 6,5	9,0 - 11,0	4,0 - 6,0

(3) Type de liant.
- 1 (càd en dernier caractère de la caractéristique) désigne un bitume routier 35/50, 50/70 ou 70/100 (réseau III) conforme aux prescriptions du C. 12.1.
- 2 (càd en dernier caractère de la caractéristique) désigne un bitume polymère (élastomère) conforme aux prescriptions du C. 12.3.

Un liant synthétique clair conforme aux prescriptions du C. 12.20 est utilisé à la place des bitumes 1 et 2 pour les enrobés colorés.

(4) L'ajout d'un inhibiteur d'écoulement est laissé à l'appréciation de l'entrepreneur sur base de l'essai d'égouttage du liant (G. 2.2.3.2.2).

G. 2.2.2.2.4. REVETEMENTS ULTRA MINCES GRENUS (RUMG)

L'utilisation d'agrégats d'enrobés bitumineux est interdite.

Caractéristique	Type	
	RUMG-10-1	**RUMG-6,3-1**
Granularité	0/10	0/6,3
Enveloppe de granularité	(1)	
Type de liant (2)	1 (2)	
Teneur minimum en liant (%)	5,0	5,0
Epaisseur nominale (mm) (3)	15	15

(1) Enveloppe de granularité
La granularité de la formule des revêtements ultra-minces grenus se situe dans les fourchettes figurant au tableau ci-dessous:

Tamis (mm)	Passant au tamis - % en masse	
	RUMG-10-1	**RUMG-6,3-1**
14	100	-
10	90 - 100	100
6,3	27 - 42	90 - 100
4	-	27 - 40
2	23 - 29	23 - 29
0,5	12 - 18	12 - 18
0,063	4,0 - 6,0	4,0 - 6,0

(2) Type de liant
1 désigne un bitume routier 50/70 (réseaux I et II) ou 70/100 (réseau III) conforme aux prescriptions du C. 12.1.

(3) A titre indicatif.

G. 2.2.2.3. ENROBÉS À MODULE ELEVE (EME)

Caractéristique	Type
	EME-14base-x
Granularité	0/14
Enveloppe de granularité	(1)
Type de liant	x (2)
Teneur minimum en liant (%)	5,2
Épaisseur nominale (mm)	70, 80, 90, 100 ou 110

(1) Enveloppe de granularité
La granularité de la formule des enrobés à module élevé se situe dans les fourchettes figurant au tableau ci-dessous:

Tamis (mm)	Passant au tamis - % en masse
	EME-14base-x
31,5	-
20	100
14	90 - 100
10	-
6,3	40 - 75
4	-
2	25 - 50
0,25	10 - 25
0,063	5,0 - 9,0

(2) la valeur de x définit le type de liant utilisé.
Celui-ci est fixé par les documents du marché de façon à satisfaire aux critères performantiels, et notamment aux prescriptions relatives à l'essai au simulateur de trafic (G. 2.2.3.1.3).
x = 8 désigne un bitume dur 10/20 ou 15/25 conforme aux prescriptions du C. 12.11.

G. 2.2.3. SPECIFICATIONS DES MELANGES BITUMINEUX

G. 2.2.3.1. EXIGENCES GENERALES

Le pourcentage de vides est mesuré sur des éprouvettes fabriquées au moyen du compacteur à impact et répond aux exigences des tableaux G. 2.2.3.1.1.a. et G. 2.2.3.1.2.a. Dans le cas d'absence d'exigences au compacteur à impact, le pourcentage de vides est mesuré sur des éprouvettes fabriquées au moyen de la presse à cisaillement giratoire et répond aux exigences des tableaux G. 2.2.3.1.1.b. et G. 2.2.3.1.2.b.

Même dans le cas d'exigences fixées sur des éprouvettes fabriquées au moyen du compacteur à impact, une étude au moyen de la presse à cisaillement giratoire est réalisée à titre informatif.

G. 2.2.3.1.1. POURCENTAGE DE VIDES MINIMUM DE L'ENROBE

Exigences sur les éprouvettes fabriquées au moyen du compacteur à impact:

Type	Réseau					
	I		II		III	
	Prescription	Catégorie	Prescription	Catégorie	Prescription	Catégorie
AC-20base3-x	3,0	V_{min3}	2,5	$V_{min2,5}$	2,5	$V_{min2,5}$
AC-14base3-x	3,0	V_{min3}	2,5	$V_{min2,5}$	2,5	$V_{min2,5}$
AC-10base3-x	3,0	V_{min3}	2,5	$V_{min2,5}$	2,5	$V_{min2,5}$
AC-6,3base3-x	3,0	V_{min3}	2,5	$V_{min2,5}$	2,5	$V_{min2,5}$
AC-14surf1-x	2,5	$V_{min2,5}$	2,0	V_{min2}	2,0	V_{min2}
AC-10surf4-x	-	-	2,0	V_{min2}	2,0	V_{min2}
AC-6,3surf4-x	-	-	2,0	V_{min2}	2,0	V_{min2}
AC-6,3surf8-x	-	-	-	-	2,0	V_{min2}
AC-4surf8-x	-	-	-	-	2,0	V_{min2}
AC-14inter3-x	2,5	$V_{min2,5}$	2,5	$V_{min2,5}$	2,5	$V_{min2,5}$
SMA	3,5	$V_{min3,5}$	3,5	$V_{min3,5}$	3,5	$V_{min3,5}$
PA	20,0	V_{min20}	-	-	-	-
BBTM	-	-	-	-	-	-
RUMG	-	-	-	-	-	-

Tableau G. 2.2.3.1.1.a.

Exigences sur les éprouvettes fabriquées au moyen de la presse à compactage giratoire (1)

Type	Réseau					
	I		II		III	
	Prescription	Catégorie	Prescription	Catégorie	Prescription	Catégorie
BBTM	10,0	$V_{g10\ à\ 17}$	10,0	$V_{g10\ à\ 17}$	10,0	$V_{g10\ à\ 17}$
RUMG	-	-	-	-	-	-
EME-14base-x	3,0	-	3,0	-	-	-

Tableau G. 2.2.3.1.1.b.

A titre indicatif (1):

Type	Réseau					
	I		II		III	
	Prescription	Catégorie	Prescription	Catégorie	Prescription	Catégorie
AC-20base3-x	3,5 (2)	$V_{min3,5}$	2,5	$V_{min2,5}$	2,5	$V_{min2,5}$
AC-14base3-x	4,5 (3)	$V_{min4,5}$	3,5	$V_{min3,5}$	3,5	$V_{min3,5}$
AC-10base3-x	5,0 (3)	V_{min5}	3,5	$V_{min3,5}$	3,5	$V_{min3,5}$
AC-6,3base3-x	5,0 (3)	V_{min5}	3,5	$V_{min3,5}$	3,5	$V_{min3,5}$
AC-14surf1-x	4,0	V_{min4}	4,0	V_{min4}	4,0	V_{min4}
AC-10surf4-x	-	-	3,0	V_{min3}	3,0	V_{min3}
AC-6,3surf4-x	-	-	3,0	V_{min3}	3,0	V_{min3}
AC-6,3surf8-x	-	-	-	-	5,0	V_{min5}
AC-4surf8-x	-	-	-	-	5,0	V_{min5}
AC-14inter3-x	3,5	$V_{min3,5}$	3,5	$V_{min3,5}$	3,5	$V_{min3,5}$
SMA	5,0	V_{min5}	5,0	V_{min5}	5,0	V_{min5}
PA	20,0	V_{min20}	-	-	-	-

Tableau G. 2.2.3.1.1.c.

(1) La courbe des vides est déterminée de 0 à 200 girations.
(2) Pour le réseau I avec T < 2000 ou lorsqu'il est fait usage d'un bitume dur (x=8), la prescription est de 2,5 et la catégorie est $V_{min2,5}$.
(3) Pour le réseau I avec T < 2000, la prescription est de 3,5 et la catégorie est $V_{min3,5}$.

Les prescriptions sont satisfaites à 25 girations pour les BBTM, à 60 girations pour les enrobés à squelette sableux, à 100 girations pour les PA et les EME et à 120 girations pour les SMA.

G. 2.2.3.1.2. POURCENTAGE DE VIDES MAXIMUM DE L'ENROBE

Exigences sur les éprouvettes fabriquées au moyen du compacteur à impact:

Type	Réseau					
	I		II		III	
	Prescription	Catégorie	Prescription	Catégorie	Prescription	Catégorie
AC-20base3-x	5,5	$V_{max5,5}$	6,0	V_{max6}	6,0	V_{max6}
AC-14base3-x	5,5	$V_{max5,5}$	6,0	V_{max6}	6,0	V_{max6}
AC-10base3-x	5,5	$V_{max5,5}$	6,0	V_{max6}	6,0	V_{max6}
AC-6,3base3-x	5,5	$V_{max5,5}$	6,0	V_{max6}	6,0	V_{max6}
AC-14surf1-x	5,0	V_{max5}	5,0	V_{max5}	5,0	V_{max5}
AC-10surf4-x	-	-	5,0	V_{max5}	5,0	V_{max5}
AC-6,3surf4-x	-	-	5,0	V_{max5}	5,0	V_{max5}
AC-6,3surf8-x	-	-	-	-	5,0	V_{max5}
AC-4surf8-x	-	-	-	-	5,0	V_{max5}
AC-14inter3-x	5,5	$V_{max5,5}$	5,5	$V_{max5,5}$	5,5	$V_{max5,5}$
SMA	7,0	V_{max7}	7,0	V_{max7}	7,0	V_{max7}
PA	26,0	V_{max26}	-	-	-	-
BBTM	-	-	-	-	-	-
RUMG	-	-	-	-	-	-

Tableau G. 2.2.3.1.2.a.

Exigences sur les éprouvettes fabriquées au moyen de la presse à compactage giratoire: (1)

Type	Réseau					
	I		II		III	
	Prescription	**Catégorie**	**Prescription**	**Catégorie**	**Prescription**	**Catégorie**
BBTM	17,0	$V_{g10à17}$	17,0	$V_{g10à17}$	17,0	$V_{g10à17}$
RUMG	-	-	-	-	-	-
EME-14base-x	8,0	-	8,0	-	-	-

Tableau G. 2.2.3.1.2.b.

A titre indicatif (1):

Type	Réseau					
	I		II		III	
	Prescription	**Catégorie**	**Prescription**	**Catégorie**	**Prescription**	**Catégorie**
AC-20base3-x	9,0	V_{max9}	9,0	V_{max9}	9,0	V_{max9}
AC-14base3-x	10,0	V_{max10}	10,0	V_{max10}	10,0	V_{max10}
AC-10base3-x	10,0	V_{max10}	10,0	V_{max10}	10,0	V_{max10}
AC-6,3base3-x	10,0	V_{max10}	10,0	V_{max10}	10,0	V_{max10}
AC-14surf1-x	9,0	V_{max9}	9,0	V_{max9}	9,0	V_{max9}
AC-10surf4-x	-	-	8,0	V_{max8}	8,0	V_{max8}
AC-6,3surf4-x	-	-	8,0	V_{max8}	8,0	V_{max8}
AC-6,3surf8-x	-	-	-	-	10,0	V_{max10}
AC-4surf8-x	-	-	-	-	10,0	V_{max10}
AC-14inter3-x	10,0	V_{max10}	10,0	V_{max10}	10,0	V_{max10}
SMA	10,0	V_{max10}	10,0	V_{max10}	10,0	V_{max10}
PA	26,0	V_{max26}	-	-	-	-

Tableau G. 2.2.3.1.2.c.

(1) La courbe des vides est déterminée de 0 à 200 girations.
Les prescriptions sont satisfaites à 25 girations pour les BBTM, à 60 girations pour les enrobés à squelette sableux, à 100 girations pour les PA et les EME et à 120 girations pour les SMA.

G. 2.2.3.1.3. RESISTANCE AUX DEFORMATIONS PERMANENTES

Type	Epaisseur éprouvette (mm)	Profondeur maximale d'ornière P (%)							
		Réseau I T > 6000		Réseau I 2000 ≤ T ≤ 6000		Réseaux I et II T < 2000		Réseau III	
		Prescription	Catégorie	Prescription	Catégorie	Prescription	Catégorie	Prescription	Catégorie
AC-20 base3-x	50	5,0	P_5	7,5	$P_{7,5}$	10,0	P_{10}	NR (1)	P_{NR}
AC-14 base3-x	50	5,0	P_5	7,5	$P_{7,5}$	10,0	P_{10}	NR	P_{NR}
AC-10 base3-x	50	5,0	P_5	7,5	$P_{7,5}$	10,0	P_{10}	NR	P_{NR}
AC-6,3 base3-x	50	5,0	P_5	7,5	$P_{7,5}$	10,0	P_{10}	NR	P_{NR}
AC-14 surf1-x	50	5,0	P_5	7,5	$P_{7,5}$	10,0	P_{10}	NR	P_{NR}
AC-10 surf4-x	50	-	-	-	-	10,0	P_{10}	NR	P_{NR}
AC-6,3 surf4-x	50	-	-	-	-	10,0	P_{10}	NR	P_{NR}
AC-6,3 surf8-x	-	-	-	-	-	-	-	-	-
AC-4 surf8-x	-	-	-	-	-	-	-	-	-
AC-14inter3-x	-	-	-	-	-	-	-	-	-
SMA-14	50	5,0	P_5	7,5	$P_{7,5}$	10,0	P_{10}	NR	P_{NR}
SMA-10	50	5,0	P_5	7,5	$P_{7,5}$	10,0	P_{10}	NR	P_{NR}
SMA-6,3	50	5,0	P_5	7,5	$P_{7,5}$	10,0	P_{10}	NR	P_{NR}
PA	-	-	-	-	-	-	-	-	-
BBTM10	50	5,0	P_5	7,5	$P_{7,5}$	10,0	P_{10}	NR	P_{NR}
BBTM6,3	50	7,5	$P_{7,5}$	7,5	$P_{7,5}$	10,0	P_{10}	NR	P_{NR}
RUMG	-	-	-	-	-	-	-	-	-
EME-14 Base-x	50	5,0	P_5	5,0	P_5	5,0	P_5	NR	P_{NR}

(1) NR: No Requirement (aucune exigence fixée pour cette caractéristique)

G. 2.2.3.1.4. SENSIBILITE A L'EAU (ITSR)

Type	**Rapport minimal de résistance en traction indirecte (%)**	**Catégorie ITSR**
Enrobés à squelette sableux (AC) - couches de roulement - couches posées en dessous d'un revetement en beton de ciment - couches de liaison et de reprofilage	 80 75 70	 $ITSR_{80}$ $ITSR_{75}$ $ITSR_{70}$
SMA	80	$ITSR_{80}$
PA	70	$ITSR_{70}$
BBTM	75	$ITSR_{75}$
RUMG	70	$ITSR_{70}$
EME	70	$ITSR_{70}$

Les prescriptions sont satisfaites pour tous les mélanges à 25 girations ou au nombre de girations nécessaire pour atteindre V_{max} suivant G.2.2.3.1.2.b.

G. 2.2.3.2. EXIGENCES EMPIRIQUES

G. 2.2.3.2.1. VIDES REMPLIS PAR LE BITUME (VFB)

Pour les éprouvettes fabriquées au moyen du compacteur à impact.

Type	Réseau III			
	Minimum (%)		Maximum (%)	
	Prescription	Catégorie	Prescription	Catégorie
AC-20base3-x	65	VFB_{min65}	83	VFB_{max83}
AC-14base3-x	65	VFB_{min65}	83	VFB_{max83}
AC-10base3-x	65	VFB_{min65}	83	VFB_{max83}
AC-6,3base3-x	65	VFB_{min65}	83	VFB_{max83}
AC-14surf1-x	72	VFB_{min72}	86	VFB_{max86}
AC-10surf4-x	72	VFB_{min72}	86	VFB_{max86}
AC-6,3surf4-x	72	VFB_{min72}	86	VFB_{max86}
AC-6,3surf8-x	NR	VFB_{minNR}	NR	VFB_{maxNR}
AC-4surf8-x	NR	VFB_{minNR}	NR	VFB_{maxNR}
AC-14inter3-x	65	VFB_{min65}	83	VFB_{max83}
SMA	71	VFB_{min71}	83	VFB_{max83}
PA	-	-	-	-
BBTM	-	-	-	-
RUMG	-	-	-	-
EME-14base-x	-	-	-	-

G. 2.2.3.2.2. EGOUTTAGE DU LIANT (D)

Les enrobés drainants (PA), les SMA et les BBTM sont soumis à un essai d'écoulement. L'essai au panier est utilisé pour les PA sans fibres, tandis que l'essai Schellenberg est d'application pour les SMA, les BBTM et les PA avec fibres.
Le pourcentage d'écoulement est inférieur à 0,3 % pour les SMA et les BBTM (catégorie $D_{0,3}$) et égal à 0 % pour les PA (catégorie D_0).

G. 2.2.3.2.3. PERTE DE MASSE (PL)

Les enrobés drainant (PA) sont soumis à un essai de perte de masse.
La perte de masse est inférieure à 15 % (catégorie PL_{15}) pour les PA-14-2 et les PA-10-2.

G. 2.2.3.3. SYSTEME D'ATTESTATION DE CONFORMITE

Les enrobés bitumineux relèvent du système CE 2+.

G. 2.2.4. ETUDE PRELIMINAIRE

L'entrepreneur, sur base des renseignements communiqués par le fabricant, établit la composition de chaque type d'enrobé qu'il fournit et communique au fonctionnaire dirigeant les renseignements et vérifications suivants (cfr G. 2.2.5.2.):

G. 2.2.4.1. VERIFICATION DE LA FORMULATION ET NOTE JUSTIFICATIVE

En conformité avec le marquage CE, le fabricant détermine la composition théorique de chaque type d'enrobé qu'il met en œuvre sur base d'une étude réalisée suivant une méthode analytique pertinente ~~(telle que PRADOWIN ou autre méthode équivalente)~~.
(d'application à partir du 01/01/2022)

G. 2.2.4.1.1. VERIFICATION A LA TENEUR EN LIANT DE CONSIGNE

Sur base de la granularité des différents composants choisis suite à l'étude théorique du mélange, la granularité de l'enrobé bitumineux est déterminée par le fabricant. Les tamis à utiliser pour déterminer celle-ci sont fixés dans les paragraphes G. 2.2.2.1, G. 2.2.2.2 ou G. 2.2.2.3 suivant le type d'enrobé fabriqué.
En fonction de ces éléments et de son expérience, le fabricant choisit la teneur en liant de consigne du mélange.
La vérification à la teneur en liant de consigne est réalisée soit par le fabricant dans ses installations, soit dans un laboratoire accrédité ou reconnu par le pouvoir adjudicateur. Cette vérification comprend les essais suivants:

- Enrobés à squelette sableux (AC):
  - mélange des constituants et confection
    - au moyen du compacteur à impact, des éprouvettes nécessaires pour le contrôle du pourcentage de vides sur éprouvettes Marshall suivant CME 54.08. § 5.4.
    - au moyen de la presse à cisaillement giratoire,
      - des éprouvettes nécessaires pour la vérification de l'aptitude au compactage suivant CME 54.39
      - des éprouvettes nécessaires pour la détermination de la sensibilité à l'eau suivant CME 54.40
    - au moyen du compacteur de plaques, des plaques nécessaires pour la détermination de la résistance aux déformations permanentes suivant CME 54.18.

    Les mélanges sont préparés en laboratoire suivant NBN EN 12697-35+A1 avec les températures de référence détaillées dans le CME 54.08. § 5.4.

  - détermination
    - du pourcentage de vides suivant NBN EN 12697-8
    - de la masse volumique réelle suivant NBN EN 12697-5 (procédure A)
    - de la masse volumique apparente suivant NBN EN 12697-6 (mode opératoire B pour le compacteur à impact et mode opératoire D pour la presse à cisaillement giratoire)
    - de la sensibilité à l'eau suivant CME 54.40
    - détermination de la résistance aux déformations permanentes (si d'application) suivant CME 54.18
    - du pourcentage des vides remplis par le liant (si l'enrobé est destiné uniquement au réseau III) sur éprouvette compactée au compacteur à impact suivant NBN EN 12697-8.

- Bétons bitumineux grenus à forte teneur en mastic (SMA):
  - mélange des constituants et confection
    - de l'enrobé pour réalisation de l'essai d'écoulement suivant NBN EN 12697-35+A1 et NBN EN 12697-18
    - au moyen du compacteur à impact, des éprouvettes nécessaires pour le contrôle du pourcentage de vides sur éprouvettes Marshall suivant CME 54.08 §5.4.
    - au moyen de la presse à cisaillement giratoire,
      - des éprouvettes nécessaires pour la vérification de l'aptitude au compactage suivant CME 54.39
      - des éprouvettes nécessaires pour la détermination de la sensibilité à l'eau CME 54.40
    - au moyen du compacteur de plaques, des plaques nécessaires pour la détermination de la résistance aux déformations permanentes suivant CME 54.18.

  - détermination
    - du pourcentage de vides suivant NBN EN 12697-8

- de la masse volumique réelle suivant NBN EN 12697-5 (procédure A),
- de la masse volumique apparente suivant NBN EN 12697-6 (mode opératoire B pour le compacteur à impact et mode opératoire D pour la presse à cisaillement giratoire)
- de la sensibilité à l'eau suivant CME 54.40
- de l'égouttage du liant suivant NBN EN 12697-18 (méthode Schellenberg).
- détermination de la résistance aux déformations permanentes (si d'application) suivant CME 54.18
- du pourcentage des vides remplis par le liant (Si l'enrobé est destiné uniquement au réseau III) sur éprouvette compactée au compacteur à impact suivant NBN EN 12697-8.

- Enrobés drainants (PA):
  - mélange des constituants et confection
    - de l'enrobé pour réalisation de l'essai d'écoulement suivant NBN EN 12697-35+A1 et NBN EN 12697-18
    - au moyen du compacteur à impact,
      - des éprouvettes nécessaires pour le contrôle du pourcentage de vides sur éprouvettes Marshall suivant CME 54.08 §5.4.
      - des éprouvettes nécessaires pour la détermination de la perte de masse suivant 54.08. § 5.4.
    - au moyen de la presse à cisaillement giratoire,
      - des éprouvettes nécessaires pour la vérification de l'aptitude au compactage suivant CME 54.39.
      - des éprouvettes nécessaires pour la détermination de la sensibilité à l'eau suivant CME 54.40.
  - détermination
    - du pourcentage de vides suivant NBN EN 12697-8,
    - de la masse volumique réelle suivant NBN EN 12697-5 (procédure A),
    - de la masse volumique apparente suivant NBN EN 12697-6 (mode opératoire D pour la presse à cisaillement giratoire et pour le compacteur à impact)
    - de la sensibilité à l'eau suivant CME 54.40
    - de l'égouttage du liant suivant NBN EN 12697-18 (méthode au panier pour les PA sans fibres, méthode Schellenberg pour les autres enrobés)
    - de la perte de masse suivant NBN EN 12697-17.

- Bétons bitumineux très minces (BBTM):
  - mélange des constituants et confection
    - au moyen de la presse à cisaillement giratoire,
      - des éprouvettes nécessaires pour la vérification de l'aptitude au compactage suivant CME 54.39
      - des éprouvettes nécessaires pour la détermination de la sensibilité à l'eau suivant CME 54.40
    - au moyen du compacteur de plaques, des plaques nécessaires pour la résistance aux déformations permanentes suivant CMA 54.18.
  - détermination
    - du pourcentage de vides suivant NBN EN 12697-8,
    - de la masse volumique réelle suivant NBN EN 12697-5 (procédure A),
    - de la masse volumique apparente suivant NBN EN 12697-6 (mode opératoire D pour la presse à cisaillement giratoire)
    - de la sensibilité à l'eau suivant CME 54.40
    - détermination de la résistance aux déformations permanentes (si d'application) suivant CME 54.18

- Enrobés à module élevé
  - mélange des constituants et confection
    - au moyen de la presse à cisaillement giratoire,
      - des éprouvettes nécessaires pour la vérification de l'aptitude au compactage suivant CME 54.39

        - des éprouvettes nécessaires pour la détermination de la sensibilité à l'eau suivant CME 54.40
    - au moyen du compacteur de plaques, des plaques nécessaires pour la résistance aux déformations permanentes suivant CME 54.18.

- détermination
    - du pourcentage de vides suivant NBN EN 12697-8.
    - de la masse volumique réelle suivant NBN EN 12697-5 (procédure A),
    - de la masse volumique apparente suivant NBN EN 12697-6 (mode opératoire D pour la presse à cisaillement giratoire)
    - de la sensibilité à l'eau suivant CME 54.40
    - détermination de la résistance aux déformations permanentes (si d'application) suivant CME 54.18.

Si le nombre d'éprouvettes n'est pas spécifié dans la méthode d'essais, les différentes caractéristiques sont mesurées sur 3 éprouvettes et chaque résultat est constitué de la moyenne des 3 essais. Les résultats satisfont aux exigences générales (G. 2.2.3.1) et, le cas échéant aux exigences empiriques (G. 2.2.3.2).

Dans le cas des enrobés colorés, un test de colorimétrie est effectué selon la méthode CRR MF 90/15.

G. 2.2.4.1.2. NOTE JUSTIFICATIVE

Le fabricant établit une note justificative que l'entrepreneur transmet au fonctionnaire dirigeant.

La note justificative comprend au moins les renseignements suivants:
- le code d'identification de la note justificative (chaque note est identifiée par un code unique)
- le nom et l'adresse du fabricant des mélanges bitumineux
- le nom et l'adresse de la centrale d'enrobage
- la liste des documents de référence: norme(s) européennes(s), cahier des charges type, cahier spécial des charges...
- la dénomination du mélange bitumineux selon le document de référence applicable
- la composition du mélange bitumineux (pourcentage de chaque fraction de gravillons, de fraction de(s) sable(s) et de fraction de filler, la teneur éventuelle en fibres, la marque de conformité)
- la teneur en liant de consigne (par rapport à la masse de l'ensemble du mélange)
- matières premières:
  - pour toutes les matières premières: le pourcentage, le type de matériau et sa nature, l'origine, le producteur, la masse volumique réelle
  - gravillons et sables: calibre et granularité
  - fillers (pour le filler d'apport et filler de récupération): porosité et autres caractéristiques
  - bitumes (pour le bitume neuf, asphalte naturel et additifs): type et caractéristiques
  - agrégats d'enrobés bitumineux: homogénéité, désignation de la taille des agrégats d'enrobés bitumineux (U, 0/D), granularité, nature des gravillons, masse volumique réelle des granulats, pourcentage des constituants (bitume et fractions filler, sable et gravillons), type (routier ou modifié), masse volumique et pénétration du bitume
- la granularité du mélange de sables
- la pénétration du mélange de bitumes
- la masse volumique réelle du mélange de fillers
- la porosité du filler sec compacté (Rigden)
- la granularité du mélange bitumineux
- toutes les données et les résultats partiels et définitifs des essais effectués sur l'enrobé bitumineux dans le cadre de l'étude préliminaire
- les fourchettes de température préconisées pour la fabrication, l'épandage et le compactage de l'enrobé
- les intervalles de température pour granulats, liant, agrégat d'enrobés bitumineux et mélange bitumineux à respecter lors de la production
- les caractéristiques de l'agent réjuvénant éventuellement proposé
- la description du processus de recyclage à la centrale.

En annexe à la note justificative sont joints:
- la copie du certificat de marquage CE pour le fabricant concerné
- l'étiquette CE du mélange concerné (obligatoire pour tous les produits soumis au marquage CE)
- la composition du mélange~~, basée sur une étude réalisée suivant une méthode pertinente telle que PRADOWIN ou une autre méthode adéquate~~
- les fiches techniques des composants (gravillons, sables, filler, liant, additifs...)
- les documents attestant d'une éventuelle certification volontaire
- les rapports de tous les essais ayant conduit aux valeurs reprises dans la fiche technique de l'enrobé (voir G. 2.2.4.1 et G. 2.2.5.1).

(d'application à partir du 01/01/2022)

G. 2.2.4.2. FICHES TECHNIQUES

G. 2.2.4.2.1. FICHE TECHNIQUE DE L'ENROBE

La fiche technique de l'enrobé bitumineux comprend au moins les renseignements suivants:
- le code d'identification de la note justificative sur laquelle la fiche technique est basée
- le code d'identification de la fiche technique
- le nom et l'adresse du fabricant des mélanges bitumineux
- le nom et l'adresse de la centrale d'enrobage
- la liste des documents de référence (norme(s) européenne(s), cahier des charges type, cahier spécial des charges...)
- dénomination du mélange bitumineux selon le document de référence applicable
- domaine d'application du mélange bitumineux
- la composition du mélange (pourcentage de fraction de gravillons, fraction de sable, fraction de filler)
- la teneur en liant de consigne (par rapport à la masse de l'ensemble du mélange)
- les matières premières utilisées (le pourcentage ajouté, la sorte/la nature, le calibre, la marque de conformité)
- les résultats des essais effectués sur l'enrobé bitumineux dans le cadre de l'étude préliminaire
- la granularité du mélange bitumineux
- tout autre élément nécessaire à la réalisation de l'étude.

G. 2.2.4.2.2. FICHES TECHNIQUES DES MATIERES PREMIERES UTILISEES DANS LA FORMULATION

Les fiches techniques des matières premières utilisées dans la formulation, contiennent au moins les données suivantes:
- le nom et l'adresse du fabricant de la matière première
- le lieu d'origine
- la nature et le nom complet du produit, en fonction du document normatif d'application sur la matière première
- la dénomination commerciale utilisée sur les documents de livraison
- toutes les caractéristiques qui sont d'application sur la matière première dans le cahier des charges
- les valeurs déclarées,(résultat moyen d'une série d'essais)
- la date de réalisation de la fiche technique.

Si une des données mentionnées sur la fiche technique d'une matière première change, l'entrepreneur transmet immédiatement la nouvelle fiche technique au fonctionnaire dirigeant.

G. 2.2.5. VERIFICATION DE L'ETUDE PRELIMINAIRE

G. 2.2.5.1. VERIFICATION TECHNIQUE DE L'ETUDE PRELIMINAIRE

Si l'étude préliminaire et les différents essais qu'elle comprend ont été réalisés par le laboratoire interne de l'entrepreneur ou par un laboratoire non accrédité et non reconnu par la Direction des Techniques Routières du SPW, elle doit être vérifiée techniquement.

Cette vérification technique est réalisée à l'initiative et aux frais du fabricant:

- soit par la Direction des techniques Routières (DTR) du SPW MI au moment de la vérification administrative de l'étude préliminaire.
- soit par un laboratoire reconnu par la DTR ou accrédité avant transmission de la note justificative.

La vérification technique comprend les essais suivants:
- vérification de l'aptitude au compactage au moyen du compacteur à impact (si d'application)
- détermination de la résistance aux déformations permanentes (si d'application)
- détermination de la sensibilité à l'eau (ITSR)
- la vérification de l'aptitude au compactage au moyen de la presse à cisaillement giratoire (si d'application)
- mesure de la perte de masse (si d'application)
- mesure de la colorimétrie (si d'application)

En temps utile, le fabricant fournit tous les matériaux nécessaires à la fabrication des mélanges bitumineux et fabrication des éprouvettes à soumettre aux essais ci-dessus. Ceux-ci sont confectionnés suivant la formule définie par le fabricant.

Lors de la réalisation de ces essais, une vérification est réalisée en ce qui concerne:
- les caractéristiques du liant (pénétrabilité, $T_{A\&B}$ pour tous les bitumes et retour élastique pour les bitumes polymères)
- la composition du mélange (teneur en liant et granulométrie)
- la masse volumique maximale (MVM).

De plus, une vérification peut être réalisée en ce qui concerne:
- L'égouttage du liant (si d'application)
- La porosité sèche compactée du filler.

G. 2.2.5.2. VERIFICATION ADMINISTRATIVE DE L'ETUDE PRELIMINAIRE

La Direction des Techniques Routières du SPW MI vérifie, aux frais du fabricant, l'étude préliminaire telle que spécifiée au G. 2.2.4. et au G. 2.2.5.1.

G. 2.2.5.3. MODIFICATIONS PAR RAPPORT A L'ETUDE PRELIMINAIRE

En cas de changement d'une ou de plusieurs matières premières ou en cas de modification des caractéristiques de celles-ci, la ou les nouvelles fiches techniques correspondantes sont communiquées à l'administration. Dans ce cas, les dispositions du document de référence QUALIROUTES-G-2 « Modifications admises au sein d'une même note justificative pour enrobés bitumineux » sont d'application. Selon le cas défini dans le document de référence QUALIROUTES-G-2, une nouvelle note justificative et/ou une nouvelle fiche technique sont éventuellement établies. C'est notamment le cas pour un changement de liant (par exemple, pour passer d'un enrobé noir à un enrobé coloré).

G. 2.2.6. DOCUMENTS A FOURNIR AVANT LA MISE EN ŒUVRE

L'entrepreneur transmet au fonctionnaire dirigeant, au moins 15 jours calendrier, avant la pose et pour chaque type d'enrobé, la note justificative ainsi que les fiches techniques de l'enrobé bitumineux et des matières premières.

G. 2.2.7. FABRICATION

Les centrales d'enrobage sont à fonctionnement automatique depuis le dosage des matériaux jusqu'à la sortie des produits. Elles sont équipées d'un système d'enregistrement digital en continu des températures et du dosage des différents constituants ainsi que de la température des mélanges.

La centrale est équipée d'un système d'alarme ou d'un mécanisme d'arrêt qui réagit automatiquement en cas de fausse manœuvre ou de défectuosité survenant dans le processus de fabrication.

Les différents granulats, graves, agrégats d'enrobés bitumineux et liants sont entreposés séparément, de manière à éviter tout mélange et toute salissure. Les réservoirs à liant sont calorifugés avec maintien automatique à température par chauffage indirect.

Dans le cas de tambours sécheurs-enrobeurs, l'entreposage et le dosage sont réalisés de manière à limiter la ségrégation et à empêcher le mélange des différents granulats.
Sont lisibles: la température du liant dans les réservoirs à liant, celle d'au moins une des fractions granulométriques entreposées dans les silos à chaud (centrales discontinues), celle des AEB et celle des mélanges bitumineux directement après le malaxage.

Lors du séchage, le débit d'apport des granulats ou le réglage du brûleur sont adaptés en continu à la teneur en eau des matériaux. Dans le cas d'une centrale discontinue, les granulats sont enrobés à une température comprise entre 145 et 200 °C (pour les enrobés basse température, la température peut être plus basse suivant le procédé de fabrication utilisé).

En cas de recyclage à chaud d'agrégats d'enrobés, l'ajout peut se faire par un des deux systèmes suivants:
- dans une centrale discontinue après préchauffage dans un tambour parallèle
- dans un tambour sécheur-enrobeur muni d'une entrée pour matériaux recyclés, en dehors d'un contact direct avec la flamme sans préchauffage préalable.

Dans le cas d'utilisation d'agrégats d'enrobés non préchauffés, la température des granulats neufs n'excède pas 210 °C.

L'inhibiteur éventuel est introduit dans le malaxeur en même temps que les granulats.

La température et la durée de malaxage sont adaptées de manière à obtenir un produit final homogène, complètement enrobé et sec (teneur en eau inférieure à 0,5 % en masse). A la sortie de la centrale, la température du mélange est comprise dans les limites figurant dans le tableau ci-dessous si le liant est un bitume routier.

Enrobé	**Type de liant**			
	20/30	**35/50**	**50/70**	**70/100**
AC	160 - 200	150 - 190	140 - 180	140 - 180
SMA	-	160 - 200	150 - 190	-
PA	-	-	-	140 - 170
BBTM	-	-	140 - 180	140 - 180
RUMG	-	-	140 - 180	140 - 180

Pour les autres liants et pour les enrobés basse température, elle est comprise dans l'intervalle de température fixé par le fournisseur de bitume ou par le fabricant.

La température des agrégats d'enrobés doit être comprise entre 110 et 160 °C à la sortie du tambour-sécheur parallèle.

Les instruments de mesure et les bascules de la centrale sont régulièrement étalonnés (au moins une fois par an).

Dans le cas de tambours sécheurs-enrobeurs, le débit du liant s'adapte automatiquement au débit des éléments minéraux mesuré en continu; la teneur en eau des granulats est mesurée régulièrement et le débit des éléments minéraux est adapté sur la base des résultats de mesure.

Il est interdit d'utiliser du gasoil comme couche antiadhérente sur les parois du skip de la centrale.

L'entreposage des enrobés bitumineux est réalisé de manière à limiter la ségrégation, à maintenir une température uniforme et à éviter une oxydation excessive du liant.

G. 2.2.8. MISE EN ŒUVRE DES ENROBES BITUMINEUX

G. 2.2.8.1. PRELIMINAIRES

Le document de référence QUALIROUTES-A-1 “Mise en place d’un système de gestion de la qualité lors de l’exécution des marchés de travaux” et le document QUALIROUTES-A-1/1 “Complément au document de référence QUALIROUTES-A-1 pour revêtements bitumineux“ sont d’application pour les revêtements de plus de 1000 m².

L’entrepreneur remet également au fonctionnaire dirigeant tous les documents détaillant les mesures de suivi de tous les facteurs ayant une influence sur la qualité du produit mis en œuvre, et en particulier:
- de l’exécution de tous les travaux préparatoires
- de la mise en place de la signalisation
- de la réalisation de chacune des couches de collage (types et caractéristiques de l’émulsion et du bitume de base, taux de liant résiduel…)
- de la coordination de l’approvisionnement du ou des finisseur(s)
- de l’adéquation permanente de l’atelier de compactage
- des conditions de cloutage éventuel.

G. 2.2.8.2. COUCHE DE COLLAGE

G. 2.2.8.2.1. PRESCRIPTIONS GENERALES

La pose de toute couche d’enrobés bitumineux est précédée de l’application d’une couche de collage, sauf sur un empierrement non lié.
Cette couche est obtenue par le répandage d’une émulsion de bitume. L’adjudicataire détermine le taux d’épandage du bitume qu’il met en œuvre. Il choisit également le type et les caractéristiques de l’émulsion et du bitume de façon à ce que celles-ci soient parfaitement compatibles avec celles du support et avec celles de la couche d’enrobés à poser et garantissent une parfaite adhésion entre cette couche et le support.

S'il le juge nécessaire, l'adjudicataire peut protéger la couche de collage par l’application d’un lait de chaux préalablement à la pose des enrobés. Ce lait de chaux empêche l’arrachement de la couche de collage par les chenilles des finisseurs, les pneus des camions les approvisionnant, etc.

Ce lait de chaux est un mélange homogène de chaux et d’eau. Le lait de chaux est obtenu à partir d’une chaux CL90S (chaux hydratée avec indice de pureté 90) suivant la NBN EN 459-1. Le lait de chaux comprend 4 à 6 g de chaux par 100 g de produit.
Aucune sédimentation dans la cuve n’est tolérée. La concentration en chaux est homogène. Le lait de chaux est stable ou facilement redispersable sous l’effet d’une petite agitation. La cuve est équipée d’un système de recirculation.
Le lait de chaux est répandu avec un dispositif permettant de le répandre de façon homogène à raison de 250 gr/m² (quantité de lait de chaux juste au moment du répandage). Le lait de chaux est répandu après rupture complète de la couche de collage. Le lait est répandu sur support sec et en l’absence de pluie. Le lait de chaux n’est pas répandu si des précipitations atmosphériques sont prévisibles. La pose de l’enrobé est alors postposée.
La pose de lait de chaux peut être substituée par l’utilisation d’un finisseur à rampe intégrée.

L’adjudicataire reste responsable de tout décollement de couche d’enrobés durant la période de garantie prévue aux documents du marché. Toute dégradation est réparée au moyen d’une méthode à soumettre à l’approbation du fonctionnaire dirigeant.

G. 2.2.8.2.2. MISE EN OEUVRE

L’application de la couche de collage est précédée d’un nettoyage.
Les documents du marché peuvent prévoir un nettoyage à l’eau sous pression (min 5 MPa) avant épandage de l’émulsion. En cas de pose sur une surface fraisée ou sur une surface en revêtement de béton de ciment, le nettoyage préalable à l’eau sous pression est toujours réalisé. Cette opération fait l’objet d’un poste séparé du métré .
Dans le cas où la surface fraisée présente des dégradations dues à un fraisage inadapté ou des rainures non conformes aux prescriptions du D. 2.1.1.2.2, l’entrepreneur réalise à ses frais soit un fraisage

complémentaire permettant de répondre aux prescriptions du D. 2.1.1.2.2, soit un reprofilage léger au moyen d'un MBCF 0/2 ou 0/4 conforme aux prescriptions du G. 3.3.
L'épandage de l'émulsion de bitume est réalisé mécaniquement et d'une manière uniforme. Après rupture, l'aspect est uniformément noir et brillant (sauf en cas d'utilisation de finisseur à rampe intégrée). Les faces verticales des éléments linéaires et des accessoires, qui sont en contact avec les produits hydrocarbonés, sont enduites d'émulsion. Pour les faces qui sont en contact avec les couches de roulement, les prescriptions du G. 2.2.8.7.3 sont d'application.
Pour les RUMG, l'utilisation d'un finisseur à rampe intégrée est obligatoire.
Pour les PA, dans les cas de supports fortement dégradés, fissurés ou en béton, les documents du marché peuvent prévoir le remplacement de la couche de collage par une membrane conforme au M. 4.2. Les documents du marché précisent la quantité et le type de bitume polymère(s) neuf(s) utilisé dans la membrane en fonction de l'état du support.
Toute circulation sur la couche recouverte d'émulsion est interdite, exceptée celle des camions destinés à l'approvisionnement des finisseurs. L'entrepreneur est tenu de prendre les dispositions pour éviter que cette couche n'adhère aux pneus des camions ou ne soit souillée par ceux-ci.
Les couches de collage font l'objet de postes séparés du métré.

G. 2.2.8.3. TEMPERATURE DES ENROBES

La température d'épandage des enrobés est comprise entre 140 et 170 °C pour les bitumes routiers et entre 140 et 180 °C pour les bitumes durs et les bitumes polymères. Elle est supérieure à 100 °C en fin de compactage.
Pour les enrobés basse température (enrobés tièdes), les températures de début et de fin de compactage sont fixées par le fournisseur de bitume ou par le fabricant.

G. 2.2.8.4. TRANSPORT

Seules les couches antiadhérentes pulvérisées en couche très mince sont admises. L'emploi de gasoil, de sable ou de poussier est interdit.
Les enrobés bitumineux sont transportés par camion bâché à benne basculante permettant un déchargement direct dans le finisseur ou via un dispositif tampon assurant une alimentation régulière de celui-ci.
Les bâches de protection sont tendues avec dépassant par l'extérieur et maintenues par des tendeurs ou des boucles.
Le nombre de camions mis en service permet un approvisionnement régulier pour éviter tout arrêt de mise en œuvre.
Le bon de livraison du producteur accompagne chaque camion. Ce bon de livraison mentionne la désignation du mélange, le code d'identification de la note justificative de celui-ci, ainsi que le tonnage transporté.

G. 2.2.8.5. EPANDAGE

Les enrobés bitumineux sont mis en œuvre au moyen de finisseurs comprenant les dispositifs nécessaires d'épandage, de répartition et de précompactage des produits enrobés sur une largeur au moins égale à celle d'une voie de circulation. Ils sont mis en œuvre dans les conditions atmosphériques définies dans les codes de bonnes pratiques.

Ces machines sont équipées d'un système de commande automatique du dispositif de réglage de la surface des couches à poser. Ce système permet, en fonction des circonstances locales et des règles de l'art, d'assujettir le profil en long des deux bords de la bande en cours de pose soit à un repère extérieur indépendant des couches existantes, soit à un ski glissant sur la bande adjacente. La longueur de ce ski est de 13 m minimum sur les routes du réseau I et de 6 m minimum sur les routes des réseaux II et III.
Si la pente transversale est commandée en cours de pose par un dispositif automatique et si la largeur d'épandage est inférieure ou égale à 4 m, il suffit qu'un seul des deux côtés soit assujetti.
Tout autre système de commande automatique du dispositif de réglage est agréé préalablement par le fonctionnaire dirigeant.

La couche de roulement peut être posée à "vis calées" si la couche sous-jacente présente le profil imposé.

Sauf prescription contraire des documents du marché ou en cas de difficultés locales reconnues par le pouvoir adjudicateur, pour la couche de roulement, le nombre et/ou la largeur des finisseurs permettent l'exécution simultanée et parallèle sur toute la largeur de la chaussée.

Si un arrêt ne peut être évité et s'il dure plus de 10 minutes, le finisseur avance pour permettre le compactage des enrobés déjà posés et un joint transversal est confectionné.
Aux endroits particuliers, convenus de commun accord avec le fonctionnaire dirigeant (élargissements locaux, raccordements en sifflet et en patte d'oie...), l'emploi d'un finisseur n'est pas obligatoire.

La mise en œuvre des enrobés bitumineux n'est autorisée que sur une surface exempte d'eau stagnante ou ruisselante.

G. 2.2.8.6. COMPACTAGE

Aussitôt après l'épandage, le mélange est compacté de manière uniforme au moyen de compacteurs.
Pendant la mise en œuvre des enrobés bitumineux, deux rouleaux compacteurs au moins sont en permanence sur chantier, sauf si la quantité d'enrobés bitumineux à poser est inférieure à 2000 m² par couche et par jour. L'entreprise dispose de deux compacteurs par finisseur, sauf pour les PA, les BBTM et les RUMG.
Pour le rouleau statique, la masse linéique statique d'au moins un cylindre est supérieure à 2500 kg/m de génératrice.
Pour le rouleau vibrant, la masse linéique statique d'au moins un cylindre est supérieure à 2000 kg/m de génératrice.

Pendant le compactage, les roues motrices de l'engin compacteur sont dirigées vers le finisseur.

Sur la couche de roulement, les dernières passes sont effectuées par un rouleau à jante lisse, jusqu'à effacement des traces de cylindrage.

~~Pour le compactage, les règles suivantes sont d'application:~~
- ~~pour les enrobés à squelette sableux; en cas d'utilisation d'un compacteur vibrant, la première et les deux dernières passes sont effectuées sans vibration~~
- ~~pour les enrobés à squelette pierreux; un rouleau lisse est utilisé sans vibration (sauf localement).~~

(d'application à partir du 01/01/2022)

Tout système de compactage est conçu de façon à atteindre les performances prescrites aux paragraphes G. 2.3.2.2 (compacité relative).

Toute dégradation occasionnée par un engin circulant sur la couche d'enrobés ou d'asphalte coulé fraîchement posée est immédiatement réparée.

G. 2.2.8.7. JOINTS

G. 2.2.8.7.1. JOINTS D'EXECUTION SIMULTANEE

Pareil joint existe lorsque deux bandes adjacentes ont été compactées simultanément.
Les joints d'exécution simultanée sont décalés de 0,15 m au moins d'une couche à l'autre.

G. 2.2.8.7.2. JOINTS DE REPRISE

Pareil joint existe lorsque deux bandes adjacentes ou dans le prolongement l'une de l'autre n'ont pas été compactées simultanément ou lorsque l'enrobé bitumineux est posé contre du béton ou des pavés. Ces joints sont longitudinaux ou transversaux.

G. 2.2.8.7.2.1. Joints de reprise transversaux

Les joints de reprise transversaux sont décalés longitudinalement d'au moins 1 m d'une couche à l'autre.
L'enrobé en place est enlevé sur 0,30 m.

G. 2.2.8.7.2.2. Joints de reprise longitudinaux

Les joints de reprise longitudinaux de toutes les couches sont nets, verticaux et parallèles à l'axe de la chaussée. Tout bord longitudinal abîmé ou déformé en cours de ou après la pose, est découpé mécaniquement, avant la pose de la couche adjacente, sur une longueur au moins égale à la longueur dégradée et sur une largeur d'au moins 0,05 m.
Les joints de reprise longitudinaux sont décalés de 0,15 m minimum dans le sens transversal par rapport à ceux de la couche immédiatement inférieure.

G. 2.2.8.7.3. TRAITEMENT DES JOINTS DE REPRISE

Sauf si les documents du marché prescrivent une autre méthode, pour toutes les couches à l'exception des couches de roulement, les joints sont traités mécaniquement à l'émulsion de bitume sur la tranche de la bande d'enrobé bitumineux posée en premier lieu.

Pour les couches de roulement, seuls les joints dans les enrobés à squelette sableux, les SMA et les BBTM font l'objet d'un traitement.

- La tranche de la bande d'enrobé bitumineux posée en premier lieu, du béton préexistant ou d'un accessoire de chaussée est d'abord enduite au moyen d'un vernis d'adhérence.
  Le joint est ensuite réalisé au moyen d'une bande bitumineuse préformée pour joint, fabriquée sur chantier par extrusion et mise en place au moyen d'une machine spécialement conçue à cet effet.
  Lorsque la longueur du joint est inférieure à 250 m, et pour les joints transversaux, l'utilisation d'une bande bitumineuse préformée en usine et collée sur chantier est autorisée.
  Le traitement du joint au moyen d'une bande bitumineuse préformée en usine ou extrudée sur site fait l'objet d'un poste séparé du métré.
- Pour les BBTM et lorsque le revêtement bitumineux est en contact avec des pavés, la tranche de la bande posée en premier lieu ou des pavés est enduite mécaniquement à l'émulsion de bitume, sauf si les documents du marché prescrivent une autre méthode.

Lorsque des éléments linéaires, du béton ou des pavés sont posés contre une bande d'enrobé bitumineux posée en premier lieu, le joint est réalisé au moyen d'un produit de scellement.

En surface, les joints de reprise des couches de roulement sont scellés, sur une largeur de 0,15 m par une émulsion de bitume à raison d'au moins 200 g/m² de liant résiduel et recouverts, sur la même largeur, par 1,5 à 2 kg/m² de gravillons concassés 2/4 ou de sable 0/2 à 0/4. L'enduisage au liant et l'épandage des gravillons se fait à bords latéraux nets à l'aide d'un gabarit.

G. 2.2.8.8. BORDS EXTERIEURS DES REVETEMENTS

G. 2.2.8.8.1. ENROBES A SQUELETTE SABLEUX ET SMA

Si les documents du marché le prescrivent, les tranches des bords extérieurs non contrebutés du revêtement sont enduites en appliquant une émulsion ou un liant de même nature que celui de l'enrobé mis en œuvre. Cette prestation fait l'objet d'un poste séparé du métré.

G. 2.2.8.8.2. PA, BBTM ET RUMG

L'enduisage des tranches des bords extérieurs non contrebutés est interdit.
Pour les PA, le niveau des bords extérieurs du revêtement par rapport aux dispositifs d'évacuation des eaux est tel qu'il permette l'évacuation des eaux drainées par le revêtement et les dispositifs d'évacuation des eaux sont adaptés en conséquence. Au cas où des avaloirs sont entourés partiellement ou totalement, les faces latérales de ceux-ci sont ajourées dans leur partie supérieure, sur une hauteur au moins égale à l'épaisseur du revêtement. L'adaptation des avaloirs est détaillée dans les documents du marché et fait l'objet d'un poste séparé du métré.

Lorsqu'au point bas du profil en travers, la voirie n'est pas équipée d'un dispositif de reprise des eaux, le bord correspondant du revêtement est décalé de 0,10 m par rapport au support.

G. 2.2.8.9. TRAITEMENT DE SURFACE DES COUCHES DE ROULEMENT

Les enrobés repris dans le tableau ci-dessous font l'objet d'un traitement de surface.

Caractéristique	Type de couches de roulement			
	AC-14surf1-x		AC-10surf4-x AC-6,3surf4-x	SMA
Granularité	4/6,3	6,3/10 (1)	4/6,3	2/4
Taux d'épandage t_0 (kg/m²)	1,5 à 2	3,5 à 5	1,5 à 2	1 à 2

(1) uniquement sur les routes du réseau I.

Au cas où la masse volumique γ des gravillons s'écarte de 2,65 à 2,75 t/m³, le taux d'épandage t_0 est corrigé comme suit:

t (en kg/m²) = t_0 x (γ / 2,70)

Les gravillons destinés au traitement de surface des couches de roulement et des couches de roulement provisoires sont préenrobés à l'aide de 0,5 à 1,5 % en masse, de liant identique à celui de l'enrobé traité (sauf pour le SMA où les gravillons sont nus); ils sont épandus mécaniquement en première phase de cylindrage.

G. 2.3. SPECIFICATIONS

Les différentes valeurs de consigne, notamment en ce qui concerne la teneur en liant minimum et les écarts granulométriques, sont strictement respectées.
Pour cela, l'adjudicataire tient compte des conditions de répétabilité et de reproductibilité consécutives à la méthode d'essais utilisée et fixée dans le chapitre Q.

G. 2.3.1. EXIGENCES RELATIVES AUX CARACTERISTIQUES DE L'ENROBE EN VRAC (Caractéristiques influencées par la composition, la fabrication, le transport, l'épandage et le compactage de l'enrobé)

Sauf dispositions contraires, les spécifications ci-après concernent toujours des couches élémentaires (B. 2.6.2).

G. 2.3.1.1. GRANULARITE

L'écart maximum admis, en plus ou en moins, entre le passant fixé dans la formule proposée et le passant moyen sur chaque tamis, exprimé en % en valeur absolue, répond aux prescriptions suivantes:

Tamis (mm)	Granularité de l'enrobé à squelette sableux (AC) et de l'EME				
	0/20	0/14	0/10	0/6,3	0/4
31,5	0,0	-	-	-	-
20	5,0	0,0	-	-	-
14	-	5,0	0,0	-	-
10	-	-	5,0	0,0	-
6,3	5,0	5,0	5,0	5,0	0,0
4	-	-	-	5,0	5,0
2	5,0	3,5	3,5	3,5	3,5
0,250	3,5	3,5	3,5	3,5	3,5
0,063	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5

Tamis (mm)	Granularité du SMA		
	0/14	**0/10**	**0/6,3**
20	0,0	-	-
14	5,0	0,0	-
10	-	5,0	0,0
6,3	5,0	5,0	5,0
4	5,0	5,0	5,0
2	3,5	3,5	3,5
1	3,5	3,5	3,5
0,063	1,5	1,5	1,5

Tamis (mm)	Granularité de l'enrobé drainant (PA)	
	0/14	**0/10**
20	0,0	-
14	5,0	0,0
10	5,0	5,0
6,3	5,0	5,0
2	3,5	3,5
0,063	1,5	1,5

Tamis (mm)	Granularité du BBTM et du RUMG	
	0/10	**0/6,3**
14	0,0	-
10	5,0	0,0
6,3	5,0	5,0
4	-	5,0
2	3,5	3,5
0,5	3,5	3,5
0,063	1,5	1,5

Si le nombre d'échantillons est inférieur à 8, les valeurs 5,0 - 3,5 - 1,5 mentionnées dans les quatre tableaux ci-dessus deviennent respectivement 6,0 – 4,0 – 2,0.

G. 2.3.1.2. TENEUR EN LIANT

La teneur en liant d'un enrobé bitumineux est exprimée en %. Elle est égale à la masse de liant sur la masse de l'ensemble du mélange.

- Les teneurs en liant sont définies sur base des quantités de liant théoriquement récupérées à l'analyse ($L_{réf}$).

  Puisque le liant ne peut être récupéré dans sa totalité, la valeur de référence de la teneur à considérer $L_{réf}$ est inférieure à la teneur en liant fixée lors de l'étude de formulation $L_{étude}$.

  $$\mathbf{L_{réf} = \alpha \times L_{étude}}$$

  Le coefficient **α** est donné dans le tableau ci-dessous (en fonction du type de liant avec lequel est fabriqué l'enrobé).

	α
Bitumes routiers 70/100, 50/70 et 35/50 **Bitumes durs 20/30, 15/25 et 10/20** **Bitumes à indice de pénétration positif et** **Liant provenant d'un AEB**	0,98
Bitume polymère(s) neuf(s)	0,97

  Le résultat du calcul **α x $L_{étude}$** est arrondi au dixième de pourcent (le plus proche).

- Les teneurs moyennes et individuelles en liant répondent aux conditions suivantes:
  - L'écart maximum admis, en plus ou en moins, entre
    - la valeur de la teneur de référence en liant $L_{réf}$ et
    - les teneurs moyennes et individuelles en liant mesurées sur les échantillons d'enrobé prélevé en vrac

    répond aux prescriptions suivantes:

Caractéristique (%)	**Ecart admis**	
	En moins	**En plus**
Teneur moyenne en liant pour n ≥ 8	0,2	0,3
Teneur moyenne en liant pour 5 ≤ n < 8	0,3	0,4
Teneur moyenne en liant pour n < 5	0,4	0,5
Teneur individuelle en liant	0,7	0,8

où n est le nombre d'échantillons prélevés.

Toutefois,

- la teneur moyenne en liant doit également être supérieure à la teneur minimum L_{min} (prescrite pour la formulation au G. 2.2.2) corrigée par le coefficient **α**.
- les teneurs individuelles en liant sont supérieures ou égales à cette teneur minimum L_{min} (prescrite au G. 2.2.2) corrigée par le coefficient **α** et diminuée de 0,3 %.

G. 2.3.1.3. CARACTERISTIQUES DU LIANT RECUPERE

G. 2.3.1.3.1. PENETRABILITE DU LIANT RECUPERE

La pénétrabilité du liant récupéré des vracs prélevés sur chantier doit être supérieure ou égal à 20 dixièmes de millimètres pour les couches d'usure.

G. 2.3.1.3.2. RETOUR ELASTIQUE DU LIANT RECUPERE

Le retour élastique du liant récupéré (des vracs prélevés sur chantier) d'un enrobé bitumineux avec bitume polymère(s) neuf(s) ne peut être inférieur à 50 % (25 % si le liant est constitué partiellement de liant provenant d'un AEB).

G. 2.3.1.4. NATURE DES GRAVILLONS RECUPERES

La nature des gravillons récupérés correspond à celle prévue dans la note justificative de l'enrobé.

G. 2.3.2. EXIGENCES RELATIVES AUX CARACTERISTIQUES DE L'ENROBE MIS EN ŒUVRE, SUR REVETEMENT TERMINE

Sauf dispositions contraires, les spécifications ci-après concernent toujours des couches élémentaires (B. 2.6.2).

Lorsque, en raison de la configuration des lieux, des dispositions figurant aux documents du marché ou des instructions du fonctionnaire dirigeant, les moyens d'exécution définis au G. 2.2.8.4 (transport), au G. 2.2.8.5 (épandage) ou au G. 2.2.8.6 (compactage) ne peuvent être mis en œuvre, les prescriptions relatives aux caractéristiques moyennes ne sont pas d'application.
(d'application à partir du 01/01/2022)

G. 2.3.2.1. EXIGENCES RELATIVES AU POURCENTAGE DE VIDES MESURE SUR CAROTTES (Caractéristique influencée par la composition, la fabrication, le transport, l'épandage et le compactage de l'enrobé)

Pour chaque lot, et par type d'enrobé, le pourcentage de vides répond aux prescriptions suivantes:

Exigences suivant nombre de carottes	Type d'enrobés (Réseaux I, II, III)						
	ACsurf	ACbase	AC inter	SMA Ep. ≥ 30 mm	PA	BBTM Ep. ≥ 30 mm	EME
V_m pour 3 ou 4 carottes	$2 \leq V_m \leq 7$	$2 \leq V_m \leq 9$	$V_m \leq 8$	$2 \leq V_m \leq 9$	$17 \leq V_m \leq 27$	$3 \leq V_m \leq 11$	$V_m \leq 8$
V_m pour 5, 6 ou 7 carottes	$2 \leq V_m \leq 7$	$2 \leq V_m \leq 9$	$V_m \leq 8$	$2 \leq V_m \leq 8$	$18 \leq V_m \leq 26$	$4 \leq V_m \leq 10$	$V_m \leq 8$
V_m pour 8, 9 ou 10 carottes	$2 \leq V_m \leq 6$	$2 \leq V_m \leq 8$	$V_m \leq 7$	$3 \leq V_m \leq 8$	$19 \leq V_m \leq 25$	$4 \leq V_m \leq 10$	$V_m \leq 7$
V_i pour 1 carotte	$1 \leq V_i \leq 8$	$2 \leq V_i \leq 10$	$V_i \leq 9$	$2 \leq V_i \leq 10$	$16 \leq V_i \leq 28$	$3 \leq V_i \leq 12$	$V_i \leq 9$

V_m: pourcentage de vides moyen d'un lot en %
V_i: pourcentage de vides individuel d'une carotte en %

G. 2.3.2.2. EXIGENCES RELATIVES AUX EPAISSEURS ET A LA COMPACITE RELATIVE MESUREES SUR CAROTTES (Caractéristiques influencées par la mise en œuvre, l'épandage et le compactage de l'enrobé)

~~Lorsque, en raison de la configuration des lieux, des dispositions figurant aux documents du marché ou des instructions du fonctionnaire dirigeant, les moyens d'exécution définis au G. 2.2.8.4 (transport), au G. 2.2.8.5 (épandage) ou au G. 2.2.8.6 (compactage) ne peuvent être mis en œuvre, les prescriptions relatives aux caractéristiques moyennes ne sont pas d'application.~~
(supprimé à partir du 01/01/2022)

G. 2.3.2.2.1. EPAISSEUR

Les prescriptions concernent, par lot, l'épaisseur des couches élémentaires et l'épaisseur totale du revêtement.

G. 2.3.2.2.1.1. Epaisseur des couches élémentaires

L'épaisseur de chaque couche élémentaire répond aux prescriptions suivantes:

$$E_{ij} \geq 2{,}5 \cdot D_g$$

où $E_{i\,j}$ = épaisseurs individuelles des n couches de la carotte
D_g = dimension du plus gros granulat dans la dénomination de la granularité.

Par exemple, pour une granularité 0/14, D_g = 14.

Les épaisseurs minima en fonction du calibre sont données au tableau ci-dessous:

D_g (mm)	Epaisseur minimum (mm)
20	50
14	35
10	25
6,3	16
4	10

Cette règle n'est pas applicable pour le RUMG ni pour les couches de profilage posées en épaisseur variable.

Dans le cas d'une couche de roulement posée en épaisseur nominale et si la planéité du support répond aux prescriptions du G. 2.3.3.1 les prescriptions suivantes sont d'application:

Caractéristique (mm)	Réseau		
	I	II	III
E_{m1}	$\geq E_{nom1}$	$\geq E_{nom1}$	$\geq E_{nom1}$
E_{i1}	$\geq 0{,}90\ E_{nom1}$	$\geq 0{,}90\ E_{nom1}$	$\geq 0{,}85\ E_{nom1}$

où E_{nom1} = épaisseur nominale de la couche de roulement
E_{i1} = épaisseur de chacune des n carottes prélevées dans la couche de roulement
E_{m1} = épaisseur moyenne de la couche de roulement

$$E_{m1} = \frac{\sum_{i=1}^{i=n} E_{i1}}{n}$$

Dans le cas d'une couche sandwich (AC-14inter3-x), seule l'épaisseur moyenne est d'application.

G. 2.3.2.2.1.2. Epaisseur totale du revêtement

Le contrôle porte sur l'épaisseur de l'ensemble des couches posées en épaisseur nominale.
La première couche n'est prise en compte que si elle est posée en épaisseur nominale (constante) et si la planéité du support répond aux prescriptions du G. 2.3.3.1.

Pour chaque lot, les prescriptions suivantes sont d'application:

Caractéristique (%)	Réseau			
	I	II	III_a	III_b
ME_{mt}	0	0	0	0
ME_{it}	≤ 10	≤ 15	≤ 15	≤ 15

où ME_{mt} = manque d'épaisseur moyen
ME_{it} = manque d'épaisseur individuel
E_{nomt} = somme des épaisseurs nominales des différentes couches
E_{it} = épaisseur totale des couches posées de chacune des n carottes
E_{mt} = épaisseur moyenne des couches posées

$$E_{m1} = \frac{\sum_{i=1}^{i=n} E_{it}}{n}$$

$$ME_{it} = \frac{E_{nomt} - E_{it}}{E_{nomt}} \times 100\%$$

$$ME_{mt} = \frac{E_{nomt} - E_{mt}}{E_{nomt}} \times 100\%$$

Lorsqu'une couche est réalisée au moyen d'un enrobé à module élevé (EME), l'épaisseur E_{ij} de cette couche est remplacée dans les formules ci-dessus par $E_{ijEME} = 1,2 * E_{ij}$
De même E_{nomj} est remplacé par $E_{nomjEME} = 1,2 * E_{nomj}$

G. 2.3.2.2.2. COMPACITE RELATIVE

Pour chaque couche d'enrobé, la compacité relative individuelle C_i d'une carotte (exprimée en % à une décimale près) et la moyenne C_m (exprimée en % à une décimale près) répondent aux prescriptions suivantes:

Réseaux I et II	**E = Epaisseur nominale de l'enrobé ou moyenne des épaisseurs permises au G. 2.2.2.**		
	E ≥ 5 cm	**E = 4 cm**	**E = 3 cm**
Types d'enrobés (liste non exhaustive)	**AC-14base3** (5 et 6 cm) **AC-20base3** **EME** **AC-14Surf1** **SMA-14**	**AC-10base3** **AC-14base3** (4 cm) **AC-10surf4** **SMA-10**	**AC-6,3base3** **AC-6,3Surf4** **SMA-6,3**
C_i	97,0 ≤ Ci ≤ 103,0	96,0 ≤ Ci ≤ 102,0	94,0 ≤ Ci ≤ 101,0
C_m	98,0 ≤ Cm ≤ 102,0	97,0 ≤ Cm ≤ 101,0	95,0 ≤ Cm ≤ 100,0

La compacité relative moyenne n'est calculée qu'à partir de minimum 10 échantillons. Chaque moyenne est exécutée par lot tel que défini au G. 1.4.2.1.1.

Ces prescriptions ne sont pas valables pour les enrobés posés en épaisseur nominale < 3 cm ou en épaisseur variable sur supports irréguliers (pavage, revêtements orniérés, revêtements en béton dégradés, etc.). Dans ce cadre, une surface fraisée n'est pas considérée comme support irrégulier.

Aucune exigence n'est imposée sur la compacité relative pour les enrobés de type enrobé drainant (PA), béton bitumineux très mince (BBTM) et revêtement ultra mince grenu (RUMG) et les couches d'enrobés posé en dessous d'un revêtement en béton de ciment (couche sandwich – AC-14inter3-x).

De même, aucune exigence sur la compacité relative n'est imposée pour les routes du réseau III.

G. 2.3.3. CARACTERISTIQUES DE SURFACE (RECEPTION TECHNIQUE A POSTERIORI)

G. 2.3.3.1. PLANEITE LONGITUDINALE A L'APL

Les prescriptions ci-dessous ne sont pas d'application pour le réseau III_b, ni pour les travaux localisés exécutés sur un autre réseau (I et II).

G. 2.3.3.1.1. EXECUTION DES ESSAIS

Les prescriptions concernent, par bloc de dépouillement, les coefficients de planéité (CP) calculés pour des bases de 10 m et 2,5 m, à des vitesses de mesure imposées, c'est-à-dire:

- 72 km/h sur autoroutes et routes à 2 x 2 voies
- 54 km/h sur les autres routes
- 21,6 km/h en agglomération, sur les sous-couches, dans les giratoires ou en cas d'impositions particulières des documents du marché.

Si, lors de l'exécution de mesures à 72 ou 54 km/h, il est constaté que des défauts détectables visuellement ou mesurables à la règle de 3 m ne sont pas mis en évidence par l'APL, une mesure complémentaire à 21,6 km/h peut être demandée par le fonctionnaire dirigeant.

En cas de prescriptions particulières relatives aux grandes longueurs d'ondes, prévues aux documents du marché, un coefficient de planéité calculé pour une base de 40 m, à une vitesse de mesure de 72 km/h, est imposé.

L'entrepreneur est tenu de prendre les dispositions nécessaires au nettoyage du revêtement en vue de l'essai.

G. 2.3.3.1.2. SPECIFICATIONS

Caractéristique ($10^3 mm^2/hm$)	**Réseau**			
	I	**II**	**III_a**	**III_b**
$CP_{2,5m}$	≤ 35	≤ 35	≤ 35	-
CP_{10m}	≤ 70	≤ 70	-	-
CP_{40m}	≤ 140	-	-	-

G. 2.3.3.1.3. DISPOSITIONS PARTICULIERES

Les prescriptions du G. 1.3.2.1.3 sont d'application et sont complétées comme suit:
- dans les chantiers comportant la mise en œuvre d'une seule couche d'enrobés bitumineux, sans correction préalable du profil en long, sur un revêtement présentant avant travaux un $CP_{2,5\,m} > 50$ et/ou un $CP_{10\,m} > 105$, les prescriptions du G. 2.3.3.1.2 ci-dessus ne sont pas d'application
- dans les chantiers comportant la mise en œuvre d'une seule couche d'enrobés bitumineux, sans correction préalable du profil en long, sur un revêtement présentant avant travaux $50 \geq CP_{2,5\,m} > 35$ et/ou $105 \geq CP_{10\,m} > 70$, seules les prescriptions relatives au $CP_{2,5\,m}$ sont d'application.

G. 2.3.3.2. MESURE DE LA REGULARITE DE SURFACE

Les irrégularités de surface sont inférieures aux valeurs suivantes:

- Routes des réseaux I et II:
  ≤ 7 mm pour la première couche posée, si celle-ci est posée sur une fondation ou en reprofilage;
  ≤ 4 mm pour les autres cas.

- Routes du réseau III:
  ≤ 7 mm.

G. 2.3.3.3. PLANEITE TRANSVERSALE

Toute section hectométrique de chaque lot présente une ornière caractéristique ≤ 6 mm à la réception provisoire et < 8 mm à la fin du délai de garantie.
Ces prescriptions ne sont d'application que s'il est constaté visuellement que les déformations affectent les couches posées par l'entrepreneur ou si des essais au simulateur de trafic réalisés sur carottes de 400 cm^2 extraites du revêtement donnent des valeurs comprises dans une catégorie inférieure à celles obtenues lors de l'étude. L'examen visuel est réalisé sur une tranche de ± 20 cm de large, prélevée par sciage sur toute la longueur du profil en travers et sur toute l'épaisseur des revêtements hydrocarbonés.
Pour le réseau III, il est uniquement procédé au contrôle visuel.

G. 2.3.3.4. COEFFICIENT DE FROTTEMENT TRANSVERSAL (SFCS)

G. 2.3.3.4.1. EXECUTION DES ESSAIS

Les mesures sont réalisées à l'aide du SCRIM ou d'un appareillage similaire pour autant que la reproductibilité des mesures soit au minimum égale à celle du SCRIM et qu'une corrélation soit établie avec ce dernier.

Les prescriptions concernent, par lot, le coefficient de frottement transversal (SFCS – Side Force Coefficient Scrim) mesuré sur revêtement mouillé, à une température de référence de 20 °C, et à la vitesse de 80 km/h sur les routes du réseau I, de 50 km/h sur les routes des réseaux II et III et de 30 km/h dans les giratoires. L'essai ne peut être réalisé que si la température du revêtement est comprise entre 5 et 35 °C.

Dans le cas où le revêtement comporte des salissures (terre, hydrocarbures, etc.), l'opération de nettoyage, en vue de l'essai, est assurée par l'adjudicataire. Elle est à charge de ce dernier à la réception provisoire et à charge du pouvoir adjudicateur à la réception définitive.

G. 2.3.3.4.2. SPECIFICATIONS

Durant n[(1)] années après la mise en service, toute section hectométrique dans chaque frayée de chaque lot répond aux prescriptions suivantes:

Caractéristique	**Réseau**			**Giratoire**
	I	**II**	**III_a**	
SFCS	≥ 0,48	≥ 0,48	≥ 0,48	≥ 0,58

Dans le cas de giratoires, les prescriptions sont d'application pour toute section décamétrique.

[(1)] n est le nombre d'années de garantie prévu aux documents du marché

G. 2.3.3.4.3. DISPOSITIONS PARTICULIERES

Si 0,53 > SFCS ≥ 0,48 pour une ou plusieurs sections hectométriques, toute section décamétrique y incluse présente, durant le délai de garantie, un SFCS ≥ 0,48.

En cas de problèmes particuliers (chantiers de longueur inférieure à 500 m, de ralentisseur(s), etc.) ainsi que pour les giratoires, toute section décamétrique présente, durant le délai de garantie, un SFCS supérieur aux valeurs définies au tableau ci-dessus.

G. 2.3.3.5. COEFFICIENT DE FROTTEMENT LONGITUDINAL (LFCG)

G. 2.3.3.5.1. EXECUTION DES ESSAIS

Dans les zones qui présentent des caractéristiques ne permettant pas de réaliser correctement un essai au SCRIM (tronçons de longueur inférieure à 100 m, piétonniers, pistes cyclables indépendantes, etc.) ainsi que sur les marquages routiers, les mesures sont réalisées à l'aide du Grip Tester.

Les prescriptions concernent, par lot, le coefficient de frottement longitudinal fixe (LFCG - Longitudinal Force Coefficient Grip) mesuré sur revêtement mouillé, à une température de référence de 20°C, et à la vitesse de 30 km/h. L'essai ne peut être réalisé que si la température du revêtement est comprise entre 5 et 35°C.

Dans le cas où le revêtement comporte des salissures (terre, hydrocarbures, etc.), l'opération de nettoyage, en vue de l'essai, est assurée par l'adjudicataire. Elle est à charge de ce dernier à la réception provisoire et à charge du pouvoir adjudicateur à la réception définitive.

G. 2.3.3.5.2. SPECIFICATIONS

Durant le délai de garantie, toute section hectométrique dans chaque frayée de chaque lot répond aux prescriptions suivantes:

Caractéristique	Réseau III_a	Marquages routiers
LFCG	≥ 55	≥ 55

Dans le cas de giratoires, les prescriptions sont d'application pour toute section décamétrique.

G. 2.3.3.6. TEXTURE DE SURFACE

Des prescriptions relatives à la texture de surface peuvent être précisées aux documents du marché.

G. 2.3.3.7. DRAINABILITE DES ENROBES DRAINANTS (PA)

Le niveau de drainabilité des enrobés drainants répond aux prescriptions suivantes:
- drainabilité individuelle: $D_i \leq 60$ s
- drainabilité moyenne d'un lot: $D_m \leq 40$ s

G. 2.3.3.8. COULEUR DE L'ENROBE BITUMINEUX

Les documents du marché fixent la teinte des enrobés bitumineux colorés.
La teinte est homogène sur l'ensemble du chantier.

G. 2.4. VERIFICATIONS

Sauf dispositions contraires, les prescriptions ci-après s'appliquent toujours à des couches élémentaires (B. 2.6.2).

G. 2.4.1. ECHANTILLONNAGE ET MESURES

G. 2.4.1.1. PRISE D'ECHANTILLON EN VRAC

La prise d'échantillon sur le matériau « en vrac » s'effectue:
- Autour des vis du finisseur:
  - pour les couches de roulement
  - pour les autres couches d'enrobés bitumineux pour lesquelles la différence entre l'épaisseur posée et le diamètre maximal des pierres est strictement inférieure à 20 mm, (cfr CME 54.27, § 5.3: échantillonnage du matériau situé autour des vis du finisseur)
- Derrière la table de finition du finisseur (avant compactage par les compacteurs):
  - dans les autres cas (cfr CME 54.27 §5.4: échantillonnage des matériaux mis en œuvre mais non compactés).

G. 2.4.1.2. FREQUENCE DE PRELEVEMENT

G. 2.4.1.2.1. PRELEVEMENTS PAR CAROTTAGES

Les carottages sont effectués suivant la fréquence prescrite au G. 1.4.2.1.1.

Les prélèvements par carottage sont réalisés de telle manière que les quantités de matières sont suffisantes pour réaliser les essais.
Si la quantité de matières prélevée en une carotte n'est pas suffisante pour réaliser les essais, plusieurs carottes sont prélevées au point de prélèvement.

Les prélèvements sont répartis sur l'ensemble de la surface.

Les carottes ne sont prélevées ni dans les joints, ni dans les zones posées manuellement, ni au droit des points singuliers déterminés contradictoirement avant la pose du revêtement.

G. 2.4.1.2.2. PRELEVEMENTS DE VRACS

Les prélèvements sont réalisés par un laboratoire accrédité ou par le pouvoir adjudicateur, contradictoirement avec l'adjudicataire.
La fréquence de prélèvements des vracs est fonction de l'épaisseur E (E = épaisseur nominale ou la moyenne des épaisseurs autorisées au G. 2.2 pour le reprofilage) de la couche d'enrobé bitumineux concernée:

Epaisseur	Fréquence de prélèvements	Type d'enrobé concerné à titre indicatif (liste non exhaustive)
80 mm < E	**1 par 1000 m²** avec un minimum de 3 par jour de pose	Grave-bitume et EME d'épaisseur > 80 mm
40 mm < E ≤ 80 mm	**1 par 2000 m²** avec un minimum de 3 par jour de pose	AC-14surf1 et SMA-14 AC-14base3 et AC-20base3 EME d'épaisseur ≤ 80 mm
E ≤ 40 mm	**1 par 3000 m²** avec un minimum de 3 par jour de pose	AC-10surf4, AC-6,3Surf4, AC-6,3surf8 et AC-4surf8 SMA-10 et SMA-6,3 AC-10base3 et AC-6,3base3 BBTM et PA

Cette règle fixant la fréquence s'applique pour chaque jour et pour chaque type d'enrobé bitumineux fourni par une même centrale.

Le nombre de m² à prendre en compte est la surface de cette couche déterminée sur base du métré arrondie à la limite supérieure (multiple de 1000 m² pour 80 mm < E, multiple de 2000 m² pour 40 mm < E ≤ 80 mm, multiple de 3000 m² pour E ≤ 40 mm).

Toutefois, le pouvoir adjudicateur peut adapter, en cours de journée, le nombre de prélèvements à la surface de la couche effectivement posée.

G. 2.4.2. CONTROLES EN COURS D'EXECUTION

G. 2.4.2.1. LES CONTROLES AVANT LA MISE EN ŒUVRE DES PRODUITS BITUMINEUX PORTENT SUR:

- la mise en œuvre des dispositions préliminaires définies au G. 2.2.8.1
- la présence de la fiche technique des enrobés bitumineux à mettre en œuvre
- la bonne adéquation entre les fiches techniques, l'étude préliminaire et les enrobés prescrits
- le matériel
- les niveaux des repères de réglage
- l'épaisseur probable de la couche par mesure du niveau par rapport aux repères ou aux éléments linéaires
- la régularité, la propreté et l'humidité du support de la couche bitumineuse
- le badigeonnage des faces verticales des éléments linéaires, des accessoires et des joints de reprise
- le nombre et la conformité des finisseurs et des compacteurs.

G. 2.4.2.2. LES CONTROLES LORS DE LA MISE EN ŒUVRE PORTENT SUR:

- la vérification des bons de livraison et de leur correspondance avec la fiche technique des enrobés bitumineux mis en œuvre
- la température du support
- la température de l'air
- la vitesse du vent
- le fonctionnement correct des finisseurs et des compacteurs
- l'absence de circulation sur la couche d'accrochage à l'exception des camions approvisionnant les finisseurs sans rampe intégrée
- les températures des produits avant leur épandage, au début du compactage et à la fin du compactage
- la durée du compactage
- les épaisseurs des couches en cours de compactage
- la régularité de surface
- la conformité du taux d'épandage des pierres du traitement de surface
- la composition des enrobés en cours de mise en œuvre (après transport).

G. 2.4.2.2.1. TEMPERATURE DES ENROBES

La température d'épandage est contrôlée dans la trémie du finisseur.
La température de cylindrage est contrôlée avant le passage du rouleau et en fin de compactage, en des endroits correspondant approximativement au début et à la fin du déversement d'un camion.

Des contrôles supplémentaires sont effectués à chaque incident.

G. 2.4.2.2.2. COMPOSITION DES ENROBES EN COURS D'EXECUTION - CONTROLES SUR VRACS

Les contrôles de la composition des enrobés (granularité et teneur en liant) en cours de mise en œuvre sont effectués sur chaque vrac prélevé. Ces essais sont réalisés à la fréquence définie en G. 2.4.1.2.2.

Les prescriptions du G. 2.3.1.1 et du G. 2.3.1.2 sont d'application.

Lorsque l'enrobé ne répond pas aux prescriptions relatives à la granularité, la teneur en liant et/ou le pourcentage de vides, les contrôles de l'orniérage et de la sensibilité à l'eau sont réalisés comme indiqué au G. 2.5.2.1.

G. 2.4.2.2.3. REGULARITE DE SURFACE

Les contrôles sont effectués immédiatement après cylindrage en tous points où l'état de surface laisse supposer que la planéité n'est pas conforme aux prescriptions.

G. 2.4.3. VERIFICATIONS APRES EXECUTION

Les essais suivants sont réalisés sur les carottes prélevées sur chantier (à la fréquence décrite en G. 2.4.1.2.1):

- Pourcentage de vides de chaque couche de revêtement bitumineux
- Compacité relative de chaque couche de revêtement bitumineux (pour les réseaux I et II)
- Epaisseur de chaque couche de revêtement bitumineux et épaisseur totale du revêtement bitumineux (sauf si posé à la tonne)

G. 2.4.3.1. CONTROLE DU POURCENTAGE DE VIDES SUR CAROTTES PRELEVEES SUR CHANTIER
(**Caractéristique influencée par la composition, la fabrication, le transport, l'épandage et le compactage de l'enrobé**)

Les contrôles sont effectués sur des carottes de 177 cm² (∅ 150 mm) extraites du revêtement.
Le nombre de prélèvement de carottes est conforme aux prescriptions du G. 2.4.1.2.1.

Les prescriptions du G. 2.3.2.1 sont d'application.

G. 2.4.3.2. CONTROLE DE L'EPAISSEUR ET DE LA COMPACITE RELATIVE (Caractéristiques influencées par l'épandage et le compactage de l'enrobé)

Les contrôles d'épaisseur et les contrôles de compacité relative sont effectués sur les carottes de 177 cm² (∅ 150 mm) extraites du revêtement pour la mesure du pourcentage de vides de la couche.

Le nombre de carottes prélevées est conforme aux prescriptions du G. 2.4.1.2.1.

Pour le contrôle des épaisseurs totales des carottes, lorsqu'une carotte représentative d'une section ne respecte pas les prescriptions, il peut être fait procéder à la repose en tout point conforme aux prescriptions (y compris au niveau des joints de réparation). La surface de réparation est déterminée comme suit.

Des carottages successifs sont réalisés de part et d'autre de la première carotte (dans le sens longitudinal) de manière à retrouver les épaisseurs voulues. Le remplacement du revêtement se fait sur toute la largeur de la voirie et sur la longueur définie par les carottages. Cette longueur doit être au minimum celle permettant la pose au finisseur.

G. 2.4.3.3. CARACTERISTIQUES DE SURFACE

Les prescriptions du G. 1.4.2.2 sont d'application.

G. 2.4.3.3.1. DRAINABILITE DES ENROBES DRAINANTS

Les contrôles sont effectués à raison de 1 par 1000 m², ainsi qu'en tous points où l'état de la surface laisse supposer un colmatage.
Ils sont réalisés le plus tôt possible après exécution du revêtement.

G. 2.4.3.3.2. PLANEITE TRANSVERSALE

Les contrôles sont effectués sur chaque lot par section hectométrique.

G. 2.5. PAIEMENT

G. 2.5.1. MESURAGE

Pour les revêtements posés en épaisseur constante, les paiements sont effectués sur base de la surface réellement exécutée. Les trapillons et autres accessoires de voirie ne sont pas déduits.
Pour les revêtements posés en épaisseur variable, les paiements sont effectués à la tonne, sur base des bons de livraison.
A la demande d'une des parties, le paiement peut être effectué sur base de l'épaisseur moyenne de la couche et de la masse volumique apparente, suivant la formule:

$$P = \frac{S \cdot E_m \cdot MVA}{100}$$

où P est la quantité d'enrobés mis en œuvre (en kg)
S est la surface totale exécutée (en m²)
E_m est l'épaisseur moyenne de la couche (en cm)
MVA est la masse volumique apparente moyenne de la couche (kg/m³).

Le paiement des couches de collage est effectué en fonction du type de support, sur base de la surface réellement exécutée. Le paiement de la couche de collage fait l'objet d'un poste séparé du métré. (d'application à partir du 01/01/2022).

La réalisation d'un reprofilage léger à base de MBCF 0/2 est payée sur base de la surface réellement exécutée.

Le paiement du traitement des joints par bande bitumineuse préformée en usine ou extrudée sur site est effectué sur base de la longueur de joint traité.
Le paiement du traitement au liant de la tranche des bords non contrebutés est effectué sur base de la longueur de bord traité.

En cas de grenaillage ou de cloutage au moyen de granulats de teinte claire, le paiement du supplément de prix est effectué sur base de la surface réellement grenaillée.

Les paiements sont effectués déductions faites des réfactions détaillées au G. 2.5.2 et au G. 2.5.3.

G. 2.5.2. REFACTIONS POUR MANQUEMENT

En cas de non-conformité des résultats d'essais et pour autant que les défauts constatés ne portent pas atteinte à la sécurité des usagers ou à la durabilité de l'ouvrage, le pouvoir adjudicateur peut accepter tout ou partie du revêtement aux conditions et moyennant les réfactions détaillées ci-après.

G. 2.5.2.1. GRANULARITE ET POURCENTAGE DE LIANT

En cas de dépassement des écarts tolérés, l'enrobé est refusé.

Pour autant que les défauts constatés ne portent pas atteinte à la sécurité des usagers ou à la durabilité de l'ouvrage, sur décision du pouvoir adjudicateur, l'enrobé peut être accepté si l'entrepreneur démontre à ses frais qu'il satisfait aux conditions suivantes:

- pour les routes des réseaux I et II,
  - dans le cas d'un excès de liant, un essai au simulateur de trafic, réalisé sur des éprouvettes fabriquées avec les matériaux et suivant la composition réellement mise en œuvre (carottes prélevées sur chantier) répond aux prescriptions du G. 2.2.3.1.3
  - dans le cas d'un manque de liant, un essai de sensibilité à l'eau, réalisé sur des éprouvettes fabriquées avec les matériaux et suivant la composition réellement mise en œuvre (vracs prélevés en cours d'exécution) répond aux prescriptions du G. 2.2.3.1.4
  - dans le cas d'écarts de granulométrie, un essai au simulateur de trafic (carottes prélevées sur chantier) et un essai de sensibilité à l'eau (vracs prélevés en cours d'exécution) sont réalisés sur des éprouvettes fabriquées avec les matériaux et suivant la composition réellement mise en œuvre.

Pour le simulateur de trafic, il est prélevé au total 6 carottes, soit deux séries de 3 carottes à deux endroits différents de la zone concernée par les vracs présentant des résultats des essais non conformes.

- pour les routes du réseau III,
  - dans le cas d'écart de la teneur en liant et/ou de la granulométrie, un essai Marshall (pourcentage de vides) réalisé sur des éprouvettes fabriquées avec les matériaux et suivant la composition réellement mise en œuvre répond aux prescriptions des paragraphes G. 2.2.3.1.1., G. 2.2.3.1.2. et G. 2.2.3.2.1.

G. 2.5.2.2. POURCENTAGE DE VIDES

G. 2.5.2.2.1. POURCENTAGE DE VIDES MOYEN

En cas de non-conformité des résultats d'essais et pour autant que les défauts constatés ne portent pas atteinte à la sécurité des usagers ou à la durabilité de l'ouvrage et que l'écart hors tolérance sur le pourcentage de vides moyen (mesuré sur carottes de chantier) ne dépasse pas 3,0 %, le pouvoir adjudicateur peut accepter le lot moyennant l'application d'une réfaction qui se calcule comme suit:

A. Cas où le pourcentage de vides moyen est supérieur au pourcentage de vides moyens maximums prescrit mais que l'écart entre ces 2 valeurs ne dépasse pas 3,0 %

$$R_{vm} = p.Q\ ((V_m - V_{m,max})/\ 3)^2$$

où R_{vm} = réfaction liée au pourcentage de vides moyen d'un lot (€).
V_m = pourcentage de vides moyen obtenu du lot, exprimé en % avec une décimale
$V_{m,max}$ = pourcentage de vides moyen maximum prescrit (G. 2.3.2.1).

p = prix unitaire de la couche concernée (€/m² ou €/t).
Q=S = surface du lot (m²) si le revêtement est mis en œuvre au m².
Q=P = quantité (t) mise en œuvre sur le lot de surface S si le revêtement est mis en œuvre à la tonne.

Si $V_m > V_{m,max} + 3,0$ %, la couche de revêtement concernée est refusée

B. Cas où le pourcentage de vides moyen est inférieur au pourcentage de vides moyen minimum prescrit mais que l'écart entre ces 2 valeurs ne dépasse pas 3,0%

$$\mathbf{R_{vm} = p.Q\ ((V_{m,min} - V_m)/\ 3)^2}$$

où R_{vm} = réfaction liée au pourcentage de vides moyen d'un lot (€).
V_m = pourcentage de vides moyen obtenu du lot, exprimé en % avec une décimale
$V_{m,min}$ = pourcentage de vides moyen minimum prescrit (G. 2.3.2.1).
p = prix unitaire de la couche concernée (€/m² ou €/t).
Q=S = surface du lot (m²) si le revêtement est mis en œuvre au m².
Q=P = quantité (t) mise en œuvre sur le lot de surface S si le revêtement est mis en œuvre à la tonne.

Si $V_m < V_{m,min} - 3,0$ %, la couche de revêtement concernée est refusée

G. 2.5.2.2.2. POURCENTAGE DE VIDES INDIVIDUEL

En cas de non-conformité des résultats d'essais et pour autant que les défauts constatés ne portent pas atteinte à la sécurité des usagers ou à la durabilité de l'ouvrage et que l'écart hors tolérance sur le pourcentage de vides individuel (mesuré sur carottes de chantier) ne dépasse pas 3,0 %, le pouvoir adjudicateur peut accepter la surface concernée par la carotte moyennant l'application d'une réfaction qui se calcule comme suit:

A. Cas où le pourcentage de vides individuel est supérieur au pourcentage de vides individuel maximum prescrit mais que l'écart entre ces 2 valeurs ne dépasse pas 3,0%

$$R_{Vi} = p.Q' ((V_i - V_{i,max})/\ 3)^2$$

$$Q' = Q/n$$

où n est le nombre de carottes prélevées dans le lot
R_{vi} = réfaction liée au pourcentage de vides individuel d'une partie du lot (€).
V_i = pourcentage de vides individuel obtenu, exprimé en %, avec une décimale
V_{imax} = le pourcentage de vides individuel maximum prescrit (G. 2.3.2.1).

Si $V_i > V_{imax} + 3,0$ %, la couche de revêtement concernée est refusée

B. Cas où le pourcentage de vides individuel est inférieur au pourcentage de vides individuel minimum prescrit mais que l'écart entre ces 2 valeurs ne dépasse pas 3,0 %

$$R_{Vi} = p.Q' ((V_{i,min} - V_i)/\ 3)^2$$

$$Q' = Q/n$$

où n est le nombre de carottes prélevées dans le lot.

R_{vi} = réfaction liée au pourcentage de vides individuel d'une partie du lot (€)
V_i = pourcentage de vides individuel obtenu, exprimé en % avec une décimale
V_{imin} = pourcentage de vides individuel minimum prescrit (G. 2.3.2.1).

Si $V_i < V_{imin} - 3,0$ %, la couche de revêtement concernée est refusée.

G. 2.5.2.3. EPAISSEUR

G. 2.5.2.3.1. EPAISSEUR D'UNE COUCHE ELEMENTAIRE

Une couche élémentaire est refusée si son épaisseur ($E_{i\,j}$) est inférieure à 2,5 D_g où D_g = dimension du plus gros granulat dans la dénomination de la granularité.

Pour les couches de roulement, lorsque l'épaisseur moyenne d'un lot est inférieure à l'épaisseur nominale, celle-ci peut être acceptée moyennant application d'une réfaction calculée comme suit:

$$R_{r1} = 2.S.\left(\frac{p_1}{E_{nom1}} - \frac{p_2}{E_{nom2}}\right).\left(E_{nom1} - E_{m1}\right)$$

où R_{r1} = réfaction liée à la régularité de la couche de roulement (€)
S = surface totale du lot (en m²)
p_1 = prix unitaire de la couche de roulement (€/m²)
p_2 = prix unitaire de la couche sous-jacente (€/m²)
E_{nom1} = épaisseur nominale de la couche de roulement (mm)
E_{nom2} = épaisseur nominale de la couche sous-jacente (mm)
E_{m1} = épaisseur moyenne de la couche de roulement (mm)

G. 2.5.2.3.2. EPAISSEUR TOTALE DU REVETEMENT

Les réfactions sont exprimées par rapport au manque d'épaisseur totale du revêtement $ME = \frac{E_{nom} - E}{E_{nom}}$.

Réseau I

Lorsque l'épaisseur moyenne d'un lot est inférieure à l'épaisseur nominale, le lot peut être accepté moyennant l'application d'une réfaction calculée comme suit:

$0 < ME_{mt} \leq 2{,}5\ \%$	$R_{Emt} = \frac{p \times Q \times ME_{mt}}{100}$
$2{,}5\ \% < ME_{mt} \leq 20\ \%$	$R_{Emt} = \frac{p \times Q \times (5{,}57\ ME_{mt} - 11{,}40)}{100}$
$ME_{mt} > 20\ \%$	REFUS

Lorsque, dans un lot, l'épaisseur individuelle d'une carotte est insuffisante, la section correspondante peut être acceptée moyennant l'application d'une réfaction calculée comme suit:

$10\ \% < ME_{it} \leq 20\ \%$	$R_{Eit} = \frac{p \times Q' \times (10\ ME_{it} - 100)}{100}$
$ME_{it} > 20\ \%$	REFUS

où R_{Emt} = réfaction liée à l'épaisseur moyenne (€)
R_{Eit} = réfaction liée à l'épaisseur individuelle (€)
ME_{mt} = manque d'épaisseur moyen (%)
ME_{it} = manque d'épaisseur individuel (%)
p = prix unitaire de la couche concernée (€/m²)
Q = surface du lot (m²)
Q' = surface de la section correspondant à une carotte individuelle (m²)

Réseau II

Lorsque l'épaisseur moyenne d'un lot est inférieure à l'épaisseur nominale, le lot peut être accepté moyennant l'application d'une réfaction calculée comme suit:

$0 < ME_{mt} \leq 5\ \%$	$R_{Emt} = \frac{p \times Q \times ME_{mt}}{100}$
$5\ \% < ME_{mt} \leq 25\ \%$	$R_{Emt} = \frac{p \times Q \times (4{,}75\ ME_{mt} - 18{,}75)}{100}$
$ME_{mt} > 25\ \%$	REFUS

Lorsque, dans un lot, l'épaisseur individuelle d'une carotte est insuffisante, la section correspondante peut être acceptée moyennant l'application d'une réfaction calculée comme suit:

$15\ \% < ME_{it} \leq 25\ \%$	$R_{Eit} = \frac{p \times Q' \times (10\ ME_{it} - 150)}{100}$
$ME_{it} > 25\ \%$	REFUS

où R_{Emt} = réfaction liée à l'épaisseur moyenne (€)
R_{Eit} = réfaction liée à l'épaisseur individuelle (€)
ME_{mt} = manque d'épaisseur moyen (%)
ME_{it} = manque d'épaisseur individuel (%)
p = prix unitaire de la couche concernée (€/m²)
Q = surface du lot (m²)
Q' = surface de la section correspondant à une carotte individuelle (m²)

Réseau IIIa et couche unique posée sur un reprofilage ou un béton de ciment neuf

Lorsque l'épaisseur moyenne d'un lot est inférieure à l'épaisseur nominale, le lot peut être accepté moyennant l'application d'une réfaction calculée comme suit:

$0 < ME_{mt} \leq 10\ \%$	$R_{Emt} = \frac{p \times Q \times ME_{mt}}{100}$
$10\ \% < ME_{mt} \leq 30\ \%$	$R_{Emt} = \frac{p \times Q \times (4{,}5\ ME_{mt} - 35)}{100}$
$ME_{mt} > 30\ \%$	REFUS

Lorsque, dans un lot, l'épaisseur individuelle d'une carotte est insuffisante, la section correspondante peut être acceptée moyennant l'application d'une réfaction calculée comme suit:

$15\ \% < ME_{it} \leq 30\ \%$	$R_{Eit} = \frac{p \times Q' \times (6{,}67\ ME_{it} - 100)}{100}$
$ME_{it} > 30\ \%$	REFUS

où R_{Emt} = réfaction liée à l'épaisseur moyenne (€)
R_{Eit} = réfaction liée à l'épaisseur individuelle (€)
ME_{mt} = manque d'épaisseur moyen (%)
ME_{it} = manque d'épaisseur individuel (%)
p = prix unitaire de la couche concernée (€/m²)
Q = surface du lot (m²)
Q' = surface de la section correspondant à une carotte individuelle (m²)

Réseau IIIb et couche unique (dans les autres cas)

Lorsque l'épaisseur moyenne d'un lot est inférieure à l'épaisseur nominale, le lot peut être accepté moyennant l'application d'une réfaction calculée comme suit:

$0 < ME_{mt} \leq 15\ \%$	$R_{Emt} = \frac{p \times Q \times ME_{mt}}{100}$
$15\ \% < ME_{mt} \leq 30\ \%$	$R_{Emt} = \frac{p \times Q \times (5{,}67\ ME_{mt} - 70)}{100}$
$ME_{mt} > 30\ \%$	REFUS

Lorsque, dans un lot, l'épaisseur individuelle d'une carotte est insuffisante, la section correspondante peut être acceptée moyennant l'application d'une réfaction calculée comme suit:

$15\ \% < ME_{it} \leq 50\ \%$	$R_{Eit} = \frac{p \times Q' \times (2{,}86\ ME_{it} - 42{,}86)}{100}$
$ME_{it} > 50\ \%$	REFUS

où R_{Emt} = réfaction liée à l'épaisseur moyenne (€)
R_{Eit} = réfaction liée à l'épaisseur individuelle (€)
ME_{mt} = manque d'épaisseur moyen (%)
ME_{it} = manque d'épaisseur individuel (%)
p = prix unitaire de la couche concernée (€/m²)
Q = surface du lot (m²)
Q' = surface de la section correspondant à une carotte individuelle (m²)

G. 2.5.2.4. COMPACITE RELATIVE

G. 2.5.2.4.1. COMPACITE RELATIVE MOYENNE

En cas de non-conformité des résultats d'essais et pour autant que les défauts constatés ne portent pas atteinte à la sécurité des usagers ou à la durabilité de l'ouvrage et que l'écart hors tolérance sur la compacité relative moyenne (mesurée sur carottes de chantier) ne dépasse pas 3,0 %, le pouvoir adjudicateur peut accepter le lot moyennant l'application d'une réfaction qui se calcule comme suit:

A. Cas où la compacité relative moyenne est supérieure à la compacité relative moyenne maximale prescrite mais que l'écart entre ces 2 valeurs ne dépasse pas 3,0 %

$$\mathbf{R_{cm} = p.Q\ ((C_m - C_{m,max})/\ 3)^2}$$

Où R_{cm} = réfaction liée à la compacité relative moyenne d'un lot (€)
C_m = compacité relative moyenne du lot, exprimé en % avec une décimale
$C_{m,max}$ = compacité relative moyenne maximale prescrite (G. 2.3.2.2.2)
p = prix unitaire de la couche concernée (€/m² ou €/t)
Q=S = surface du lot (m²) si le revêtement est mis en œuvre au m²
Q=P = quantité (t) mise en œuvre sur le lot de surface S si le revêtement est mis en œuvre à la tonne.

Si $C_m > C_{m,max} + 3{,}0\%$, la couche de revêtement concernée est refusée.

B. Cas où la compacité relative moyenne est inférieure à la compacité relative moyenne minimale prescrite mais que l'écart entre ces 2 valeurs ne dépasse pas 3,0 %

$$\mathbf{R_{cm} = p.Q\ ((C_{m,min} - C_m)/\ 3)^2}$$

où R_{cm} = réfaction liée à la compacité relative moyenne d'un lot (€)
C_m = compacité relative moyenne du lot, exprimé en % avec une décimale
$C_{m,min}$ = compacité relative moyenne minimale prescrite (G. 2.3.2.2.2)
p = prix unitaire de la couche concernée (€/m² ou €/t)
Q=S = surface du lot (m²) si le revêtement est mis en œuvre au m²
Q=P = quantité (t) mise en œuvre sur le lot de surface S si le revêtement est mis en œuvre à la tonne.

Si $C_m < C_{m,min} - 3{,}0\ \%$, la couche de revêtement concernée est refusée

G. 2.5.2.4.2. COMPACITE RELATIVE INDIVIDUELLE

En cas de non-conformité des résultats d'essais et pour autant que les défauts constatés ne portent pas atteinte à la sécurité des usagers ou à la durabilité de l'ouvrage et que l'écart hors tolérance sur la compacité relative individuelle (mesurée sur carottes de chantier) ne dépasse pas 3,0 %, le pouvoir adjudicateur peut accepter la surface concernée par la carotte moyennant l'application d'une réfaction qui se calcule comme suit:

A. Cas où la compacité relative individuelle est inférieure à la compacité relative individuelle minimale prescrite mais que l'écart entre ces 2 valeurs ne dépasse pas 3,0%

$$R_{Ci} = p.Q'.((C_{imin} - C_i)/3)^2$$

$$Q' = Q/n$$

où n est le nombre de carottes prélevées dans le lot.

R_{Ci} = réfaction liée à la compacité relative individuelle d'une partie du lot (€)
C_i = compacité relative individuelle de la partie concernée du lot
$C_{i,min}$ = compacité relative individuelle minimale prescrite (G. 2.3.2.2.2)

Si $C_i < C_{imin} - 3{,}0\%$, la couche de revêtement concernée est refusée.

B. Cas où la compacité relative individuelle est supérieure à la compacité relative individuelle maximale prescrite mais que l'écart entre ces 2 valeurs ne dépasse pas 3,0 %

$$R_{Ci} = p.Q'.((C_i - C_{imax})/3)^2$$

$$Q' = Q/n$$

où n est le nombre de carottes prélevées dans le lot.

R_{Ci} = réfaction liée à la compacité relative individuelle d'une partie du lot (€)
C_i = compacité relative individuelle de la partie concernée du lot
$C_{i,max}$ = compacité relative individuelle maximale prescrite (G.2.3.2.2.2).
p = prix unitaire de la couche concernée (€/m² ou €/t).
Q=S = surface du lot (m²) si le revêtement est mis en œuvre au m².
Q=P = quantité (t) mise en œuvre sur le lot de surface S si le revêtement est mis en œuvre à la tonne.

Si $C_i > C_{imax} + 3{,}0\%$, la couche de revêtement concernée est refusée.

G. 2.5.2.5. PLANEITE DE SURFACE A L'APL

Les prescriptions du G. 1.5.2.6. sont d'application.

G. 2.5.2.6. REGULARITE DE SURFACE

Pour les sous-couches, tout défaut de planéité est corrigé avant mise en œuvre de la couche sus-jacente, au moyen d'une méthode à soumettre à l'approbation du fonctionnaire dirigeant.

Pour la couche de roulement: toute partie de surface (9 m²) ne répondant pas aux prescriptions est refusée. Les irrégularités de surface sont corrigées au moyen d'une méthode à soumettre à l'approbation du fonctionnaire dirigeant.

G. 2.5.2.7. ORNIERAGE

Toute section hectométrique présentant une profondeur d'ornière supérieure à 6 mm à la réception provisoire ou supérieure à 8 mm à la fin de la période de garantie est refusée.
La planéité transversale est rétablie au moyen d'une méthode à soumettre à l'approbation du fonctionnaire dirigeant.

G. 2.5.2.8. COEFFICIENT DE FROTTEMENT TRANSVERSAL (SFCS) ET LONGITUDINAL (LFCG)

Les prescriptions du G. 1.5.2.7. sont d'application.

G. 2.5.2.9. DRAINABILITE DES ENROBES DRAINANTS

Toute surface ou partie de surface ne satisfaisant pas aux prescriptions est refusée. Elle est démolie et reconstruite.

G. 2.5.2.10. COULEUR DE L'ENROBE BITUMINEUX

Toute section d'enrobé coloré ne correspondant pas, durant toute la période de garantie, aux prescriptions du G. 2.3.3.8. ou des documents du marché est refusée.

G. 2.5.3. CUMUL DES REFACTIONS

Toutes les réfactions portant sur des critères différents sont appliquées cumulativement.

Pour un critère donné, seule la réfaction la plus pénalisante, entre la somme des réfactions individuelles et la réfaction moyenne, est appliquée.

Néanmoins, les réfactions sur la compacité relative et sur le pourcentage de vides ne se cumulent pas. Dans ce cas, seule la réfaction la plus pénalisante est d'application.

La réfaction globale est limitée à la valeur du lot (p x S) pour les caractéristiques moyennes et à la valeur de la fraction du lot (p x S') pour les caractéristiques individuelles.

Dans le cadre de ces essais (compacité relative, pourcentage de vides), en cas de réfaction ou de refus, l'enrobé peut être accepté sans réfaction si l'entrepreneur démontre à ses frais qu'il satisfait aux conditions suivantes:

- Un essai au simulateur de trafic réalisé dans la section litigieuse répond aux prescriptions du G. 2.2.3.1.3.

Pour le simulateur de trafic, il est prélevé au total 6 carottes, soit deux séries de 3 carottes à deux endroits différents dans la zone représentée par la carotte présentant les résultats d'essais les plus mauvais. Si l'essai au simulateur de trafic est non conforme, la zone concernée est refusée.

G. 3. REVETEMENTS EN ASPHALTE COULE (MA), ENDUITS SUPERFICIELS, MATERIAUX BITUMINEUX COULES A FROID (MBCF) ET ENDUITS SPECIAUX

G. 3.1. ASPHALTE COULE (MA)

G. 3.1.1. DESCRIPTION

Les revêtements en asphalte coulé sont obtenus par la mise en œuvre sans compactage d'asphalte coulé pour revêtement et réparation.
Les asphaltes coulés peuvent être mis en œuvre en couche de roulement (chaussées, pistes cyclables, trottoirs et piétonniers) et éventuellement en couche de liaison supérieure.
La pente transversale des chaussées et zones d'immobilisation est de 2,5 % minimum, ou à préciser aux documents du marché. Dans le cas des trottoirs, la pente transversale est de 1,5 % minimum.

G. 3.1.2. CLAUSES TECHNIQUES

G. 3.1.2.1. MATERIAUX

Les matériaux répondent aux prescriptions du chapitre C les concernant:
- sable pour traitement de surface: C. 3.4.6
- gravillons pour traitement de surface: C. 4.4.6
- vernis d'adhérence: C. 20
- bande bitumineuse (autoadhésive) préformée pour joint: C. 21.3.1
- bande bitumineuse extrudée pour joint: C. 21.3.2
- voile de verre: C. 46.2
- géogrille en fibre de verre ou en polyester: C. 27.1
- émulsions cationiques de bitume(s): C. 12.8
- émulsions à base de liant synthétique clair: C. 12.14
- masse de scellement à base de liant synthétique clair: C. 21.1
- asphalte coulé pour revêtement et réparation: C. 60.4.

G. 3.1.2.2. DENOMINATIONS ET COMPOSITIONS TYPES

Caractéristique	Type		
	MA-10-x	MA-6,3-x	MA-4-x
Granularité	0/10	0/6,3	0/4
Enveloppe de granularité	C. 60.4.2.2.1		
Type de liant	C. 60.4.2.1		
Teneur minimum en liant (%)	C. 60.4.2.2.2		
Epaisseur nominale (mm)	30 ou 40	25	20
Epaisseur de reprofilage (mm)	30 à 50	20 à 30	10 à 20

G. 3.1.2.3. SPECIFICATIONS DES ASPHALTES COULES

Les prescriptions du C. 60.4.2.3 sont d'application.

G. 3.1.2.4. FABRICATION

L'asphalte coulé est fabriqué dans des centrales d'enrobage discontinues adaptées.

Les centrales d'enrobage sont à fonctionnement automatique depuis le dosage des matériaux jusqu'à la sortie des produits. Elles sont équipées d'un système d'enregistrement digital en continu des températures et du dosage des différents constituants, ainsi que de la température des mélanges.

La centrale est équipée d'un système d'alarme ou d'un mécanisme d'arrêt qui réagit automatiquement en cas de fausse manœuvre ou de défectuosité survenant dans le processus de fabrication.

Les différents granulats, liants, fillers d'apport et de récupération sont entreposés séparément de manière à éviter tout mélange et toute salissure. Les réservoirs à liant sont calorifugés avec maintien automatique à température par chauffage indirect.

Sont lisibles: la température du liant dans les réservoirs à liant, celle d'au moins une des fractions granulométriques entreposées à chaud dans les trémies et celle des mélanges bitumineux directement après le malaxage.

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.

La température et la durée de malaxage sont adaptées de manière à obtenir un produit final homogène complètement enrobé et sec (teneur en eau inférieure à 0,5 % en masse). Les températures du mélange sont inférieures à 230°C. Pour les asphaltes coulés "basse température", elle est inférieure à la température maximale fixée par le fabricant

Immédiatement après la fabrication, l'asphalte coulé est déversé dans un malaxeur calorifugé.

G. 3.1.2.5. MISE EN ŒUVRE DES ASPHALTES COULES

G. 3.1.2.5.1. PRELIMINAIRES

Le document de référence QUALIROUTES-A-1 "Mise en place d'un système de gestion de la qualité lors de l'exécution des marchés de travaux" et ses annexes est d'application pour les revêtements de plus de 1000 m².
L'entrepreneur remet également au fonctionnaire dirigeant tous les documents détaillant les mesures de suivi de tous les facteurs ayant une influence sur la qualité du produit mis en œuvre, et en particulier:

- de l'exécution de tous les travaux préparatoires
- de la mise en place de la signalisation
- du dosage et de la réalisation d'une éventuelle couche de collage
- de la coordination de l'approvisionnement du ou des finisseur(s)
- des conditions de cloutage éventuel.

G. 3.1.2.5.2. PREPARATION DU SUPPORT

Avant mise en œuvre de l'asphalte coulé, la surface de la couche sous-jacente est sèche et nettoyée.
Les irrégularités de surface du support sont inférieures à 6 mm et sont rectifiées le cas échéant.
Les découpes du revêtement existant jouxtant le revêtement en asphalte coulé à réaliser sont verticales, nettes et rectilignes.

G. 3.1.2.5.3. LIAISON AVEC LE SUPPORT

Les documents du marché précisent si la pose se fait en adhérence, en indépendance ou en semi-adhérence.

- La pose en adhérence sur un support en béton ou un support bitumineux est obtenue par épandage sur ce dernier d'une couche de collage constituée d'un vernis bitumineux. L'entrepreneur choisit le type et la quantité de vernis qu'il met en œuvre pour assurer l'adhérence.
  La pose de l'asphalte coulé ne peut débuter avant que la totalité des composants volatils du vernis ne soient éliminés. Dans le cas d'un support bitumineux neuf et propre, le vernis bitumineux n'est pas nécessaire.

- La pose en indépendance est obtenue par interposition d'un voile de verre (min. 70 g/m²) entre le support et l'asphalte coulé.
  Une couche de collage est posée le long des bords de la surface à traiter, sur une largeur de 200 mm.

- La pose en semi-adhérence est obtenue par interposition d'une grille en fibre de verre, d'une grille en polyester ou d'un voile de verre perforé entre le support et l'asphalte coulé.

- Toute circulation sur la couche de collage ou sur le voile de verre est interdite, excepté celle des engins destinés à l'approvisionnement et à la mise en œuvre de l'asphalte coulé.

G. 3.1.2.5.4. TEMPERATURE DE L'ASPHALTE COULE LORS DE LA MISE EN ŒUVRE

La température des asphaltes coulés lors de la mise en œuvre est inférieure à la température mentionnée dans la note justificative.

G. 3.1.2.5.5. TRANSPORT

L'asphalte coulé est transporté jusqu'au chantier dans des malaxeurs calorifugés et chauffés qui permettent l'obtention d'un mélange homogène. Le mélange est malaxé à une température comprise dans les fourchettes reprises dans la note justificative. La thermostatisation du malaxeur est effective quel que soit le niveau de mélange dans le malaxeur. Celui-ci est équipé d'un dispositif d'enregistrement en continu de la température de l'asphalte coulé.
Les dispositions sont prises pour éviter l'encrassement de la sonde.

Le système de mesure de la température est calibré.

Un thermomètre étalonné permet de contrôler le bon fonctionnement du système de mesure de la température.

G. 3.1.2.5.6. EPANDAGE ET REGLAGE DE L'ASPHALTE COULE

Après versage sur le support, l'asphalte coulé est directement épandu et réglé à l'épaisseur souhaitée.
L'alimentation en asphalte coulé et en gravillons ou sable destinés au traitement de surface et la réalisation des travaux préparatoires permettent la réalisation sans temps d'arrêt des travaux de pose de l'asphalte coulé.

Les asphaltes coulés sont mis en œuvre à la main à l'aide de raclettes, rateaux ou taloches en bois ou mécaniquement à l'aide d'une poutre de répartition ou d'un finisseur spécial pour asphalte coulé

Dans le cas d'asphaltes colorés, tout l'outillage servant à la mise en œuvre est propre ou réservé à un coloris unique.

G. 3.1.2.5.7. TRAITEMENT DE SURFACE DES COUCHES DE ROULEMENT EN ASPHALTE COULE

Le traitement de surface a pour but d'atteindre la résistance à la glissance nécessaire et le coefficient de frottement transversal imposé.
Le sable ou les gravillons destinés au traitement de surface sont épandus et enfoncés dans l'asphalte encore chaud juste après le réglage de l'asphalte coulé de façon à être bien scellés dans celui-ci.

- Traitement de surface des revêtements de trottoirs et de piétonniers
  Les documents du marché indiquent si la couche supérieure des revêtements de trottoirs et piétonniers en asphalte coulé est traitée en surface. Ce traitement consiste en l'épandage de sable ou gravillons à raison de minimum 2 kg/m². Le sable ou les gravillons sont épandus et enfoncés (par brossage) dans l'asphalte coulé encore chaud juste après le réglage de l'asphalte coulé.
  L'excédent de sable ou de gravillons est enlevé par brossage et aspiration après refroidissement de l'asphalte coulé.
  Dans le cas d'asphalte coulé coloré, le sable ou les gravillons sont choisis en fonction de la teinte à obtenir

- Traitement de surface des revêtements de chaussées
  Le traitement de surface des couches de roulement et des couches de roulement provisoires de chaussées en asphalte coulé consiste en l'épandage de minimum 6 kg/m² de gravillons pour traitement de surface (calibre 2/4 ou 4/6,3). Les gravillons destinés au traitement de surface sont préenrobés à l'aide de 1 ± 0,3 % en masse de liant identique à celui de l'asphalte coulé à traiter. Dans le cas d'asphaltes coulés colorés, les gravillons de couleur sont préenrobés avec le même liant synthétique pigmentable que celui qui est utilisé pour fabriquer l'asphalte coulé coloré.

Les gravillons sont épandus et enfoncés dans l'asphalte coulé juste après le réglage de l'asphalte coulé.
L'enchâssement des gravillons est obtenu au moyen d'un rouleau statique léger manuel de minimum 50 kg et d'une largeur d'environ 50 cm. Les gravillons couvrent 100 % de la surface.
Le gravillonnage et son enchâssement dans l'asphalte coulé sont réalisés lorsque l'asphalte coulé est encore suffisamment chaud pour que les gravillons adhérent à l'asphalte coulé.
Le passage du rouleau ne peut entraîner de déformation de l'asphalte coulé.
L'entrepreneur procède régulièrement (notamment avant mise en circulation) à l'évacuation des pierres en excès par brossage et aspiration.

- Au cas où la masse volumique γ des gravillons s'écarte de 2,65 à 2,75 t/m³, le taux d'épandage t_0 est corrigé comme suit:

t (en kg/m²) = t_0 x (γ / 2,70)

G. 3.1.2.5.8. JOINTS DE REPRISE

Pareil joint existe lorsque deux bandes adjacentes n'ont pas été exécutées simultanément ou lorsque le revêtement en asphalte coulé est posé contre un revêtement d'un autre type, un élément linéaire ou un accessoire de voirie. Les joints de reprise sont décalés d'au moins 0,10 m d'une couche à l'autre. Ils sont nets, rectilignes et parallèles (joints longitudinaux) ou perpendiculaires (joints transversaux) à l'axe de la chaussée.

G. 3.1.2.5.9. TRAITEMENT DES JOINTS DE REPRISE

Pour les couches de liaison et de reprofilage, le traitement de joint comporte un réchauffage de la bande d'asphalte coulé posée en premier lieu, de façon à obtenir une fusion complète avec l'asphalte coulé de la seconde bande. Les joints de reprise sont « serrés » manuellement et talochés.
Pour les couches de roulement, les joints sont traités par application d'une bande bitumineuse extrudée ou préformée pour joints:

- La tranche de la bande d'asphalte coulé posée en premier lieu ou du béton préexistant est d'abord enduite au moyen d'un vernis d'adhérence.
  Le joint est ensuite réalisé au moyen d'une bande préformée en bitume, fabriquée sur chantier par extrusion et mise en place au moyen d'une machine spécialement conçue à cet effet.
  Lorsque la longueur du joint est inférieure à 250 m, et pour les joints transversaux, l'utilisation d'une bande bitumineuse préformée en usine et collée sur chantier est autorisée.
  Le traitement du joint au moyen d'une bande bitumineuse préformée en usine ou extrudée sur site fait l'objet d'un poste séparé du métré.

- Lorsque le revêtement en asphalte coulé est en contact avec des pavés, la tranche de la bande posée en premier lieu ou des pavés est enduite mécaniquement à l'émulsion de bitume ou, si les documents du marché le précisent, au moyen d'un liant non dilué.

Pour les couches de roulement en asphalte coulé coloré, les joints sont traités par mise en œuvre d'une masse de scellement colorée fabriquée à base de liant synthétique pigmentable. Cette masse est coulée dans une rainure de 10 mm de large au minimum, réalisée par fraisage ou par pose d'un gabarit contre la bande posée en premier lieu ou du béton préexistant. Le traitement du joint au moyen d'une masse de scellement colorée fait l'objet d'un poste séparé du métré.

G. 3.1.3. SPECIFICATIONS

G. 3.1.3.1. EXIGENCES SUR CHANTIER CONCERNANT LES CARACTERISTIQUES DE L'ASPHALTE COULE

Sauf dispositions contraires, les spécifications ci-après concernent toujours des couches élémentaires (B. 2.6.2.).

G. 3.1.3.1.1. GRANULARITE

Pour chaque lot, l'écart maximum admis, en plus ou en moins, entre le passant fixé dans la formule proposée et le passant moyen sur chaque tamis, exprimé en % en valeur absolue, répond aux prescriptions suivantes:

Tamis (mm)	Granularité de l'asphalte coulé (MA)		
	0/10	0/6,3	0/4
14	0,0	-	-
10	4,0	0,0	-
6,3	4,0	4,0	0,0
4	-	-	4,0
2	3,0	3,0	3,0
0,500	3,0	3,0	3,0
0,063	2,0	2,0	2,0

Si le nombre d'échantillons est inférieur à 10, les valeurs 4,0 – 3,0 et 2,0 deviennent respectivement 6,0 – 4,0 et 3,0.

G. 3.1.3.1.2. TENEUR EN LIANT

La teneur en liant est la teneur à retrouver à l'analyse.
Pour chaque lot, les écarts maxima admis, en plus ou en moins, entre la teneur en liant fixée dans la composition proposée et les teneurs moyennes et individuelles en liant obtenues répondent aux prescriptions suivantes:

Caractéristique	Ecart maximal admis en plus ou en moins (%)
Teneur moyenne en liant pour n ≥10	0,25
Teneur moyenne en liant pour n < 10	0,30
Teneur individuelle en liant	0,50

où n est le nombre d'échantillons prélevés.

G. 3.1.3.1.3. INDENTATION

L'écart maximum admis, en plus ou en moins, entre l'indentation mesurée sur des échantillons individuels prélevés sur chantier et la valeur fixée dans la composition proposée est de 2 mm, tout en répondant aux prescriptions du C. 60.1.2.3.1, C. 60.2.2.3.1, C. 60.3.2.3.1, C. 60.4.2.3.1 ou C. 60.5.2.3.1 en fonction du type d'asphalte coulé.

G. 3.1.3.2. EXIGENCES CONCERNANT LA MISE EN ŒUVRE DE L'ASPHALTE COULE

Epaisseur totale du revêtement.

Le contrôle porte sur l'épaisseur de l'ensemble des couches posées en épaisseur nominale.
La première couche n'est prise en compte que si elle est posée en épaisseur nominale (constante) et si le support répond aux prescriptions du G. 3.1.3.3.1.

Pour chaque lot, les prescriptions suivantes sont d'application:

Caractéristique (%)	Réseau	
	I	II et III
ME_{mt}	0	0
ME_{it}	≤ 15	≤ 20

où ME_{mt} = manque d'épaisseur moyen
ME_{it} = manque d'épaisseur individuel
E_{nomt} = somme des épaisseurs nominales des différentes couches
E_{it} = épaisseur totale des couches posées de chacune des n carottes.
E_{mt} = épaisseur moyenne des couches posées.

$$E_{m1} = \frac{\sum_{i=1}^{i=n} E_{it}}{n}$$

$$ME_{it} = \frac{E_{nomt} - E_{it}}{E_{nomt}} \times 100\%$$

$$ME_{mt} = \frac{E_{nomt} - E_{mt}}{E_{nomt}} \times 100\%$$

G. 3.1.3.3. CARACTERISTIQUES DE SURFACE

G. 3.1.3.3.1. PLANEITE LONGITUDINALE A L'APL

Les prescriptions du G. 2.3.3.1 sont d'application.

G. 3.1.3.3.2. MESURE DE LA REGULARITE DE SURFACE

Les prescriptions du G. 2.3.3.2 sont d'application.

G. 3.1.3.3.3. PLANEITE TRANSVERSALE

Les prescriptions du G. 2.3.3.3 sont d'application.

G. 3.1.3.3.4. COEFFICIENT DE FROTTEMENT TRANSVERSAL (SFCS) ET LONGITUDINAL (LFCG)

Les prescriptions du G. 2.3.3.4 et/ou du G. 2.3.3.5 sont d'application.

G. 3.1.3.3.5. TEXTURE DE SURFACE

Les prescriptions du G. 2.3.3.6 sont d'application.

G. 3.1.3.3.6. COULEUR DE L'ASPHALTE COULE

Les prescriptions du G. 2.3.3.8 sont d'application.

G. 3.1.4. VERIFICATIONS

G. 3.1.4.1. LES CONTROLES AVANT LA MISE EN ŒUVRE DE L'ASPHALTE COULE:

- la mise en œuvre des dispositions préliminaires définies au G. 3.1.2.5.1.
- la présence de la fiche technique des asphaltes coulés à mettre en œuvre
- la bonne adéquation entre les fiches techniques, l'étude préliminaire et les enrobés prescrits
- le matériel
- les niveaux des repères de réglage
- le nombre et la conformité des poutres de répartition ou des finisseurs éventuels
- la régularité et la propreté du support

- l'absence de givre, de verglas et d'humidité sur le support
- les travaux préparatoires au traitement des joints.

G. 3.1.4.2. LES CONTROLES LORS DE LA MISE EN ŒUVRE PORTENT SUR:

- la vérification des bons de livraison et de leur correspondance avec la fiche technique des asphaltes coulés mis en œuvre
- la température du support
- la température de l'air
- la vitesse du vent
- l'absence de circulation sur la couche d'accrochage à l'exception des dumpers approvisionnant l'asphalte coulé
- les températures des produits avant leur épandage
- les épaisseurs des couches en cours d'épandage et de réglage
- la régularité de surface
- la conformité du taux d'épandage des pierres du traitement de surface
- la composition des asphaltes coulés.

G. 3.1.4.2.1. CONTROLE DE LA GRANULARITE, DE LA TENEUR EN LIANT ET DE L'INDENTATION DES ASPHALTES COULES

Toute fourniture d'asphalte coulé est divisée en lots.

Un lot est défini par la fourniture journalière d'un même type d'asphalte coulé en provenance d'une même centrale d'enrobage.

Les caractéristiques sont mesurées sur des échantillons en vrac prélevés aléatoirement à la goulotte du camion malaxeur à raison d'un échantillon par 50 t, avec un minimum d'un échantillon par jour.

G. 3.1.4.2.2. TEMPERATURE DES ENROBES

La température d'épandage est contrôlée dans la brouette ou à la sortie du dumper.

Des contrôles supplémentaires sont effectués à chaque incident.

G. 3.1.4.2.3. REGULARITE DE SURFACE

Les contrôles sont effectués immédiatement après refroidissement à raison de 10 par 1.000 m², ainsi qu'en tous points où l'état de surface laisse supposer que la planéité n'est pas conforme aux prescriptions.

G. 3.1.4.3. VERIFICATIONS APRES EXECUTION

G. 3.1.4.3.1. CONTROLE DE LA FABRICATION DE L'ASPHALTE COULE

Sauf disposition contraire figurant aux documents du marché, le contrôle de la granularité, de la teneur en liant et de l'indentation s'effectue uniquement lors de la mise en œuvre (à partir d'échantillons en vrac).

G. 3.1.4.3.2. CONTROLE DE LA MISE EN ŒUVRE DE L'ASPHALTE COULE

Les contrôles portent sur l'épaisseur et l'orniérage.

L'échantillonnage est réalisé conformément aux prescriptions du G. 1.4.2.1.1.

Pour le contrôle des épaisseurs totales des carottes, lorsqu'une carotte représentative d'une section ne respecte pas les prescriptions, il peut être fait procéder à la repose en tout point conforme aux prescriptions (y compris au niveau des joints de réparation). La surface de réparation est déterminée comme suit:
des carottages successifs sont réalisés de part et d'autre de la première carotte (dans le sens longitudinal) de manière à retrouver les épaisseurs voulues. Le remplacement du revêtement se fait sur toute la largeur de la voirie et sur la longueur définie par les carottages.

G. 3.1.4.3.3. CARACTERISTIQUES DE SURFACE

Les prescriptions du G. 1.4.2.2. sont d'application.

G. 3.1.5. PAIEMENT

G. 3.1.5.1. MESURAGE

Pour les revêtements posés en épaisseur constante, les paiements sont effectués sur base de la surface réellement exécutée. Les trapillons et autres accessoires de voirie ne sont pas déduits.
Pour les revêtements posés en épaisseur variable, les paiements sont effectués à la tonne, sur base des bons de livraison.
A la demande d'une des parties, le paiement peut être effectué sur base de l'épaisseur moyenne de la couche et de la masse volumique apparente, suivant la formule:

$$P = \frac{S \cdot E_m \cdot MVA}{100}$$

où P est la quantité d'enrobés mis en œuvre (en kg)
S est la surface totale exécutée (en m²)
E_m est l'épaisseur moyenne de la couche (en cm)
MVA est la masse volumique apparente moyenne de la couche (kg/m³)

Le paiement du traitement des joints par bande bitumineuse préformée en usine ou extrudée sur site est effectué sur base de la longueur de joint traité.

Le paiement du traitement des joints par masse de scellement colorée est effectué sur base de la longueur de joint traité.

Les paiements sont effectués déductions faites des réfactions détaillées au G. 3.1.5.2. et au G. 3.1.5.3.

G. 3.1.5.2. REFACTIONS POUR MANQUEMENT

En cas de non-conformité des résultats d'essais, le pouvoir adjudicateur peut accepter tout ou partie du revêtement aux conditions et moyennant les réfactions détaillées ci-après:

G. 3.1.5.2.1. GRANULARITE ET POURCENTAGE DE LIANT

En cas de dépassement des écarts tolérés, l'asphalte coulé est refusé.

Il peut toutefois être accepté si l'entrepreneur démontre à ses frais qu'il satisfait aux conditions suivantes:
- dans le cas d'un excès de liant, un essai au simulateur de trafic, réalisé sur des carottes prélevées dans la section litigieuse, répond aux prescriptions du C. 60.4.2.3.5.
- dans le cas d'écarts de granulométrie, le fonctionnaire dirigeant et l'entrepreneur conviennent de l'essai adéquat.

G. 3.1.5.2.2. INDENTATION

En cas de dépassement des écarts tolérés, l'asphalte coulé est refusé.

Il peut toutefois être accepté si l'entrepreneur démontre à ses frais qu'un essai au simulateur de trafic, réalisé sur des carottes prélevées dans la section litigieuse répond aux prescriptions du C. 60.4.2.3.4.

G. 3.1.5.2.3. EPAISSEUR

Les réfactions sont exprimées par rapport au manque d'épaisseur totale du revêtement.

Réseau I

Lorsque l'épaisseur moyenne d'un lot est inférieure à l'épaisseur nominale, le lot peut être accepté moyennant l'application d'une réfaction calculée comme suit:

$0 < ME_{mt} \leq 2,5\%$	$R_{Emt} = \frac{p \times Q \times ME_{mt}}{100}$
$2,5\ \% < ME_{mt} \leq 15\%$	$R_{Emt} = \frac{p \times Q \times (7,8\ ME_{mt} - 17)}{100}$
$ME_{mt} > 15\%$	REFUS

Lorsque, dans un lot, l'épaisseur individuelle d'une carotte est insuffisante, la section correspondante peut être acceptée moyennant l'application d'une réfaction calculée comme suit:

$10\ \% < ME_{it} \leq 15\%$	$R_{Eit} = \frac{p \times Q' \times (20\ ME_{i} - 200)}{100}$
$ME_{it} > 15\%$	REFUS

où R_{Emt} = réfaction liée à l'épaisseur moyenne (€)
R_{Eit} = réfaction liée à l'épaisseur individuelle (€)
ME_{mt} = manque d'épaisseur moyen (%)
ME_{it} = manque d'épaisseur individuel (%)
p = prix unitaire de la couche concernée (€/m²)
Q = surface du lot (m²)
Q' = surface de la section correspondant à une carotte individuelle (m²)

Réseaux II et III

Lorsque l'épaisseur moyenne d'un lot est inférieure à l'épaisseur nominale, le lot peut être accepté moyennant l'application d'une réfaction calculée comme suit:

$0 < ME_{mt} \leq 5\%$	$R_{Emt} = \frac{p \times Q \times ME_{mt}}{100}$
$5\ \% < ME_{mt} \leq 20\%$	$R_{Emt} = \frac{p \times Q \times (6,33\ ME_{mt} - 26,65)}{100}$
$ME_{mt} > 20\%$	REFUS

Lorsque, dans un lot, l'épaisseur individuelle d'une carotte est insuffisante, la section correspondante peut être acceptée moyennant l'application d'une réfaction calculée comme suit:

$15\ \% < ME_{it} \leq 20\%$	$R_{Eit} = \frac{p \times Q' \times (20\ ME_{it} - 300)}{100}$
$ME_{it} > 20\%$	REFUS

où R_{Emt} = réfaction liée à l'épaisseur moyenne (€)
R_{Eit} = réfaction liée à l'épaisseur individuelle (€)
ME_{mt} = manque d'épaisseur moyen (%)
ME_{it} = manque d'épaisseur individuel (%)
p = prix unitaire de la couche concernée (€/m²)
Q = surface du lot (m²)
Q' = surface de la section correspondant à une carotte individuelle (m²)

G. 3.1.5.2.4. PLANEITE DE SURFACE A L'APL

Les prescriptions du G. 1.5.2.6. sont d'application.

G. 3.1.5.2.5. REGULARITE DE SURFACE

Pour les sous-couches, tout défaut de planéité est corrigé avant mise en œuvre de la couche sus-jacente, au moyen d'une méthode à soumettre à l'approbation du fonctionnaire dirigeant.

Pour la couche de roulement: toute partie de surface (9 m²) ne répondant pas aux prescriptions est refusée. Les irrégularités de surface sont corrigées au moyen d'une méthode à soumettre à l'approbation du fonctionnaire dirigeant.

G. 3.1.5.2.6. ORNIERAGE

Toute section hectométrique présentant une profondeur d'ornière supérieure à 6 mm à la réception provisoire ou supérieure à 8 mm à la fin de la période de garantie est refusée.

La planéité transversale est rétablie au moyen d'une méthode à soumettre à l'approbation du fonctionnaire dirigeant.

G. 3.1.5.2.7. COEFFICIENT DE FROTTEMENT TRANSVERSAL (SFCS) ET LONGITUDINAL (LFCG)

Les prescriptions du G.1.5.2.7. sont d'application.

G. 3.1.5.2.8. COULEUR DE L'ASPHALTE COULE

Toute section d'asphalte coulé coloré ne correspondant pas, durant toute la période de garantie, aux prescriptions du G. 2.3.3.6 ou des documents du marché est refusée.

G. 3.1.5.3. CUMUL DES REFACTIONS

Les prescriptions du G. 1.5.3 sont d'application.

G. 3.2. ENDUITS SUPERFICIELS

Les enduits superficiels sont conformes à la NBN EN 12271.
Le délai de garantie des enduits superficiels est de 3 ans.

G. 3.2.1. DEFINITIONS

G. 3.2.1.1. ENDUITS SUPERFICIEL

L'enduit superficiel est un traitement de surface qui consiste à mettre en place une mosaïque fermée de gravillons (épandus en une ou deux couches monogranulaires) au moyen d'au moins une couche de liant de viscosité appropriée préalablement épandu.

G. 3.2.1.2. FAMILLES D'ENDUITS SUPERFICIELS ET CATEGORIES DE ROUTES

Les différentes familles d'enduits superficiels sont définies au tableau ci-dessous.

Famille de produits	1	2	3	4	5	6	7	8
Type de trafic	Réseaux I et II				Réseau III			
Type d'enduit superficiel	Enduit monocouche (1)		Enduit bicouche et enduit monocouche double gravillonnage		Enduit monocouche		Enduit bicouche et enduit monocouche double gravillonnage	
Type de liant	b_1	b_2	b_1 (1)	b_2	b_1	b_2	b_1	b_2

(1) Pas d'application sur le réseau I.
b_1: émulsions cationiques de bitume ou bitumes fluxés

b_2: émulsions cationiques de bitumes modifiés par des polymères ou bitumes fluxés à base de bitumes polymères.

Les documents du marché précisent la (les) famille(s) d'enduits à mettre en œuvre.

G. 3.2.1.3. TYPES D'ENDUITS SUPERFICIELS

Les documents du marché spécifient les types d'enduits parmi ceux mentionnés au tableau ci-dessous.

Type	Dénomination	Couche	Classe de granularité
Enduit monocouche	2/4 - 4/6,3 - 6,3/10 - 10/14	supérieure	2/4 - 4/6,3 - 6,3/10 - 10/14
Enduit monocouche double gravillonnage	4/10	supérieure	4/6,3
		inférieure	6,3/10
	4/14	supérieure	4/6,3
		inférieure	10/14
Enduit bicouche	2/6,3	supérieure	2/4
		inférieure	4/6,3
	2/10	supérieure	2/4
		inférieure	6,3/10
	4/10	supérieure	4/6,3
		inférieure	6,3/10
	4/14	supérieure	4/6,3
		inférieure	10/14

G. 3.2.2. CLAUSES TECHNIQUES

G. 3.2.2.1. MATERIAUX

Les matériaux répondent aux prescriptions du chapitre C les concernant:
- gravillons: C. 4.4.6.
- liants: C. 12
  - bitume fluxé: C. 12.5
  - bitume fluxé à base de bitume(s) polymère(s): C. 12.6
  - émulsions cationiques de bitume(s) C67B1 et émulsions cationiques de bitume(s) modifié(s) par des polymères C69BP1: C. 12.8.

  L'emploi d'un bitume fluxé Fm5B2 ou d'une émulsion cationique de bitume C67B1 n'est autorisé que sur les routes du réseau II b et du réseau III, quelle que soit la famille de produits concernés.

L'entrepreneur choisit les matériaux de façon à satisfaire aux prescriptions du G. 3.2.3.

G. 3.2.2.2. RENSEIGNEMENTS PREALABLES A FOURNIR

Au moins 15 jours avant la mise en œuvre, l'entrepreneur remet au fonctionnaire dirigeant une note justificative. Celle-ci comprend au moins les renseignements suivants:
- le nom et les coordonnées de l'enduiseur
- la version du cahier des charges type en vigueur
- le code de la note justificative
- les caractéristiques des matières premières (gravillons, liant, additifs...)
- le type de liant choisi (émulsion cationique de bitume ou bitume fluxé) et son taux d'épandage
- le taux d'épandage des gravillons.

En annexe à la note justificative figurent:
- l'étiquette CE (obligatoire pour tous les produits soumis au marquage CE)

- les fiches techniques des composants (gravillons, liant, additifs...)
- les données enregistrées pour les planches test pour essais de type initiaux (TAIT) correspondant à la famille concernée, conformément à l'annexe C de la NBN EN 12271
- le certificat de maîtrise de la production (FPC) conformément à l'annexe A de la NBN EN 12271.

La fiche technique de chaque composant comprend au moins les renseignements suivants:
- le nom et la localisation du fabricant de la matière première
- le lieu d'origine
- la nature et le nom complet du produit, en fonction du document normatif d'application sur la matière première
- la dénomination commerciale, utilisée sur les documents de livraison
- toutes les caractéristiques de la matière première spécifiées dans le cahier des charges
- les valeurs déclarées (résultat moyen d'une série d'essais)
- la date de réalisation de la fiche technique.

Si une des données mentionnées sur la fiche technique d'une matière première change, le fabricant transmet immédiatement la nouvelle fiche technique au fonctionnaire dirigeant.

G. 3.2.2.3. MISE EN ŒUVRE

G. 3.2.2.3.1. REPARATIONS PREALABLES

Si les documents du marché le prévoient, les réparations suivantes sont exécutées et ce au moins quinze jours avant le début de l'enduisage:
- réparation des flaches et nids-de-poule (suivant M. 3.6.)
- traitement par fraisage des zones déformées (suivant M. 3.1.) et/ou par mise en œuvre d'un MBCF ou d'un asphalte coulé (suivant M. 3.2.)
- traitement des joints et des fissures (suivant M. 3.4. pour les supports en enrobés ou suivant M. 2.5. pour les supports en béton)
- traitement des zones poreuses ou finement fissurées par application d'émulsion cationique de bitume suivie de gravillons 2/4
- mise à niveau d'éléments localisés (suivant M. 1.4.).

G. 3.2.2.3.2. PERIODE D'ENDUISAGE

La période de mise en œuvre autorisée est fixée au tableau suivant:

Réseau	Début de mise en œuvre	Fin de mise en œuvre
I	1er avril	31 août (1)
II	1er avril	30 septembre (1)
III	1er avril	31 octobre (1)

L'entrepreneur peut toutefois, sous sa responsabilité, proposer de s'écarter de ces périodes.

(1) Ces dates sont ramenées au 15 août dans le cas des bitumes fluxés.

G. 3.2.2.3.3. TRAVAUX PREPARATOIRES

Le cas échéant, les travaux préparatoires suivants sont exécutés avant toute mise en œuvre:
- élimination par raclage ou brossage de tous débris organiques, terres, plaques argileuses et autres déchets, en particulier le long des éléments linéaires
- élimination des traces d'huiles et de corps gras et brossage mécanique de toute la surface de la chaussée
- masquage des avaloirs, trapillons et autres éléments localisés
- si les documents du marché le prévoient, enlèvement des marquages routiers.

G. 3.2.2.3.4. MISE EN ŒUVRE

L'entrepreneur détermine les taux d'épandage du (des) liant(s) et des gravillons ainsi que les procédures d'exécution de façon à garantir la conformité de l'enduit superficiel aux prescriptions du G. 3.2.3. Les taux sont adaptés en fonction des circonstances.

Les joints longitudinaux entre les surfaces à enduire et les revêtements adjacents ou les éléments linéaires sont enduits partiellement (chevauchement ± 2 cm) sauf si le joint a fait l'objet d'un traitement préalable.

Dans le cas d'un enduit bicouche, aux extrémités de la section, la couche supérieure déborde de 0,50 m par rapport à la couche inférieure.

Les extrémités de la (des deux) couche(s) sont nettes, rectilignes et perpendiculaires à l'axe de la chaussée.

G. 3.2.2.3.5. OUVERTURE AU TRAFIC

L'enlèvement des masquages a lieu immédiatement après la mise en œuvre des granulats et, en tout cas, avant la rupture de l'émulsion.
Aucune circulation n'est admise sur la surface avant achèvement du cylindrage et rupture complète de l'émulsion éventuellement utilisée.
Pour tous les enduits, le trafic est admis en deux phases successives après le compactage.

– 1ère phase

  Durée: - 1 heure minimum sur les routes du réseau I
  - 3 heures minimum sur les routes des réseaux II et III.

  Vitesse du trafic: l'entrepreneur prend toutes dispositions pour limiter la vitesse à 30 km/h.

  Au terme de la 1ère phase, l'entrepreneur élimine les pierres non fixées au moyen d'une brosse mécanique munie d'un aspirateur.

– 2ème phase

  Durée: - 1 semaine minimum sur les routes du réseau I
  - 2 semaines minimum sur les routes des réseaux II et III.

  Vitesse du trafic: limitée à 50 km/h par signalisation.

  Durant la deuxième phase et jusqu'à la réception provisoire, l'entrepreneur procède régulièrement à l'élimination des pierres non fixées au moyen d'une brosse mécanique munie d'un aspirateur et maintient sur le chantier une signalisation indiquant les projections possibles de pierres.

  En cas de soudaines conditions météorologiques défavorables survenant pendant ou juste après l'exécution, toute circulation sur les zones enduites est interdite.

G. 3.2.3. SPECIFICATIONS

G. 3.2.3.1. EPANDAGE DE LIANT

Le taux d'épandage du liant est fixé par l'entrepreneur.
La tolérance pour le taux d'épandage du liant est de $\pm$ 5 %.
Le coefficient de variation transversale est $\leq$ 10 %.

G. 3.2.3.2. EPANDAGE DES GRAVILLONS

Pour chaque calibre, le taux d'épandage des gravillons est fixé par l'entrepreneur.
La tolérance pour le taux d'épandage des gravillons est de $\pm$ 15 %.
Le coefficient de variation transversale est $\leq$ 15 %.

G. 3.2.3.3. EVALUATION VISUELLE DES DEFAUTS

Caractéristique	Coefficient	Après un an (entre 11 et 13 mois après mise en circulation)		A réception définitive	
		Réseau I	Réseaux II et III	Réseau I	Réseaux II et III
Ressuage (%)	P_1	≤ 0,5	≤ 1	≤ 1	≤ 2,5
Pelade et arrachement (%)	P_2	≤ 0,2	≤ 0,5	≤ 0,5	≤ 1
Plumage (%)	P_3	≤ 3	≤ 6	≤ 6	≤ 10
Peignage (m)	P_4	≤ 2	≤ 10	≤ 10	≤ 90

G. 3.2.3.4. COEFFICIENT DE FROTTEMENT TRANSVERSAL (SFCS) ET LONGITUDINAL (LFCG)

Les prescriptions du G. 2.3.3.4. et/ou du G. 2.3.3.5. sont d'application.

G. 3.2.3.5. COULEUR DE L'ENDUIT SUPERFICIEL

Les prescriptions du G. 2.3.3.8. sont d'application.

G. 3.2.3.6. TEXTURE DE SURFACE

Des prescriptions relatives à la texture de surface peuvent être précisées aux documents du marché.

G. 3.2.4. EVALUATION DE LA CONFORMITE

Pour l'attestation de conformité CE, les enduits relèvent du système CE 2+.

L'évaluation de la conformité à la NBN EN 12271 doit être démontrée par:

- Une planche test pour essais de type initiaux (TAIT) correspondant à la famille concernée, conformément à l'annexe C de la NBN EN 12271. Les essais à réaliser sont ceux prévus au tableau 2 de la NBN EN 12271, à l'exception de la cohésion du liant et de l'adhésivité liant-gravillons. Les essais relatifs aux gravillons et aux liants sont ceux prévus au C. 4.4.6. (gravillons) et au C. 12. (liants).

  L'évaluation visuelle des défauts entre 11 et 13 mois après la pose de l'enduit se fait suivant la méthode qualitative. De plus, les essais réalisés lors du TAIT correspondent aux exigences des points G. 3.2.3.1, G. 3.2.3.2. et G. 3.2.3.3. (valeurs après un an).

- Le certificat de maîtrise de la production (FPC), conformément aux annexes A et B de la NBN EN 12271.

  Le tableau B. 6 de l'annexe B (fréquences minimales d'inspection et d'essais) est précisé comme suit:

Ligne	Inspection / Essai	Objet	Fréquence minimale F
1	Dosage du liant	Vérifier que la quantité de liant sur la chaussée répond aux exigences de la formulation	Pour les chantiers de surface ≥ 10.000 m², catégorie F1 (rapport entre la quantité de liant utilisée et la surface de l'enduit superficiel pour chaque chantier) Pour les chantiers de surface < 10.000 m², catégorie F0 (comme établi dans le plan qualité)

2	Coefficient de variation transversale du liant	Vérifier que la rampe d'épandage est conforme à la spécification	Catégorie F0 (comme établi dans le plan qualité)
3	Dosage des gravillons	Vérifier que la quantité de gravillons sur la chaussée répond aux exigences de la formulation	Pour les chantiers de surface ≥ 10.000 m², catégorie F1 (rapport entre la quantité de gravillons utilisée et la surface de l'enduit superficiel pour chaque chantier) Pour les chantiers de surface < 10.000 m², catégorie F0 (comme établi dans le plan qualité)
4	Coefficient de variation transversale des gravillons	Vérifier que le gravillonneur est conforme à la spécification	Catégorie F0 (comme établi dans le plan qualité)

G. 3.2.5. VERIFICATIONS

G. 3.2.5.1. CONTROLES AVANT LA MISE EN ŒUVRE

Les contrôles portent sur:
- le matériel
- la régularité, la propreté et l'humidité du support
- la conformité de la signalisation
- la présence de la voiture-pilote (pour les routes de réseau I).

G. 3.2.5.2. CONTROLES LORS DE LA MISE EN ŒUVRE

Les contrôles portent sur:
- le relevé de la température de surface du support si nécessaire
- le fonctionnement correct des épandeuses et des compacteurs
- le prélèvement d'échantillons de matériaux
- l'absence de circulation sur la couche de collage ou la première couche d'enduit
- la conformité et la régularité du taux d'épandage des granulats et du liant le cas échéant
- la conformité du compactage (si d'application)
- la conformité de la couleur (si d'application)
- l'élimination des pierres non fixées
- la procédure d'ouverture au trafic.

G. 3.2.5.3. VERIFICATIONS APRES EXECUTION

Les prescriptions du G. 1.4.2.2. sont d'application, à l'exception de celles du G. 1.4.2.2.1.

L'évaluation visuelle des défauts se fait suivant la méthode qualitative après un an (entre 11 et 13 mois) et à réception définitive conformément au tableau G. 3.2.3.3.

L'absence de l'évaluation visuelle des défauts ne s'oppose pas à la réception provisoire.

G. 3.2.6. PAIEMENT

G. 3.2.6.1. MESURAGES

Le paiement des enduits superficiels s'effectue sur base de la surface réellement exécutée. Les trappillons et autres accessoires de voirie ne sont pas déduits.

Les réparations préalables (G. 3.2.2.3.1.) font l'objet de postes séparés du métré, de même que l'enlèvement des marquages routiers (G. 3.2.2.3.2.).

G. 3.2.6.2. REFACTIONS POUR MANQUEMENT

Les défauts localisés sont réparés suivant une méthode proposée par l'entrepreneur et agréée par le fonctionnaire dirigeant.

G. 3.2.6.2.1. TAUX DE LIANT ET DE GRAVILLONS DES ENDUITS

Tout écart par rapport aux prescriptions du G. 3.2.3.1. et/ou du G. 3.2.3.2. est immédiatement corrigé par l'entrepreneur.

G. 3.2.6.2.2. REGULARITE DE SURFACE

Tout excès de liant est aussitôt corrigé par l'entrepreneur.
Tout défaut visuel ne pouvant être corrigé entraîne le refus de la section défectueuse.

G. 3.2.6.2.3. COEFFICIENT DE FROTTEMENT TRANSVERSAL (SFCS) ET LONGITUDINAL (LFCG)

Les prescriptions du G. 1.5.2.7. sont d'application.

G. 3.2.6.2.4. COULEUR DE L'ENDUIT SUPERFICIEL

Toute section d'enduit superficiel coloré ne correspondant pas, durant toute la période de garantie, aux prescriptions du G. 3.2.3.5. ou des documents du marché est refusée.

G. 3.2.6.2.5. EVALUATION VISUELLE DES DEFAUTS

Toute section hectométrique ~~(ou décamétrique)~~ ne présentant pas durant la période de garantie des coefficients P_1, P_2, P_3 et P_4 inférieurs aux valeurs prescrites au G. 3.2.3.3. est refusée.

G. 3.3. MATERIAUX BITUMINEUX COULES A FROID (MBCF)

Les matériaux bitumineux coulés à froid sont conformes à la NBN EN 12273.
Le délai de garantie des matériaux bitumineux coulés à froid est de 3 ans.

G. 3.3.1. DEFINITIONS

G. 3.3.1.1. MATERIAUX BITUMINEUX COULES A FROID

Un matériau bitumineux coulé à froid est un revêtement superficiel constitué d'un mélange de granulats, d'eau, d'émulsion de bitume et d'éventuels additifs malaxé lors de l'application et coulé en place. On distingue les MBCF monocouches et bicouches.
Les MBCF peuvent être colorés. En cas de MBCF bicouche, seule la couche supérieure est colorée.
Pour le comblement d'ornière, les documents du marché précisent la largeur et la profondeur moyennes de la (des) ornière(s).

G. 3.3.1.2. FAMILLES DE MBCF ET CATEGORIES DE ROUTES

Famille de produits	1	2	3	4	5	6	7	8
Type de trafic	Réseaux I et II				Réseau III			
Type de MBCF	monocouche (1)		bicouche		monocouche		bicouche	
Type de liant	b_1	b_2	b_1 (1)	b_2	b_1	b_2	b_1	b_2

(1) Pas d'application sur le réseau I

b_1: émulsions cationiques de bitume
b_2: émulsions cationiques de bitumes modifiées par des polymères.

Les documents du marché précisent la (les) famille(s) de MBCF à mettre en œuvre.

G. 3.3.1.3. TYPES DE MBCF

Les documents du marché spécifient les types de MBCF parmi ceux mentionnés au tableau ci-dessous.

Type	Dénomination	Couche	Classe de granularité
MBCF monocouche	0/2 - 0/4 - 0/6,3 - 0/10	supérieure	0/2 - 0/4 - 0/6,3 - 0/10
MBCF bicouche	0/2 + 0/4	supérieure	0/4
		inférieure	0/2
	0/2 + 0/6,3	supérieure	0/6,3
		inférieure	0/2
	0/4 + 0/6,3	supérieure	0/6,3
		inférieure	0/4
	0/2 + 0/10	supérieure	0/10
		inférieure	0/2
	0/4 + 0/10	supérieure	0/10
		inférieure	0/4

G. 3.3.2. CLAUSES TECHNIQUES

G. 3.3.2.1. MATERIAUX

Les matériaux répondent aux prescriptions du chapitre C les concernant:
- sable: C. 3.4.6
- gravillons: C. 4.4.6
- grave pour MBCF: C. 5.4.5
- filler: C. 11.1
- émulsion cationique de bitume(s) ~~C60B1~~ C60By et émulsion cationique de bitume(s) modifiées par des polymères ~~C60BP1~~ C60BPy ou C65BPy: C. 12.8
  L'emploi d'une émulsion cationique de bitume ~~C60B1~~ C60By n'est autorisé que sur les routes du réseau II b et du réseau III, quelle que soit la famille de produits concernés.
  (d'application à partir du 01/01/2022)
- émulsion à base de liant synthétique clair: C. 12.14 (1).

L'entrepreneur choisit les matériaux de façon à satisfaire aux prescriptions du G. 3.3.3.

(1) Pour MBCF colorés.

G. 3.3.2.2. RENSEIGNEMENTS PREALABLES A FOURNIR

Au moins 15 jours avant la mise en œuvre, l'entrepreneur remet au fonctionnaire dirigeant une note justificative. Celle-ci comprend au moins les renseignements suivants:
- le nom et les coordonnées de l'applicateur
- la version du cahier des charges type en vigueur
- le code de la note justificative
- les caractéristiques des matières premières (granulats, liant, additifs...)
- le type de liant choisi
- la granularité des granulats (mélange de sable, gravillons et filler)
- la teneur en liant de consigne
- le taux d'épandage du MBCF.

En annexe à la note justificative figurent:
- l'étiquette CE (obligatoire pour tous les produits soumis au marquage CE)

- les fiches techniques des composants (granulats, liant, additifs...)
- les données enregistrées pour les planches test pour essais de type initiaux (TAIT) correspondant à la famille concernée, conformément à l'annexe C de la NBN EN 12273
- le système de maîtrise de la production (FPC) conformément à l'annexe A de la NBN EN 12273.

La fiche technique de chaque composant comprend au moins les renseignements suivants:
- le nom et la localisation du fabricant de la matière première
- le lieu d'origine
- la nature et le nom complet du produit, en fonction du document normatif d'application sur la matière première
- la dénomination commerciale, utilisée sur les documents de livraison
- toutes les caractéristiques de la matière première spécifiées dans le cahier des charges
- les valeurs déclarées (résultat moyen d'une série d'essais)
- la date de réalisation de la fiche technique.

Si une des données mentionnées sur la fiche technique d'une matière première change, le fabricant transmet immédiatement la nouvelle fiche technique au fonctionnaire dirigeant.

G. 3.3.2.3. MISE EN ŒUVRE

G. 3.3.2.3.1. REPARATIONS PREALABLES

Si les documents du marché le prévoient, les réparations suivantes sont exécutées et ce au moins quinze jours avant le début de l'épandage:
- réparation des flaches et nids-de-poule (suivant M. 3.6)
- traitement des zones déformées par fraisage (suivant M. 3.1) et/ou par mise en œuvre d'un MBCF ou d'un asphalte coulé (suivant M. 3.2)
- traitement des joints et des fissures (suivant M. 3.4 pour les supports en enrobés ou suivant M. 2.5 pour les supports en béton)
- traitement des zones poreuses ou finement fissurées par mise en œuvre d'un MBCF 0/2
- mise à niveau d'éléments localisés (suivant M. 1.4).

G. 3.3.2.3.2. PERIODE DE MISE EN ŒUVRE

La période de mise en œuvre autorisée est fixée au tableau suivant:

Réseau	Début de mise en œuvre	Fin de mise en œuvre
I	1er avril	30 septembre
II et III	1er avril	31 octobre

L'entrepreneur peut toutefois, sous sa responsabilité, proposer de s'écarter de ces périodes.

G. 3.3.2.3.3. TRAVAUX PREPARATOIRES

Le cas échéant, les travaux préparatoires suivants sont exécutés avant toute mise en œuvre:
- élimination par raclage ou brossage de tous débris organiques, terres, plaques argileuses et autres déchets, en particulier le long des éléments linéaires
- élimination des traces d'huiles et de corps gras et brossage mécanique de toute la surface de la chaussée
- masquage des avaloirs, trapillons et autres éléments localisés
- si les documents du marché le prévoient, enlèvement des marquages routiers.

G. 3.3.2.3.4. MISE EN ŒUVRE

L'entrepreneur détermine les taux d'épandage du MBCF ainsi que les procédures d'exécution de façon à garantir la conformité du MBCF aux prescriptions du G. 3.3.3. Les taux sont adaptés en fonction des circonstances.

Sur les revêtements en béton et sur les revêtements poreux, une couche de collage à l'émulsion C60B1 (AA), laissant 100 à 250 g/m² de liant résiduel sur la surface à traiter, est réalisée avant mise en œuvre du MBCF.
Dans le cas d'un MBCF bicouche, aux extrémités de la section, la couche supérieure déborde de 0,50 m par rapport à la couche inférieure.

Les extrémités de la (des deux) couche(s) sont nettes, rectilignes et perpendiculaires à l'axe de la chaussée.

G. 3.3.2.3.5. OUVERTURE AU TRAFIC

L'enlèvement des masquages a lieu immédiatement après la mise en œuvre des granulats et, en tout cas, avant la rupture de l'émulsion.
La mise en service de la chaussée traitée est autorisée immédiatement après rupture complète de l'émulsion et compactage éventuel.
En cas de soudaines conditions météorologiques défavorables survenant pendant ou juste après exécution, toute circulation sur les zones traitées est interdite.

G. 3.3.3. SPECIFICATIONS

G. 3.3.3.1. GRANULARITE DU MBCF

Pour chaque lot l'écart maximum admis, en plus ou en moins entre le passant fixé dans la formule proposée et le passant moyen sur chaque tamis, exprimé en %, exprimé en valeur absolue répond aux prescriptions suivantes:

Tamis (mm)	**Granularité du MBCF**			
	0/2	**0/4**	**0/6,3**	**0/10**
14				5
10			5	10
6,3		5	10	10
4	5	10	10	10
2	10	10	10	10
1	10	10	10	10
0,063	5	5	5	5

G. 3.3.3.2. TENEUR EN LIANT DU MBCF

L'écart maximum admis entre le pourcentage fixé dans la composition annoncée et le pourcentage moyen est de ± 1 %.

G. 3.3.3.3. TAUX D'EPANDAGE DU MBCF

Le taux d'épandage du MBCF est fixé par l'entrepreneur. La tolérance pour le taux d'épandage est de ± 10 %.

G. 3.3.3.4. EVALUATION VISUELLE DES DEFAUTS

Caractéristique	Coefficient	Après un an (entre 11 et 13 mois après mise en circulation)		A réception définitive	
		Réseau I	Réseaux II et III	Réseau I	Réseaux II et III
Ressuage, ressuage par poinçonnement et glaçage dans les bandes de roulement (%)	P_1	≤ 0,5	≤ 2	≤ 2	≤ 8
Pelade, plumage, usure, défaut de recouvrement du joint longitudinal, orniérage ou glissement du revêtement (%)	P_2	≤ 0,2	≤ 0,5	≤ 0,5	≤ 2
Tôle ondulée, bourrelets et bosses (%)	P_3	≤ 0,5	≤ 2	≤ 2	≤ 8
Groupes de petits défauts ou petits défauts répétitifs contenus dans pas plus de n rectangles (%)	P_4	≤ 1 (n = 2)	≤ 5 (n = 6)	≤ 5 (n = 6)	≤ 20 (n = 20)
Rainures longitudinales (marques) (m)	L	< 5	< 10	< 10	< 20

G. 3.3.3.5. COEFFICIENT DE FROTTEMENT TRANSVERSAL (SFCS) ET LONGITUDINAL (LFCG)

Les prescriptions du G. 2.3.3.4 et/ou du G. 2.3.3.5 sont d'application.

G. 3.3.3.6. COULEUR DU MBCF

Les prescriptions du G. 2.3.3.8 sont d'application.

G. 3.3.3.7. TEXTURE DE SURFACE

Des prescriptions relatives à la texture de surface peuvent être précisées aux documents du marché.

G. 3.3.4. EVALUATION DE LA CONFORMITE

Pour l'attestation de conformité CE, les MBCF relèvent du système CE 2+.

L'évaluation de la conformité à la norme NBN EN 12273 doit être démontrée par:

- une planche test pour essais de type initiaux (TAIT) correspondant à la famille concernée, conformément à l'annexe C de la NBN EN 12273. Les essais à réaliser sont ceux prévus au tableau 1 de la NBN EN 12273, à l'exception de la cohésion du liant. Les essais relatifs aux granulats et aux liants sont ceux prévus au C. 4.4.6 (gravillons), au C. 3.4.6 (sables), au C. 11.1 (fillers) et au C. 12 (liants).

  L'évaluation visuelle des défauts entre 11 et 13 mois après la pose du MBCF se fait suivant la méthode qualitative.

De plus, les essais réalisés lors du TAIT correspondent aux exigences des points G. 3.3.3.2., G. 3.3.3.3. et G. 3.3.3.4. (valeurs après un an).

- Un certificat de maîtrise de la production (FPC), conformément aux annexes A et B de la NBN EN 12273.

G. 3.3.5. VERIFICATIONS

G. 3.3.5.1. CONTROLES AVANT LA MISE EN ŒUVRE

Les contrôles portent sur:

- le matériel
- la régularité, la propreté et l'humidité du support
- la conformité de la signalisation.

G. 3.3.5.2. CONTROLES LORS DE LA MISE EN ŒUVRE

Les contrôles portent sur:

- le relevé de la température de surface du support si nécessaire
- le fonctionnement correct des épandeuses et des compacteurs
- le prélèvement d'échantillons de matériaux
- l'absence de circulation sur la couche de collage ou la première couche de MBCF
- la conformité de la granularité et de la teneur en liant du MBCF
- la conformité et la régularité du taux d'épandage de MBCF
- la conformité du compactage (si d'application)
- la conformité de la couleur (si d'application)
- la procédure d'ouverture au trafic.

Les caractéristiques sont mesurées sur des échantillons prélevés en vrac à raison d'un par jour d'épandage, avec un minimum de 3 par chantier.

G. 3.3.5.3. VERIFICATIONS APRES EXECUTION

Les prescriptions du G. 1.4.2.2 sont d'application, à l'exception de celles du G. 1.4.2.2.1.

L'évaluation visuelle des défauts se fait suivant la méthode qualitative après un an (entre 11 et 13 mois) et à réception définitive conformément au tableau G. 3.3.3.4.

L'absence de l'évaluation visuelle des défauts ne s'oppose pas à la réception provisoire.

G. 3.3.6. PAIEMENT

G. 3.3.6.1. MESURAGES

Le paiement de MBCF s'effectue sur base de la surface réellement exécutée. Les trappillons et autres accessoires de voiries ne sont pas déduits.

Pour les MBCF utilisés en comblement d'ornières, la surface prise en compte est par convention égale à la longueur de la voie de circulation orniérée multipliée par la largeur de cette même voie.

La couche de collage (G. 3.3.2.3.3), les réparations préalables (G. 3.3.2.3.1) et l'enlèvement des marquages routiers (G. 3.3.2.3.2) font l'objet de postes séparés du métré.

G. 3.3.6.2. REFACTIONS POUR MANQUEMENT

Les défauts localisés sont réparés suivant une méthode proposée par l'entrepreneur et agréée par le fonctionnaire dirigeant.

G. 3.3.6.2.1. GRANULARITE ET TENEUR EN LIANT DES MBCF

Tout écart par rapport aux prescriptions du G. 3.3.3.1 et/ou du G. 3.3.3.2 est immédiatement corrigé par l'entrepreneur.

G. 3.3.6.2.2. EPANDAGE DU MBCF

Tout écart par rapport aux prescriptions du G. 3.3.3.3 est immédiatement corrigé par l'entrepreneur.

G. 3.3.6.2.3. REGULARITE DE SURFACE

Tout défaut visuel est aussitôt corrigé par l'entrepreneur.

G. 3.3.6.2.4. COEFFICIENT DE FROTTEMENT TRANSVERSAL (SFCS) ET LONGITUDINAL (LFCG)

Les prescriptions du G. 1.5.2.7 sont d'application.

G. 3.3.6.2.5. COULEUR DU MBCF

Toute section de MBCF coloré ne correspondant pas, durant toute la période de garantie, aux prescriptions du G. 3.2.3.6 ou des documents du marché est refusée.

G. 3.3.6.2.6. EVALUATION VISUELLE DES DEFAUTS

Toute section hectométrique ne présentant pas durant la période de garantie des coefficients P_1, P_2, P_3, P_4 et L inférieurs aux valeurs prescrites au G. 3.3.3.4 est refusée.

G. 3.4. ENDUIT SCELLE PAR UN MBCF

L'enduit scellé par un MBCF est un traitement de surface dans lequel un enduit superficiel monocouche légèrement ouvert est stabilisé par un MBCF.
Le délai de garantie des enduits scellés par un MBCF est de 3 ans.

G. 3.4.1. ENDUITS SUPERFICIELS

Les enduits superficiels répondent aux prescriptions du G. 3.2. Ils sont du type 4/6,3 ou 6,3/10.
Les documents du marché spécifient la (les) famille(s) et le(s) type(s) d'enduits à mettre en œuvre.

G. 3.4.2. MATERIAUX BITUMINEUX COULE A FROID (MBCF)

Les matériaux bitumineux coulés à froid répondent aux prescriptions du G. 3.3. Ils sont du type 0/4, 0/6,3 ou 0/10.
Les documents du marché précisent la (les) famille(s) et le(s) type(s) de MBCF à mettre en œuvre.

G. 3.4.3. PRESCRIPTIONS PARTICULIERES

G. 3.4.3.1. REPARATIONS PREALABLES

Les dispositions du G. 3.2.2.3.1. sont d'application.

G. 3.4.3.2. PERIODE DE MISE EN ŒUVRE

Les dispositions du G. 3.2.2.3.2. sont d'application.

G. 3.4.3.3. TRAVAUX PREPARATOIRES

Les dispositions du G. 3.2.2.3.3. sont d'application.

G. 3.4.3.4. MISE EN ŒUVRE

Toute circulation sur l'enduit est interdite à l'exception du matériel de chantier. La mise en œuvre du MBCF suit celle de l'enduit le plus rapidement possible et est dans tous les cas effectuée le jour même.
L'élimination des grenailles excédentaires est réalisée avant mise en œuvre du MBCF.

G. 3.4.3.5. OUVERTURE AU TRAFIC

Les dispositions du G. 3.3.2.3.5. sont d'application.

G. 3.4.3.6. EVALUATION VISUELLE DES DEFAUTS

Les dispositions du G. 3.2.3.3. ne sont pas d'application.

G. 3.4.3.7. EVALUATION DE LA CONFORMITE

Les dispositions du G. 3.2.4. et du G. 3.3.4. ne sont pas d'application.

G. 3.5. ENDUIT SUPERFICIEL A HAUTE PERFORMANCE (ESHP)

G. 3.5.1. DEFINITION

L'enduit superficiel à haute performance (ESHP) est un traitement de surface qui consiste à mettre en place une mosaïque fermée de gravillons à haute résistance au polissage au moyen d'une couche de liant à base de résine(s).

G. 3.5.2. CLAUSES TECHNIQUES

G. 3.5.2.1. MATERIAUX

Les matériaux répondent aux prescriptions du chapitre C. les concernant.
- gravillons pour ESHP: C. 4.3.10
- liant à base de résine(s): C. 12.13.

G. 3.5.2.2. RENSEIGNEMENTS PREALABLES A FOURNIR

Au moins 15 jours avant la mise en œuvre, l'entrepreneur remet au fonctionnaire dirigeant une note justificative. Celle-ci comprend au moins les renseignements suivants:
- le nom et les coordonnées de l'applicateur
- les caractéristiques des matières premières (granulats, liant, additifs...)
- le type de liant choisi
- la courbe donnant la vitesse de durcissement d'un film de liant en fonction de la température
- la teneur en liant de consigne
- le taux d'épandage du ESHP.

En annexe à la note justificative figurent:
- les fiches techniques des composants (granulats, liant, additifs...).

La fiche technique de chaque composant comprend au moins les renseignements suivants:
- le nom et la localisation du fabricant de la matière première
- le lieu d'origine

- la nature et le nom complet du produit, en fonction du document normatif d'application sur la matière première
- la dénomination commerciale, utilisée sur les documents de livraison
- toutes les caractéristiques de la matière première spécifiées dans le cahier des charges
- les valeurs déclarées (résultat moyen d'une série d'essais)
- la date de réalisation de la fiche technique.

Si une des données mentionnées sur la fiche technique d'une matière première change, le fabricant transmet immédiatement la nouvelle fiche technique au fonctionnaire dirigeant.

G. 3.5.2.3. MISE EN ŒUVRE

G. 3.5.2.3.1. REPARATIONS PREALABLES

Les prescriptions du G. 3.2.2.3.1. sont d'application.

G. 3.5.2.3.2. TRAVAUX PREPARATOIRES

Les prescriptions du G. 3.2.2.3.2. sont d'application.
L'enlèvement des marquages est toujours réalisé.

G. 3.5.2.3.3. MISE EN ŒUVRE

Les prescriptions du G. 3.2.2.3.3. sont d'application, à l'exception de celles relatives aux bicouches.
Aucun compactage n'est autorisé.

G. 3.5.2.3.4. OUVERTURE AU TRAFIC

L'enlèvement des masquages a lieu immédiatement après la mise en œuvre des granulats, et en tout cas avant la polymérisation du liant. Dès que celle-ci a eu lieu, il est procédé à l'élimination des granulats en excès. Le temps de polymérisation est donné par la courbe vitesse de durcissement/température (G. 3.5.2.2.).
La mise en service est ensuite autorisée. Durant la période de durcissement, aucune circulation sur le revêtement n'est autorisée.

G. 3.5.3. SPECIFICATIONS

G. 3.5.3.1. EPANDAGE DE LIANT

Le taux d'épandage du liant est fixé par l'entrepreneur.
La tolérance pour le taux d'épandage du liant est de ± 5 %.
Le coefficient de variation transversale est ≤ 10 %.

G. 3.5.3.2. EPANDAGE DES GRAVILLONS

Le taux d'épandage des gravillons est fixé par l'entrepreneur.
La tolérance pour le taux d'épandage des gravillons est de ± 15 %.
Le coefficient de variation transversale est ≤ 15 %.

G. 3.5.3.3. EVALUATION VISUELLE DES DEFAUTS

L'évaluation visuelle des défauts répond aux prescriptions de la NBN EN 12271.
Elle se fait suivant la méthode qualitative.
Les exigences sont reprises au tableau ci-dessous:

Caractéristique	Coefficient	Réseau I	Réseaux II et III
Pelade et arrachement (%)	P_2	≤ 0,2	≤ 0,5
Plumage (%)	P_3	≤ 3	≤ 6
Peignage (m)	P_4	≤ 2	≤ 10

G. 3.5.3.4. COEFFICIENT DE FROTTEMENT TRANSVERSAL (SFCS) ET LONGITUDINAL (LFCG)

Les prescriptions du G. 2.3.3.4. et/ou du G. 2.3.3.5. sont d'application.
Le SFCS des ESHP est ≥ 0,75.
Le LFCG des ESHP est ≥ 0,80.

G. 3.5.3.5. COULEUR DE L'ESHP

Les prescriptions du G. 2.3.3.8. sont d'application.

G. 3.5.3.6. TEXTURE DE SURFACE

Des prescriptions relatives à la texture de surface peuvent être précisées aux documents du marché.

G. 3.5.4. VERIFICATIONS

G. 3.5.4.1. CONTROLES AVANT LA MISE EN ŒUVRE

Les contrôles portent sur:
- le matériel
- la régularité, la propreté et l'absence d'humidité du support
- la conformité de la signalisation.

G. 3.5.4.2. CONTROLES LORS DE LA MISE EN ŒUVRE

Les contrôles portent sur:
- le relevé de la température de surface du support si nécessaire
- le fonctionnement correct des épandeuses
- le prélèvement d'échantillons de matériaux
- l'absence de circulation sur la résine
- la conformité et la régularité du taux d'épandage des gravillons et du liant le cas échéant
- la conformité de la couleur (si d'application)
- l'élimination des pierres non fixées
- la procédure d'ouverture au trafic.

G. 3.5.4.3. VERIFICATIONS APRES EXECUTION

Les prescriptions du G. 1.4.2.2. sont d'application, à l'exception de celles du G. 1.4.2.2.1.

L'évaluation visuelle des défauts après n(1) années se fait suivant la méthode qualitative.
(1) n est le nombre d'années de garantie prévu aux documents du marché.

G. 3.5.5. PAIEMENT

G. 3.5.5.1. MESURAGES

Le paiement des ESHP s'effectue sur base de la surface réellement exécutée. Les trappillons et autres accessoires de voiries ne sont pas déduits.

Les réparations préalables (G. 3.5.2.3.1.) font l'objet de postes séparés du métré, de même que l'enlèvement des marquages routiers (G. 3.5.2.3.2.).

G. 3.5.5.2. REFACTIONS POUR MANQUEMENT

Les défauts localisés sont réparés suivant une méthode proposée par l'entrepreneur et agréée par le fonctionnaire dirigeant.

G. 3.5.5.2.1. TAUX DE LIANT ET DE GRAVILLONS DES ESHP

Tout écart par rapport aux prescriptions du G. 3.5.3.1. et/ou du G. 3.5.3.2. est immédiatement corrigé par l'entrepreneur.

G. 3.5.5.2.2. REGULARITE DE SURFACE

Tout excès de liant est aussitôt corrigé par l'entrepreneur.
Tout défaut visuel ne pouvant être corrigé entraîne le refus de la section défectueuse.

G. 3.5.5.2.3. COEFFICIENT DE FROTTEMENT TRANSVERSAL (SFCS) ET LONGITUDINAL (LFCG)

Les prescriptions du G. 1.5.2.7. sont d'application.

G. 3.6. PAVAGE SUPERFICIEL A BASE DE MORTIER HYDRAULIQUE COULE (MHC)

G. 3.6.1. DEFINITION

Un pavage superficiel est un revêtement de surface constitué d'un mortier pâte bi-composant à base de liant hydraulique, de charges minérales et d'additifs liquides, coulés en place sur un revêtement bitumineux ne présentant aucune dégradation.
L'aspect pavage est conféré par une matrice posée sur le support avant coulage du mortier. Les documents du marché précisent les formes particulières (logos, flèches…) et leurs dimensions.
Les mortiers hydrauliques coulés peuvent être colorés et configurés spécifiquement.

G. 3.6.2. CLAUSES TECHNIQUES

G. 3.6.2.1. MATERIAUX

Les matériaux:
- sable
- gravillons
- liant hydraulique
- additifs
- fibres synthétiques en polypropylène

sont précisés par le fabricant.

G. 3.6.2.2. RENSEIGNEMENTS PREALABLES A FOURNIR

Au moins 15 jours avant la mise en œuvre, l'entrepreneur remet au fonctionnaire dirigeant une note justificative. Celle-ci comprend au moins les renseignements suivants:
- le nom et les coordonnées de l'applicateur
- la version du cahier des charges type en vigueur
- les caractéristiques des matières premières (granulats, liant hydraulique, additifs…)
- la granularité des granulats (mélange de sable, gravillons et filler).

La fiche technique de chaque composant comprend au moins les renseignements suivants:

- le nom et la localisation du fabricant de la matière première
- le lieu d'origine
- la nature et le nom complet du produit, en fonction du document normatif d'application sur la matière première
- la dénomination commerciale, utilisée sur les documents de livraison
- toutes les caractéristiques de la matière première
- la date de réalisation de la fiche technique.

Si une des données mentionnées sur la fiche technique d'une matière première change, le fabricant transmet immédiatement la nouvelle fiche technique au fonctionnaire dirigeant.

G. 3.6.2.3. MISE EN ŒUVRE

G. 3.6.2.3.1. REPARATIONS PREALABLES

Si les documents du marché le prévoient, les réparations suivantes sont exécutées et ce au moins quinze jours avant le début du coulage:
- réparation des flaches et nids-de-poule (suivant M. 3.6.)
- traitement des zones déformées par fraisage (suivant M. 3.1.) et par mise en œuvre d'un MBCF ou d'un asphalte coulé (suivant M. 3.2.)
- traitement des joints et des fissures (suivant M. 3.4.)
- traitement des zones poreuses ou finement fissurées par mise en œuvre d'un MBCF 0/2
- mise à niveau d'éléments localisés (suivant M. 1.4.).

G. 3.6.2.3.2. TRAVAUX PREPARATOIRES

Le cas échéant, les travaux préparatoires suivants sont exécutés avant toute mise en œuvre:
- élimination par raclage ou brossage de tous débris organiques, terres, plaques argileuses et autres déchets, en particulier le long des éléments linéaires
- élimination des traces d'huiles et de corps gras et brossage mécanique de toute la surface de la chaussée
- enlèvement des marquages routiers.

G. 3.6.2.3.3. MISE EN ŒUVRE

La mise en œuvre des MHC est réalisée par temps sec et température clémente.
Les opérations suivantes sont successivement réalisées:
- traçage de la forme désirée sur le support
- application sur le support d'une trame quadrillée ou adaptée à la forme désirée
- coulage de la pâte sur la trame et mise en place au moyen d'une raclette ou autre dispositif similaire. En cas d'application d'une pâte colorée, les documents du marché fixent la teinte désirée (prescriptions de chromaticité et de luminosité)
- si les documents du marché le prévoient, traitement de surface au moyen de gravillons 0/2 ou 0/4 de teinte adaptée
- compactage léger au moyen d'un rouleau manuel
- enlèvement de la trame avant le début de la prise du MHC.

G. 3.6.2.3.4. OUVERTURE DU TRAFIC

Le brossage et l'évacuation des gravillons excédentaires sont réalisés 48 heures après mise en œuvre du MHC.
La mise en service de la chaussée traitée est autorisée immédiatement après brossage. Un délai plus long peut dans certains cas être spécifié dans la fiche technique du produit. En cas de trafic lourd, le délai est porté à 72 heures.

G. 3.6.3. SPECIFICATIONS

G. 3.6.3.1. GRANULARITE DU MHC

L'écart maximum admis, en plus ou en moins, entre le passant fixé dans la formule proposée et le passant moyen sur chaque tamis, exprimé en % en valeur absolue, répond aux prescriptions suivantes:

Tamis (mm)	0/3
4	0,0
3	5,0
2	3,5
1	3,5
0,063	1,5

G. 3.6.3.2. EPAISSEUR

L'épaisseur du MHC est comprise entre 2 et 4 mm.

G. 3.6.3.3. RUGOSITE

Le coefficient de rugosité, mesuré au pendule SRT, est ≥ 0,70.

G. 3.6.3.4. ADHERENCE AU SUPPORT

Type de rupture: rupture cohésive dans l'enrobé.

G. 3.6.3.5. COULEUR DU MHC

Les prescriptions du G. 2.3.3.8. sont d'application.

G. 3.6.4. VERIFICATIONS

G. 3.6.4.1. CONTROLES AVANT LA MISE EN ŒUVRE

Les contrôles portent sur:
- le matériel
- la régularité, la propreté et l'absence d'humidité du support.

G. 3.6.4.2. CONTROLES LORS DE LA MISE EN ŒUVRE

Les contrôles portent sur:
- le relevé de la température de surface du support si nécessaire
- le prélèvement d'échantillons de matériaux
- l'absence de circulation sur le support
- la conformité de la granularité du MHC
- l'épaisseur du MHC
- la conformité du compactage
- la conformité de la couleur (si d'application)
- la procédure d'ouverture au trafic.

G. 3.6.4.3. CONTROLES APRES EXECUTION

Les contrôles portent sur:

- la rugosité
- l'adhérence au support.

G. 3.6.5. PAIEMENT

G. 3.6.5.1. MESURAGES

Le paiement du MHC s'effectue sur base de la surface réellement exécutée. Les trappillons et autres accessoires de voiries ne sont pas déduits. Pour les formes particulières (logos, flèches, …), le paiement s'effectue à la pièce.

Les réparations préalables (G. 3.6.2.3.1.) font l'objet de postes séparés du métré, de même que l'enlèvement des marquages routiers (G. 3.6.2.3.2.).

G. 3.6.5.2. REFACTIONS POUR MANQUEMENT

Toute section ne répondant pas aux prescriptions du G. 3.6.3. est refusée. Elle est démolie et recommencée par et aux frais de l'entrepreneur.

G. 3.7. PAVAGE SUPERFICIEL A BASE DE RESINE METHACRYLATE

G. 3.7.1. DESCRIPTION

Un pavage superficiel à base de résine méthacrylate est un revêtement de surface constitué d'une résine méthacrylate appliquée sur un revêtement bitumineux ou sur un béton et d'une imitation de pavage posée sur la résine.

G. 3.7.2. CLAUSES TECHNIQUES

G. 3.7.2.1. MATERIAUX

La couche d'accrochage est constituée d'un produit bi-composant:
- un composant de méthacrylate
- un composant durcisseur.

L'imitation de pavage est constituée en 2 parties:
- une résine méthacrylique bi-composante
- des granulats de 0.6/1.25 mm, 1.25/2.5 mm ou 2.5/5 mm posés à la surface de l'imitation de pavage. La granularité est précisée dans les documents du marché.

Le format et la couleur des imitations de pavés ainsi que le gravillonnage des joints sont définis dans les documents du marché.

G. 3.7.2.2. RENSEIGNEMENTS PREALABLES A FOURNIR

Au moins 15 jours avant la mise en œuvre, l'adjudicataire fournit au pouvoir adjudicateur le nom et les coordonnées de l'applicateur et la fiche technique de chaque composant qui comprend au moins les renseignements suivants:
- le nom et la localisation du fabricant de la matière première
- le lieu d'origine
- la nature et le nom complet du produit, en fonction du document normatif d'application sur la matière première
- la dénomination commerciale, utilisée sur les documents de livraison
- toutes les caractéristiques de la matière première
- la date de réalisation de la fiche technique.

G. 3.7.2.3. MISE EN OEUVRE

G. 3.7.2.3.1. REPARATIONS PREALABLES

Si les documents du marché le prévoient, les réparations suivantes sont exécutées et ce au moins quinze jours avant le début de la pose:

- Réparation des flaches et nids-de-poule (suivant M. 3.6)
- Traitement des zones déformées par fraisage (suivant M. 3.1) et par mise en œuvre d'un MBCF ou d'un asphalte coulé (suivant M. 3.2)
- Traitement des joints et des fissures (suivant M. 3.4)
- Traitement des zones poreuses ou finement fissurées par mise en œuvre d'un MBCF 0/2
- Mise à niveau d'éléments localisés (suivant M. 1.4).

G. 3.7.2.3.2. TRAVAUX PREPARATOIRES

Le cas échéant, les travaux préparatoires suivants sont exécutés avant toute mise en œuvre:

- Les bords des avaloirs et trapillons sont protégés par un ruban adhésif. Le pouvoir adjudicateur indique les endroits.
- Le support est sec, propre et débarrassé de toute matière non-adhérente (débris organiques, terres, plaques argileuses et autres déchets).

G. 3.7.2.3.3. MISE EN ŒUVRE

La mise en œuvre est réalisée selon les recommandations du fabricant (température, humidité, etc.).

Application de la couche d'accrochage
La résine avec durcisseur est versée sur le revêtement et égalisée. Les deux composants sont mélangés préalablement selon les recommandations du fabricant. La polymérisation se fait à froid. Le dosage de la couche d'accrochage est de 4 à 6 kg/m², dépendant du type de revêtement et de sa porosité.
Sur un support bitumineux neuf, le phénomène de ressuage est terminé au moment de l'application. Sur un support béton, une couche de primaire est nécessaire avec un dosage de 100 à 150 gr/m² suivant l'état du support. Le support en béton est âgé de plus de 28 jours au moment de l'application.

Application des pavés d'imitation
Les pavés sont posés pièce par pièce sur la résine méthacrylique. La largeur des joints est de 15 mm maximum.

Gravillonnage des joints
Une fois les pavés d'imitation placés, un fin granulat est saupoudré dans les joints lorsque la résine est encore liquide. Les granulats doivent être secs et propres.

G. 3.7.2.3.4. OUVERTURE DU TRAFIC

Pendant la polymérisation, aucun trafic ne peut circuler sur la surface traitée.
Le temps de polymérisation est dépendant des conditions climatiques, de la température du support et de la quantité de résine appliquée. Il est de minimum 30 minutes.
Une fois la polymérisation terminée, le brossage et l'évacuation des gravillons excédentaires sont réalisés.

La mise en service de la chaussée traitée est autorisée après brossage.

G. 3.7.3. SPECIFICATIONS

G. 3.7.3.1. EPAISSEUR

L'épaisseur des pavés d'imitation est au minimum 5 mm.

G. 3.7.3.2. RUGOSITE

Le coefficient de rugosité, mesuré au pendule SRT, est ≥ 0,65.

G. 3.7.3.3. COULEUR DU PAVE D'IMITATION EN RESINE METHACRYLATE

Les prescriptions du G. 2.3.3.8. sont d'application.

G. 3.7.4. VERIFICATIONS

G. 3.7.4.1. CONTROLES AVANT LA MISE EN OEUVRE

Les contrôles portent sur:
- le matériel
- la régularité, la propreté et l'absence d'humidité du support
- la conformité de la signalisation.

G. 3.7.4.2. CONTROLES LORS DE LA MISE EN OEUVRE

Les contrôles portent sur:
- Le relevé de la température de surface du support si nécessaire
- Le prélèvement d'échantillons de matériaux
- L'absence de circulation sur le support
- La conformité de la granularité du pavé en résine méthacrylate
- L'épaisseur du pavé en résine méthacrylate
- La conformité de la couleur
- La procédure d'ouverture au trafic.

G. 3.7.4.3. CONTROLES APRES EXECUTION

Les contrôles portent sur:
- La rugosité
- L'adhérence au support.

G. 3.7.5. PAIEMENT

G. 3.7.5.1. MESURAGE

Le paiement des pavés en résine méthacrylate s'effectue sur base de la surface réellement exécutée. Les trapillons et autres accessoires de voiries ne sont pas déduits.

G. 3.7.5.2. REFACTIONS POUR MANQUEMENT

Toute section ne répondant pas aux prescriptions du G. 3.7.3.1., du G. 3.7.3.3. ou du G. 3.7.4.3. est refusée. Elle est démolie et recommencée par et aux frais de l'entrepreneur.

G. 4. PAVAGE

G. 4.1. DESCRIPTION

Le pavage est un revêtement constitué de pavés juxtaposés et dont la nature peut être de la pierre naturelle, du béton de ciment ou de la terre cuite.

G. 4.2. PAVAGE EN PIERRE NATURELLE

G. 4.2.1. CLAUSES TECHNIQUES

G. 4.2.1.1. MATERIAUX

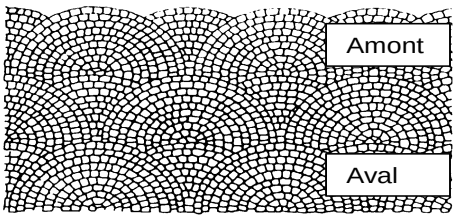
Ils répondent aux prescriptions du chapitre C les concernant:
- eau: C. 1
- sables: C. 3.4.7.1
- ciment: C. 8
- pierre naturelle: C. 28
- pavés: C. 29.

G. 4.2.1.2. EXECUTION

G. 4.2.1.2.1. APPAREILLAGE

Il est de deux types:
- appareillage en ligne à joints alternés
- appareillage mosaïque: en éventail, en coquille ou queue de paon, en écaille, en spire concentrique ou arc de cercle.

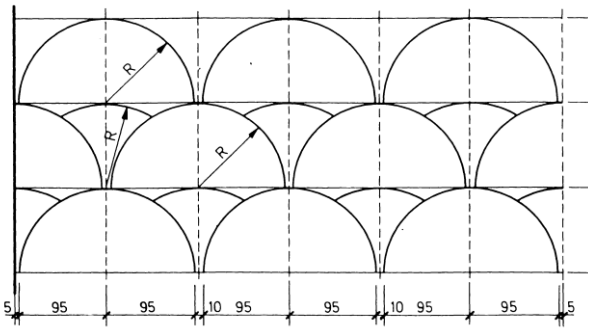
APPAREIL EN EVENTAIL



L'appareil en éventail est constitué de demi-cercles avec une "queue" positionnée entre les demi-cercles de la rangée précédente.

Règle générale: le diamètre des demi-cercles (D = 2 x R) est compris entre 140 cm et 200 cm.

La largeur de la base de la queue est ici de la largeur moyenne d'un pavé

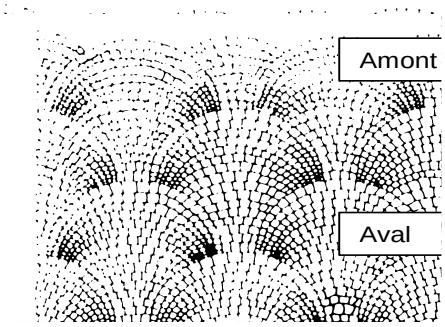


Exemple d'appareil en éventail.
- La largeur de chaussée: 600 cm
- 140 cm < 2R < 200 cm.
- On choisit de faire 3 éventails sur la largeur.
- Soit 3 queues de 10 cm (pour pavés de 9/11).

$$2R = \frac{600 - 30}{3} = \frac{570}{3} = 190 \text{ cm}$$

donc R = 95 cm

APPAREIL EN COQUILLE OU EN QUEUE DE PAON



Exemple d'appareil en coquilles ou en queue de paon.

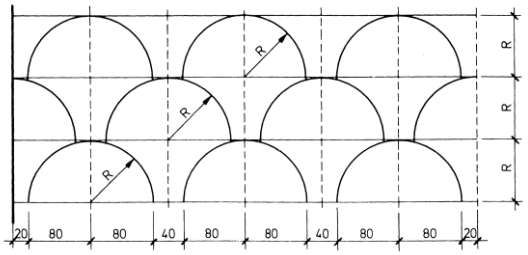
- La largeur de chaussée: 600 cm
- 140 cm < 2R < 200 cm
- On choisit de faire 3 coquilles.
- Soit 3 queues de 40 cm (4 x 10 cm (9/11)).

$$2R = \frac{600 - 120}{3} = \frac{480}{3} = 160 \text{ cm}$$

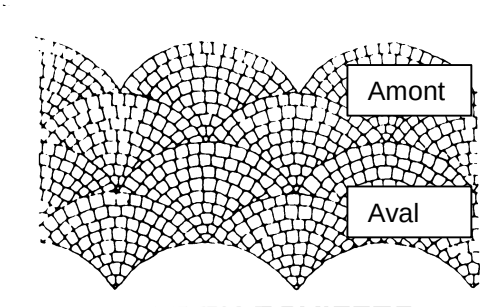
donc R = 80 cm

L'appareil en coquilles ou en "queue de paon" est également constitué de demi-cercles avec une "queue" mais réalisé avec des pavés de dimensions variées
Règle générale: le diamètre des demi-cercles (D = 2 x R) est compris entre 140 cm et 200 cm.

La largeur de la base de la queue est ici de 4 x la largeur moyenne des plus gros pavés



APPAREIL EN ECAILLES



Exemple d'appareil en écailles.

- La largeur de chaussée: 600 cm
- 140 cm < C < 200 cm
- On choisit 4 écailles sur la largeur.

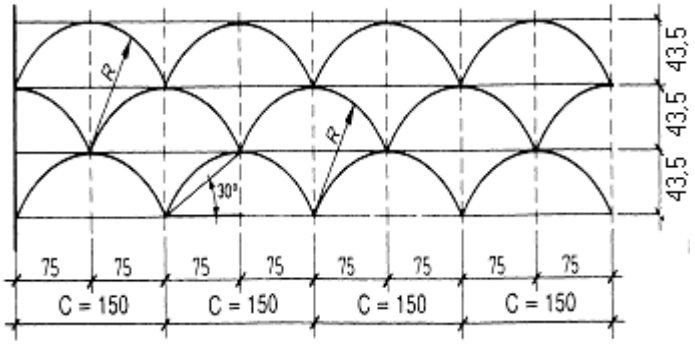
$$C = \frac{600}{4} = 150 \text{ cm}$$

- La distance entre les alignements des pointes d'écailles.

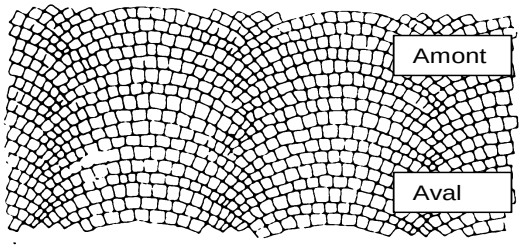
Y = 0,29 C = 43,5 cm

L'appareil en écailles s'établit en arcs de cercles se superposant à la façon des écailles de poisson.

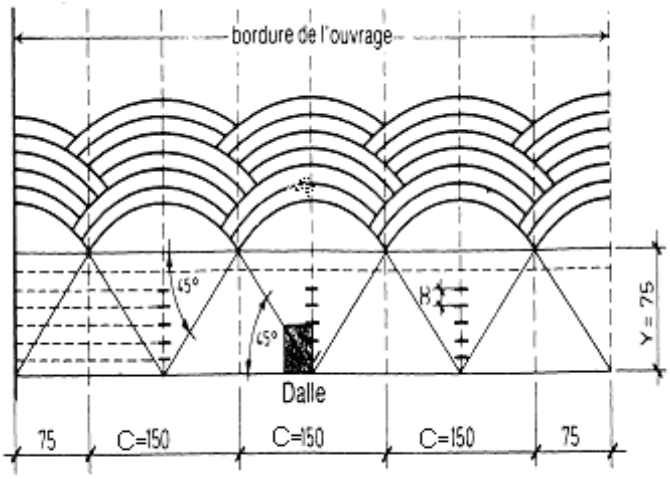
Règle générale: la corde C est comprise entre 140 cm et 200 cm.
Y = 0,29 C



APPAREIL EN SPIRES CONCENTRIQUES OU ARCS DE CERCLES



L'appareil en spires concentriques ou en arcs de cercles s'établit en commençant par un demi-arc sur le côté de la chaussée.
Règle générale: la corde C est comprise entre 140 cm et 200 cm.
Y = C/2
x = la plus grande dimension des pavés (11 cm)
On emploie aussi des pavés de dimensions variées.



Exemple d'appareil en spires concentriques ou arcs de cercles.

- La largeur de chaussée: 600 cm
- 140 cm < C < 200 cm
- On choisit 4 arcs mais en commençant par 1 demi-arc
- Soit 3 arcs + 2 x ½ arc

C = 150; C/2 = 75 cm

$$Y = \frac{C}{2} = 75\,\text{cm} \quad x = 11\,\text{cm}$$

- Ceci détermine l'écartement des arcs dans le sens de la chaussée.
- Pour la mise en place, on peut utiliser une dalle pour porter l'angle de 45° sur la diagonale.

G. 4.2.1.2.2. TRAVAUX PREPARATOIRES

La fondation est dressée parallèlement à la surface du revêtement. En alignement droit, sa pente transversale est au moins de 2 %.

En cas de fondation peu perméable, en dehors des revêtements de trottoirs, un drainage adéquat est placé aux points bas. Celui-ci est décrit dans les documents du marché.

Les éléments linéaires de contrebutage sont obligatoires. Ils font l'objet de postes séparés du métré. Ils sont posés avant la réalisation des pavages.

Si l'organisation du chantier nécessite une réalisation par phases, un contrebutage est placé à la limite des phases.

La largeur entre les contrebutages est adaptée en fonction de la dimension des pavés et se rapproche le plus possible de la largeur imposée.

G. 4.2.1.2.3. COUCHE DE POSE

La couche de pose a une épaisseur de 3 à 8 cm en fonction de l'épaisseur des pavés, mais n'est pas plus épaisse que la moitié de la hauteur des pavés.

La couche de pose est soit en sable, soit en sable-ciment, soit au mortier. Les documents du marché précisent la nature de la couche de pose; à défaut, celle-ci est en sable.
La pose à plein bain de mortier est interdite en cas de trafic lourd.

Couche de pose en sable-ciment:
Le sable-ciment est du type I et répond aux prescriptions du F. 4.3 pour ce qui concerne sa composition, la fabrication et le transport.

Toutes les opérations de mise en œuvre sont réalisées endéans les trois heures qui suivent la fabrication du sable-ciment et en tout cas avant le début de la prise du mélange.
La mise en œuvre du sable-ciment est interdite lorsque la température de l'air mesurée sous abri, à 1,5 m du sol est inférieure à 1 °C à 8 h du matin ou à – 3 °C durant la nuit.

Couche de pose au mortier:
- le dosage de ciment est compris entre 300 et 350 kg par m³ de sable et est fixé dans les documents du marché
- le mortier est fabriqué par malaxage mécanique et approvisionné au fur et à mesure de l'avancement des travaux
- dans certains cas, le mortier peut être amélioré par des adjuvants, agréés par le fonctionnaire dirigeant
- la mise en œuvre par température diurne inférieure à 5 °C est interdite.

G. 4.2.1.2.4. POSE

G. 4.2.1.2.4.1. Pavés posés en ligne (à joints alternés)

Les rangées de pavés sont disposées perpendiculairement à l'axe de la chaussée.

Les pavés sont choisis de manière à ce que, dans une ligne, les pavés à largeur maximum ou avec saillie de flanc ne viennent pas se juxtaposer à ceux de la ligne suivante.

Les pavés sont placés au cordeau, avec décalage du tiers à la moitié de la longueur du pavé. Ceux-ci sont serrés en bout et en rives, de manière à réaliser des joints ne dépassant pas 10 mm.

Les joints sont remplis de sable et les pavés solidement affermis sous le poids d'un marteau de 5 kg au moins.

Le pavage est établi à un niveau tel qu'après l'affermissement, il ne présente plus aucune déformation et se trouve à environ 10 mm au-dessus du niveau voulu.

G. 4.2.1.2.4.2. Pavés mosaïques

Les pavés sont posés suivant l'appareillage prescrit aux documents du marché. Ils aboutissent orthogonalement aux bordures, aux filets d'eau ou aux bandes de contrebutage.

Il est interdit de glisser sous les pavés des éclats de pierre pour maintenir leur tête dans la surface du pavage.

Les joints varient en largeur de 3 à 15 mm.

G. 4.2.1.2.4.3. Sablage et compactage

Les pavés sont recouverts d'une couche de sable qui, par un balayage énergique conjoint à un arrosage suffisant, pénètre et remplit les joints à refus. Le sable restant en surface est éliminé au plus tard 15 jours après la pose.

Les pavés sont ensuite compactés au moyen d'un matériel adapté (plaque vibrante) en partant des bords de la chaussée.

Tous les pavés qui éclatent lors du compactage sont immédiatement remplacés.

Ces opérations successives (épandage d'une couche de sable, arrosage, balayage et compactage) sont répétées jusqu'à ce que les pavés restent stables.

La circulation n'est admise qu'après exécution de toutes les opérations, y compris le jointoiement. Il est interdit au trafic lourd (+ de 3,5 t) de circuler sur les pavés avant 7 jours. En cas de couche de pose et/ou de jointoiement en matériau avec ciment, tout trafic est interdit avant 7 jours.

G. 4.2.1.2.5. SOUFFLAGE DES JOINTS

Le soufflage à l'air comprimé est obligatoire avant l'exécution des joints au coulis de mortier ou au mortier bitumineux.

Il précède d'au moins 20 m l'endroit où le jointoiement est à exécuter et est synchronisé avec le remplissage des joints.

L'entrepreneur prend toutes les dispositions souhaitées en vue d'éviter que le sable projeté lors du soufflage des joints n'incommode les usagers de la route et les riverains.

La profondeur du soufflage est de 25 mm minimum pour les pavés de dimensions inférieures à 13/13 posés en mosaïque ou en ligne et de 40 mm pour les pavés oblongs.

G. 4.2.1.2.6. JOINTOIEMENT

Suivant la nature de la couche de pose, on distingue le jointoiement au sable, au sable-ciment, au mortier de ciment, au coulis de mortier de ciment, au mortier bitumineux et au mortier de résine.

G. 4.2.1.2.6.1. Joints en sable

Le sable est conforme au C. 3.4.7.3.

G. 4.2.1.2.6.2. Joints en sable-ciment

Le sable est conforme au C. 3.4.3.

G. 4.2.1.2.6.3. Joints en mortier de ciment

Le jointoiement au mortier est exécuté au plus tard 24 heures après la pose, lorsque les joints sont propres. La profondeur des interstices à combler est supérieure à 1 cm.

Le mortier de jointoiement est gâché à consistance "terre humide". Il est forcé à la dague en le serrant fortement. Le mortier est dosé entre 400 et 500 kg de ciment par m³ de sable. Celui-ci est humidifié pour permettre la mise en œuvre sans excès d'eau (rapport eau sur ciment E/C de 0,5 à 0,6).

L'emploi de fluidifiant et de plastifiant est autorisé.

Les joints sont arasés au même niveau que les éléments. Ils sont protégés contre la dessiccation durant au moins 72 heures. La mise en service est admise au plus tôt 5 jours après la mise en œuvre.

Des joints transversaux de dilatation, d'une largeur de 1 cm sont réalisés au moins tous les 10 m et aux changements de direction. Ces joints sont remplis d'un produit de scellement.

Dans tous les cas, lors de l'utilisation de mortier, la quantité d'eau du mélange est la plus faible possible, compatible avec la maniabilité. La mise en œuvre par température extérieure diurne inférieure à 5 °C est interdite.

G. 4.2.1.2.6.4. Joints en coulis de mortier de ciment

La granularité du sable est de 0/2 mm.

Le mortier est dosé entre 400 et 500 kg de ciment par m³ de sable. Celui-ci est humidifié pour permettre la mise en œuvre sans excès d'eau (rapport eau sur ciment E/C de 0,5 à 0,6).

L'emploi de fluidifiant et de plastifiant est autorisé.

G. 4.2.1.2.6.5. Joints en mortier bitumineux et en mortier de résine

Les joints sont scellés en deux phases, la seconde phase intervenant après rupture de l'émulsion et première contraction du mélange.

Le mortier bitumineux est composé d'un volume de liant (émulsion) pour deux volumes de sable 0/4 mm ou de laitier granulé.

Le liant est soit une émulsion de bitume à rupture retardée conforme au C. 12.7. soit une émulsion à base de liants synthétiques pigmentables conforme au C. 12.14.

Le liant peut être teinté dans la masse.
Le mortier est réalisé sur le pavage en mélangeant le sable ou le laitier par brossage dans l'émulsion.

G. 4.2.1.2.7. TABLEAU SYNOPTIQUE

Pose de pavés	Couche de pose		Largeur des joints	Jointoiement
	Nature	Epaisseur nominale		
En ligne à joints alternés	Sable	8 cm (maximum ½ hauteur des pavés)	inférieure à 10 mm	- sable - mortier bitumineux
	Sable-ciment	8 cm		- sable-ciment - mortier de ciment - coulis de mortier de ciment - au mortier bitumineux
Mosaïques: suivant appareillage prescrit aux documents du marché	Sable	maximum ½ hauteur des pavés	de 3 à 15 mm	- sable - mortier bitumineux
	Sable-ciment			- sable-ciment - mortier de ciment - coulis de mortier de ciment - mortier bitumineux
	Mortier			- mortier de ciment - coulis de mortier de ciment

G. 4.2.2. VERIFICATIONS

G. 4.2.2.1. CONTROLES AVANT EXECUTION

Ces contrôles portent sur:
- le matériel utilisé
- l'exécution des travaux préparatoires
- la régularité de surface, les profils en long et en travers de la fondation
- le respect de l'épaisseur de la couche de pose et de sa granularité la fourniture et réception des lots de pavés.

G. 4.2.2.2. CONTROLES EN COURS D'EXECUTION

Ces contrôles portent sur:
- la régularité de surface
- la différence de hauteur entre les bords et la surface supérieure des têtes de pavés
- la pose des pavés
- l'homogénéité de la pose
- la largeur des joints
- la qualité du remplissage
- le sablage, le compactage, le soufflage et le jointoiement.

Toute partie du revêtement présentant des irrégularités de surface de plus de 10 mm est démontée et remise à niveau.

Toutes les poches retenant l'eau de pluie sont démontées et reconstruites.

G. 4.2.3. PAIEMENT

Le paiement des pavages s'effectue sur base de la surface exécutée.

La surface des accessoires de voiries (trappillons, chambres de visite, avaloirs) n'est pas déduite.

Le sciage des pavés est payé au mètre courant et fait l'objet d'un poste séparé du métré.

La pose au sable-ciment ou au mortier fait l'objet d'un supplément de prix payé au m² et est reprise dans des postes séparés du métré.

Le jointoiement au sable-ciment, au mortier de ciment, au coulis de mortier de ciment, au mortier bitumineux ou au mortier à base de liant synthétique pigmentable fait l'objet d'un supplément de prix payé au m² et est repris dans des postes séparés du métré.

G. 4.3. PAVAGES EN BETON DE CIMENT

On distingue les pavages classiques (G. 4.3.) et les pavages drainants (G. 4.5.).

G. 4.3.1. CLAUSES TECHNIQUES

G. 4.3.1.1. MATERIAUX

Ils répondent aux prescriptions du chapitre C les concernant:
- eau: C. 1.
- sables: C. 3.4.7.1, C. 3.4.7.2 ou C. 3.4.7.3.
- ciment: C. 8.
- pavés en béton: C. 29.7.

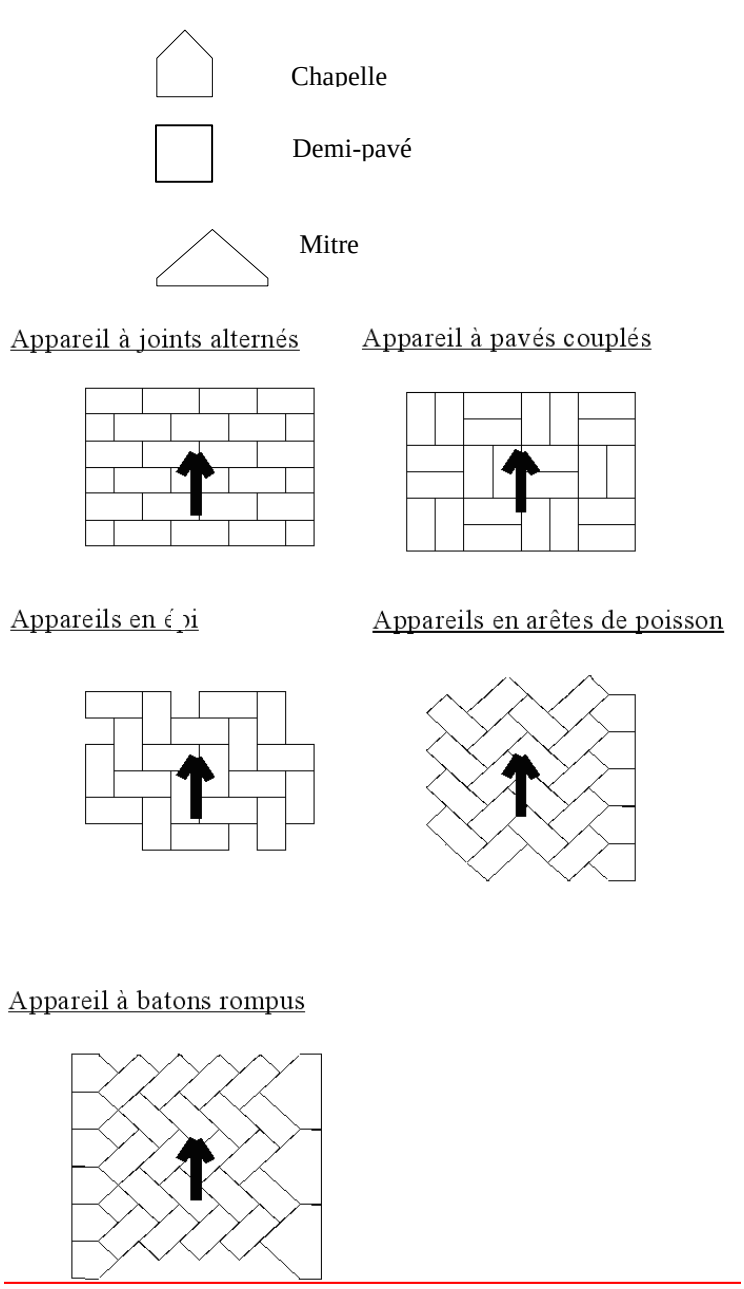
G. 4.3.1.2. EXÉCUTION

G. 4.3.1.2.1. APPAREILLAGE

Les différents types d'appareillage de pose sont repris à la figure G. 4.3.1.2.1. pour des pavés rectangulaires (type A) suivant la NBN B 21-311. Pour d'autres types de pavés, les appareillages sont définis suivant les mêmes principes.

Le type d'appareillage est défini dans les documents du marché. A défaut, un appareillage à joints alternés est prévu pour les trottoirs et les zones de stationnement perpendiculairement au sens d'avancement; en voirie, l'appareillage est en arêtes de poisson.

L'utilisation de pièces accessoires préfabriquées reprises à la figure G. 4.3.1.2.1 (demi-pavé, chapelle, mitre...) est obligatoire.



La flèche indique le sens de circulation

Figure G. 4.3.1.2.1.

G. 4.3.1.2.2. TRAVAUX PREPARATOIRES

Les prescriptions du G. 4.2.1.2.2 sont d'application.

La tolérance autorisée sur le niveau fini de la fondation est de ± 10 mm par rapport au niveau projet.

G. 4.3.1.2.3. COUCHE DE POSE

La couche de pose est en sable et a une épaisseur uniforme de 3 cm après compactage. Sa composition répond au C. 3.4.7.1. ou au C. 3.4.7.2.

G. 4.3.1.2.4. POSE

Les pavés sont posés suivant l'appareillage prescrit et selon la technique des joints minces, c'est-à-dire "bord à bord". La pose commence par les bords en disposant longitudinalement des pavés entiers et/ou des pièces spéciales. La largeur des joints ne peut dépasser 3 mm.

Aux endroits où il est impossible de poser des pavés entiers, des demi-pavés ou des pavés spéciaux, les pavés sont sciés (et non clivés ou cassés). Les pavés avec des bords cassés sont refusés.

Les pavés sciés ne peuvent être inférieurs à un demi-pavé. Au besoin, le pavé adjacent est également scié.

La fixation des pavés est réalisée par compactage au moyen de plaques vibrantes équipées de patins en caoutchouc et commence généralement du bord vers le milieu du revêtement.

Les pavés sont placés de telle manière que, après compactage, leur niveau dépasse de 5 à 10 mm les éléments linéaires de contrebutage.

Autour des points singuliers (chambres de visites, avaloirs, grilles...), soit des pavés entiers et/ou des pièces spéciales sont placés, soit du microbéton de haute qualité est coulé. Le long des éléments constituant les bords extérieurs des trottoirs (habitations, murs, clôtures…) du microbéton de haute qualité est coulé sur toute la hauteur du pavage et sa largeur ne dépasse pas 3 cm.

COMPOSITION D'UN MICROBETON (Mise en œuvre manuelle)			
Matériaux	**Fractions granulométriques (mm)**	**Dosage (kg/m³)**	
Concassés de porphyre, grès ou gravier	2/6,3 4/6,3	1050 -	- 1000
Sable de rivière	0/2 0/5	700 -	- 750
Ciment CEM I ou CEM III/A - 42,5 - LA		450	
Eau totale (E/C < 0,45) avec plastifiant ou super plastifiant		200	
TOTAL		2400	

Tableau G. 4.3.1.2.4.

G. 4.3.1.2.5. JOINTOIEMENT

Après quelques passages de la plaque vibrante, les joints sont fermés au moyen de sable de remplissage sec répandu par brossage à refus sur la surface.

Le sable de remplissage des joints répond aux prescriptions du C. 3.4.7.3.

Les opérations liées au jointoiement sont répétées autant de fois que nécessaire jusqu'à ce que tous les joints soient remplis et que les pavés n'accusent plus aucun mouvement.

Si nécessaire, un arrosage est effectué pour faciliter une meilleure pénétration du sable dans les joints.

Les pavés présentant une fissure ou des bords épaufrés sont remplacés.

Après ces opérations, les joints entre pavés se trouvent complètement remplis et bourrés de sable neuf et les pavés restent immobiles sous l'action d'un effort horizontal.

En cas de pavage en voirie, le compactage est complété, après exécution de toutes les opérations précitées, par le passage lent d'un rouleau à pneus d'une masse minimale de 10 t.

La circulation n'est admise qu'après exécution de toutes les opérations précitées. Avant le rétablissement du trafic, le pavage est recouvert de sable fin. Il est interdit au trafic lourd (+ de 3,5 t) de circuler sur les pavés avant 7 jours.

G. 4.3.2. VERIFICATIONS

G. 4.3.2.1. CONTROLES AVANT EXECUTION

Les prescriptions du G. 4.2.2.1. sont d'application.

G. 4.3.2.2. CONTROLES EN COURS D'EXECUTION

Ces contrôles portent sur:
- le profil en long et en travers
- la régularité de surface
- l'homogénéité de la pose
- l'alignement des pavés
- la largeur des joints
- la qualité du remplissage
- le sablage, le compactage, le soufflage et le jointoiement.

La différence maximale de hauteur admise entre deux éléments jointifs est de 2 mm.

Toute partie du revêtement présentant des irrégularités de surface de plus de 5 mm est démontée et remise à niveau.

Toutes les poches retenant l'eau de pluie sont démontées et reconstruites.

G. 4.3.3. PAIEMENT

La fourniture, la pose des pièces spéciales (demi-pavés, chapelles, mitres…), du jointoiement et du microbéton sont comprises dans le poste du métré.

Lorsque la largeur du pavage est un multiple des dimensions des pavés (tenu compte des tolérances de fabrication), aucun sciage n'est payé.
Lorsqu'un sciage est indispensable, il est payé au mètre courant et fait l'objet d'un poste séparé du métré.
La surface des accessoires de voiries (chambres de visite, trappillons, avaloirs...) n'est pas déduite.

L'utilisation de pavés colorés et/ou ayant subi un traitement de surface fait l'objet d'un supplément de prix payé au m² ou à la pièce, repris dans des postes séparés du métré.

Toutefois, des inscriptions spéciales en pavés telles que: "TAXI", "emplacement PMR" et sont payées à la pièce (par pavé) par un poste séparé du métré.

G. 4.4. BRIQUES DE PAVAGE EN TERRE CUITE

G. 4.4.1. CLAUSES TECHNIQUES

G. 4.4.1.1. MATERIAUX

Ils répondent aux prescriptions du chapitre C les concernant:
- eau: C. 1
- sables: C. 3.4.7.1 et C.3.4.7.2
- ciment: C. 8
- briques de pavage en terre cuite: C. 29.6.

G. 4.4.1.2. EXÉCUTION

G. 4.4.1.2.1. APPAREILLAGE

Les prescriptions du G. 4.3.1.2.1 sont d'application.
Les appareillages décoratifs sont définis aux documents du marché.

G. 4.4.1.2.2. TRAVAUX PREPARATOIRES

Les prescriptions du G. 4.2.1.2.2 sont d'application.

G. 4.4.1.2.3. COUCHE DE POSE

La couche de pose a une épaisseur uniforme de 3 cm après compactage.

La couche de pose est généralement en sable. Sa composition répond au C. 3.4.7.1. ou au C. 3.4.7.2.

Pour la construction de routes à forte pente, du sable stabilisé sera utilisé, les prescriptions du G. 4.2.1.2.3. sont d'application.

G. 4.4.1.2.4. POSE

Les prescriptions du G. 4.3.1.2.4. sont d'application.

G. 4.4.1.2.5. JOINTOIEMENT

Les prescriptions du G. 4.3.1.2.5. sont d'application.

G. 4.4.2. VERIFICATIONS

G. 4.4.2.1. CONTROLES AVANT EXECUTION

Les prescriptions du G. 4.2.2.1. sont d'application.

Le niveau fini de la fondation est également vérifié.

G. 4.4.2.2. CONTROLES EN COURS D'EXECUTION

Les prescriptions du G. 4.3.2.2. sont d'application.

G. 4.4.3. PAIEMENT

Les prescriptions du G. 4.2.3. sont d'application.

G. 4.5. REVÊTEMENTS DRAINANTS EN PAVES DE BETON

G. 4.5.1. DESCRIPTION

Les pavés de béton d'un revêtement drainant sont soit des pavés poreux, à travers lesquels passe l'eau, soit des pavés avec joints élargis, soit des pavés avec ouvertures de drainage. La perméabilité et la surface minimale des joints élargis ou des ouvertures de drainage sont fixées dans le PTV 126.

Il est important pour un bon comportement que toute la structure soit perméable (du pavage jusqu'à la sous-fondation et le sol) et pas seulement le pavage lui-même.

G. 4.5.2. CLAUSES TECHNIQUES

G. 4.5.2.1. MATERIAUX

Ils répondent aux prescriptions du chapitre C les concernant:
- sables: C. 3.4.7.4. et C. 3.4.7.5.
- pavés perméables en béton (en béton poreux, à joints élargis ou avec ouvertures de drainage): C. 29.8.
- béton maigre poreux: F. 4.6.
- empierrement: F. 4.2.

G. 4.5.2.2. EXECUTION

G. 4.5.2.2.1. APPAREILLAGE

Les prescriptions du G. 4.3.1.2.1. sont d'application.

G. 4.5.2.2.2. TRAVAUX PREPARATOIRES – FONDATION

Les prescriptions du G. 4.3.1.2.2. sont d'application.

La fondation en empierrement est exécutée conformément aux prescriptions du F. 4.2. tandis que celle en béton maigre poreux est exécutée suivant les prescriptions du F. 4.6.

G. 4.5.2.2.3. COUCHE DE POSE

La couche de pose a une épaisseur uniforme de 3 cm après compactage.
La couche de pose est en sable. Les couches de pose liées au ciment ne sont pas autorisées.

Si la fondation est réalisée en béton maigre poreux, un géotextile non tissé est placé entre la fondation et la couche de pose.

G. 4.5.2.2.4. POSE

Les prescriptions du G. 4.3.1.2.4. sont d'application. Toutefois, autour des points singuliers (chambres de visites, avaloirs, grilles...) et le long des éléments constituant les bords extérieurs des trottoirs (habitations, murs, clôtures…), du microbéton ne peut être placé. Le jointoiement est réalisé conformément aux prescriptions du G. 4.5.2.2.5.

G. 4.5.2.2.5. JOINTOIEMENT

Les prescriptions du G. 4.3.1.2.5. sont d'application. Toutefois, le sable de remplissage des joints répond aux prescriptions du C. 3.4.7.5.

G. 4.5.3. VERIFICATIONS

G. 4.5.3.1. VERIFICATIONS AVANT EXECUTION

Les prescriptions du G. 4.2.2.1. sont d'application.

Le niveau fini de la fondation est également vérifié.

G. 4.5.3.2. VERIFICATIONS EN COURS D'EXECUTION

Les prescriptions du G. 4.3.2.2. sont d'application.

G. 4.5.4. PAIEMENT

Les prescriptions du G. 4.3.3 sont d'application.

G. 5. DALLAGE

G. 5.1. DESCRIPTION

Un dallage est un revêtement formé par la juxtaposition de carreaux ou de dalles.

Les raccords avec d'autres éléments ou revêtements se réalisent sans différence de niveau.

G. 5.2. DALLAGE EN PIERRE NATURELLE

G. 5.2.1. CLAUSES TECHNIQUES

G. 5.2.1.1. MATERIAUX

Ils répondent aux prescriptions du chapitre C les concernant:
- eau: C. 1.
- sables: C. 3.4.7.
- ciment: C. 8.
- produit de scellement: C. 21.
- pierres naturelles: C. 28.
- dalles en pierre naturelle: C. 30.2.

G. 5.2.1.2. EXÉCUTION

G. 5.2.1.2.1. APPAREILLAGE

Les documents du marché indiquent le type d'appareillage des dalles. A défaut, les dalles sont posées à joints alternés.

Les documents du marché précisent le sens de pose et détaillent l'appareillage.

G. 5.2.1.2.2. TRAVAUX PREPARATOIRES

La fondation est dressée parallèlement à la surface du revêtement.

En alignement droit, la pente de la fondation est au moins de 2 %.

G. 5.2.1.2.3. COUCHE DE POSE

La nature et l'épaisseur de la couche de pose sont fixées aux documents du marché.

Les autres prescriptions du G. 4.2.1.2.3. sont d'application.

G. 5.2.1.2.4. POSE

Des demi-dalles ou des dalles découpées sont placées aux endroits où il est impossible de poser des dalles entières. Les dalles sont sciées et non clivées ou cassées.

En cas de pose à plein bain de mortier, celle-ci s'effectue directement sur la fondation préalablement nettoyée.

G. 5.2.1.2.5. JOINTOIEMENT

Le jointoiement est en rapport avec la nature de la couche de pose.

Les documents du marché fixent le type de jointoiement.

On distingue les jointoiements suivants:
- joints en sable: les prescriptions du G. 4.2.1.2.6.1. sont d'application
- joints en sable-ciment: les prescriptions du G. 4.2.1.2.6.2. sont d'application
- joints en mortier de ciment: les prescriptions du G. 4.2.1.2.6.3. sont d'application
- joints en coulis de mortier de ciment: les prescriptions du G. 4.2.1.2.6.4. sont d'application
- les joints entre les carreaux ont une largeur maximum de 8 mm lorsqu'ils sont remplis d'un coulis de ciment
- joints en mortier bitumineux: les prescriptions du G. 4.2.1.2.6.5. sont d'application.

Les documents du marché précisent si un hydrofuge est utilisé dans le mortier de jointement.

G. 5.2.2. VERIFICATIONS

G. 5.2.2.1. CONTROLES AVANT EXECUTION

Ces contrôles portent sur:
- le matériel utilisé
- l'exécution des travaux préparatoires
- la régularité de surface de la fondation
- le respect de l'épaisseur de la couche de pose et de sa granularité
- la fourniture et réception des lots de dalles
- les profils en long et en travers.

G. 5.2.2.2. CONTROLES EN COURS D'EXECUTION

Ces contrôles portent sur:
- les profils en long et en travers
- la régularité de surface
- la pose et le jointoiement des dalles.

La différence maximale de hauteur admise entre deux éléments jointifs est de 2 mm.
Toute partie du revêtement présentant des irrégularités de surface de plus de 5 mm est démontée et remise à niveau.

Toutes les poches retenant l'eau de pluie sont démontées et reconstruites.

G. 5.2.3. PAIEMENT

Le paiement des dallages s'effectue sur base de la surface exécutée.

La surface des accessoires de voirie (trappillons, chambres de visite, avaloirs) n'est pas déduite.

Le sciage des dalles est payé au mètre courant et fait l'objet d'un poste séparé du métré.

La pose au sable-ciment ou au mortier fait l'objet d'un supplément de prix payé au m² et est reprise dans des postes séparés du métré.

Le jointoiement en sable-ciment, en mortier de ciment, en coulis de mortier de ciment, au mortier bitumineux ou en mortier à base de liant synthétique pigmentable ou l'hydrofuge éventuel fait l'objet d'un supplément de prix payé au m² et est repris dans des postes séparés du métré.

G. 5.3. DALLAGES EN CARREAUX DE BETON

G. 5.3.1. CLAUSES TECHNIQUES

G. 5.3.1.1. MATERIAUX

Ils répondent aux prescriptions du chapitre C les concernant:

- eau: C. 1.
- sables: C. 3.4.7.1.
- ciment: C. 8.
- produits de scellement: C. 21.
- carreaux en béton: C. 30.1.

G. 5.3.1.2. EXÉCUTION

G. 5.3.1.2.1. APPAREILLAGE

Le type d'appareillage choisi est défini dans les documents du marché. A défaut, les carreaux sont posés à joints alternés. Les lignes continues sont perpendiculaires au sens de circulation.

L'utilisation de pièces accessoires préfabriquées (demi-carreaux...) est obligatoire.

G. 5.3.1.2.2. TRAVAUX PREPARATOIRES

La fondation est dressée parallèlement à la surface du revêtement. Toute irrégularité de surface de la couche de fondation supérieure à 1 cm est corrigée avec un matériau adéquat en veillant à respecter l'homogénéité du support.

En alignement droit, la pente de la fondation est au moins de 2,5 %.

La tolérance autorisée sur le niveau fini de la fondation est de ± 10 mm par rapport au niveau projet.

G. 5.3.1.2.3. COUCHE DE POSE

G. 5.3.1.2.3.1. Couche de pose en sable ou en sable-ciment

La couche de pose a une épaisseur uniforme de 3 cm après compactage.

La couche de pose est soit en sable, soit en sable-ciment. Les documents du marché précisent la nature de la couche de pose; à défaut, celle-ci est en sable. Sa composition répond au C. 3.4.7.1. ou au C. 3.4.7.2.

Le sable-ciment est du type I et répond aux prescriptions du F. 4.3. pour ce qui concerne sa composition, la fabrication et le transport.

Toutes les opérations de mise en œuvre sont réalisées endéans les trois heures qui suivent la fabrication du sable stabilisé et en tout cas avant le début de la prise du mélange.

La mise en œuvre du sable-ciment est interdite lorsque la température de l'air mesurée sous abri, à 1,5 m du sol est inférieure ou égale à 1 °C à 8 h du matin ou à - 3 °C durant la nuit.

Il est interdit au trafic lourd (+ de 3,5 t) de circuler sur le dallage avant 7 jours.

G. 5.3.1.2.3.2. Couche de pose à plein bain de mortier

En cas de pose à plein bain de mortier, celle-ci s'effectue directement sur la fondation, préalablement nettoyée.

Le dosage de ciment est compris entre 300 et 350 kg par m³ de sable et est fixé dans les documents du marché.
Le mortier est fabriqué par malaxage mécanique et approvisionné au fur et à mesure de l'avancement des travaux.

Dans certains cas, le mortier peut être amélioré par des adjuvants, agréés par le fonctionnaire dirigeant.

La mise en œuvre par température diurne inférieure à 5° C est interdite.

G. 5.3.1.2.4. POSE

Les carreaux sont posés suivant l'appareillage prescrit aux documents du marché.
Des demi-carreaux ou des carreaux découpés sont placés aux endroits où il est impossible de poser des carreaux entiers. Les carreaux sont sciés (et non clivés). Les carreaux avec des bords cassés sont refusés.

La largeur des joints ne peut dépasser:
- 3 mm en pose sur sable
- 5 mm en pose à plein bain de mortier avec coulis de ciment
- 10 mm en pose à plein bain de mortier avec scellement au mortier.

Autour des points singuliers (chambres de visites, avaloirs, grilles...), soit des carreaux entiers et/ou des pièces spéciales sont placés, soit du microbéton de haute qualité est coulé.
Le long des éléments constituant les bords extérieurs des trottoirs (habitations, murs, clôtures…) du microbéton de haute qualité conforme au tableau G. 4.3.1.2.4. est coulé sur toute la hauteur du dallage et sa largeur ne dépasse pas 3 cm.

G. 5.3.1.2.5. JOINTOIEMENT

Lorsque les joints sont propres et au plus tard 24 heures après la pose, le jointoiement est exécuté.

La profondeur des interstices à combler est supérieure à 10 mm.

Des joints transversaux de dilatation, d'une largeur de 10 mm sont réalisés au moins tous les 10 m et aux changements de direction. Ces joints sont remplis d'un produit de scellement.

Dans le cas d'une pose sur sable stabilisé, les prescriptions ci-dessous valables dans le cas de la pose sur sable ou dans le cas de la pose à plein bain de mortier sont d'application suivant la largeur des joints choisis.

G. 5.3.1.2.5.1. Jointoiement au sable

Dans le cas d'une pose sur sable, les carreaux sont jointoyés au sable conformément aux prescriptions du G. 4.3.1.2.5.

G. 5.3.1.2.5.2. Jointoiement au coulis de ciment

Dans le cas d'une pose à plein bain de mortier, les joints remplis d'un coulis de ciment ont une largeur maximum de 5 mm.

G. 5.3.1.2.5.3. Jointoiement au Mortier

Dans le cas d'une pose à plein bain de mortier, les joints scellés au mortier ont une largeur maximum de 10 mm.
Le mortier de jointoiement est gâché à consistance "terre humide". Il est forcé à la dague en le serrant fortement. Les joints sont arasés au même niveau que les éléments. Ils sont protégés contre la dessiccation durant au moins 72 heures. La mise en service est admise au plus tôt 5 jours après la mise en œuvre.

G. 5.3.2. VERIFICATIONS

G. 5.3.2.1. CONTROLES EN COURS D'EXECUTION

Les prescriptions du G. 5.2.2.1. sont d'application.

Le niveau fini de la fondation est vérifié préalablement à la pose du dallage.

G. 5.3.2.2. CONTROLES APRES EXECUTION

Les prescriptions du G. 4.3.2.2. sont d'application.

G. 5.3.3. PAIEMENT

La fourniture et la pose des pièces accessoires sont comprises dans le poste du métré décrivant le type de carreaux à poser.

Le paiement des dallages s'effectue sur base de la surface exécutée. La surface des accessoires de voiries (chambres de visite, trappillons, avaloirs...) n'est pas déduite.

Le sciage des carreaux est payé au mètre courant et fait l'objet d'un poste séparé du métré.

L'utilisation de dalles colorées et/ou ayant subi un traitement de surface fait l'objet d'un supplément de prix payé au m² repris dans un poste séparé du métré.

Le jointoiement fait l'objet d'un poste séparé payé au m² de dallage.

G. 5.4. DALLES-GAZON EN BETON ET EN PEHD

G. 5.4.1. CLAUSES TECHNIQUES

G. 5.4.1.1. MATERIAUX

Ils répondent aux prescriptions du chapitre C les concernant:
- terre arable: C. 2.3.1.2.
- sables: C. 3.4.7.4.
- dalles-gazon en béton et en PEHD: C. 30.3.
- béton maigre poreux: F. 4.6.
- empierrement: F. 4.2.
- argile: C. 2.1.2.1.
- gravillons: C. 3.4.7.5.2. (gravillons de remplissage).

G. 5.4.1.2. EXECUTION

Les documents du marché définissent les prescriptions relatives à l'exécution des dalles-gazon en PEHD.

L'exécution des dalles-gazon en béton est décrite ci-dessous.

G. 5.4.1.2.1. APPAREILLAGE ET TYPE DE DALLE-GAZON

L'appareillage est défini aux documents du marché. L'épaisseur minimale des dalles-gazon est conforme au tableau G. 5.4.1. et est choisie en fonction des charges de trafic.

Classe de résistance minimale des éléments	Epaisseur minimale des éléments (mm)	Type de charge de trafic
5	80	Zones piétonnières
10	100	Parkings pour véhicules légers
20	120	Zones délimitant une bande de circulation routière

Tableau G. 5.4.1. Epaisseur des dalles-gazon

G. 5.4.1.2.2. TRAVAUX PREPARATOIRES - FONDATIONS

La fondation est dressée parallèlement à la surface du revêtement.
La fondation en empierrement est exécutée conformément aux prescriptions du F. 4.2. tandis que celle en béton maigre poreux est exécutée suivant les prescriptions du F. 4.6.

Si des éléments linéaires de contrebutage sont obligatoires, ils font l'objet d'un poste séparé du métré. Ils sont posés avant la réalisation du dallage.

Si l'organisation du chantier nécessite une réalisation par phases, un contrebutage est placé à la limite des phases.

G. 5.4.1.2.3. COUCHE DE POSE

La couche de pose est en sable. Elle a une épaisseur uniforme de 3 cm après compactage.

Les couches de pose liées au ciment ne sont pas autorisées.

Si la fondation est réalisée en béton maigre poreux, un géotextile non tissé est placé entre la fondation et la couche de pose.

G. 5.4.1.2.4. POSE

Les dalles-gazon sont placées bord à bord. Autour des points singuliers (chambres de visite par exemple) et le long des éléments constituant les bords extérieurs (murs, clôtures…), le remplissage est réalisé conformément aux prescriptions du G. 5.4.1.2.5.

Des demi-dalles ou des dalles découpées sont placées aux endroits où il est impossible de poser des dalles entières. Le découpage se fait exclusivement par sciage. Les dalles avec des bords cassés sont refusées.

G. 5.4.1.2.5. REMPLISSAGE

Les ouvertures des dalles-gazon en béton doivent être remplies. Le choix du matériau de remplissage détermine l'aspect esthétique du revêtement. Les documents du marché définissent le type de remplissage.

- Remplissage avec de la terre arable

De la terre arable, conforme aux prescriptions du C. 2.3.1.2., est épandue par brossage à raison d'au moins 50 l/m² dans le creux des dalles à remplir. La surface supérieure de la terre arable se situe partout de 1,5 à 2 cm sous la surface supérieure des dalles.

Les documents du marché définissent l'ensemencement éventuel à l'aide d'herbe résistante.

- Remplissage avec des gravillons

Les creux des dalles sont remplis de gravillons 2/4 conformes au C. 3.4.7.5.2. Les documents du marché définissent le cas échéant si ceux-ci doivent être colorés. Le remplissage des creux s'effectue jusqu'à 1,5 à 2 cm de la face supérieure des dalles.

G. 5.4.2. VERIFICATIONS

G. 5.4.2.1. CONTROLES EN COURS D'EXECUTION

Les prescriptions du G. 5.2.2.1. sont d'application, à l'exception du jointoiement.

G. 5.4.2.2. CONTROLES APRES EXECUTION

Toute partie de revêtement présentant une irrégularité de surface de plus de 5 mm est démontée et remise à niveau.

G. 5.4.3. PAIEMENT

Le paiement des dallages s'effectue sur base de la surface exécutée. La fourniture et la pose sont comprises dans le poste du métré.

Les surfaces des trappillons ou autres appareils ne sont pas déduites.

L'éventuel contrebutage est repris dans un poste séparé.

Le sciage des dalles est payé au mètre courant et fait l'objet d'un poste séparé du métré.

L'utilisation de dalles-gazon colorées et/ou lavées fait l'objet d'un supplément de prix payé au m² repris dans un poste séparé du métré.

La fondation fait l'objet de postes séparés du métré des séries F3000 et F4000.

G. 5.5. DALLES DE REPERAGE

G. 5.5.1. CLAUSES TECHNIQUES

G. 5.5.1.1. MATERIAUX

Ils répondent aux prescriptions du chapitre C les concernant:
- eau: C. 1.
- sables: C. 3.4.7.1.
- ciment: C. 8.
- mortier: C. 13.
- produits de scellement: C. 21.
- dalles de repérage: C. 30.4. Les documents du marché définissent la nature du matériau.

G. 5.5.1.2. EXÉCUTION

G. 5.5.1.2.1. APPAREILLAGE

L'aménagement correspond aux principes décrits dans le guide des bonnes pratiques pour l'aménagement de cheminements piétons accessibles à tous.

G. 5.5.1.2.2. TRAVAUX PREPARATOIRES

Dans le cas de dalles en:
- carreaux de béton, les prescriptions du G. 5.3.1.2.2. sont d'application.
- pierre naturelle, les prescriptions du G. 5.2.1.2.2. sont d'application.
- produit préformé, la surface de pose est plane, séchée et nettoyée.

G. 5.5.1.2.3. COUCHE DE POSE

Dans le cas de dalles en:
- carreaux de béton, les prescriptions du G. 5.3.1.2.3. sont d'application.
- pierre naturelle, les prescriptions du G. 5.2.1.2.3. sont d'application.
- produit préformé, la pose se fait par apport de chaleur au moyen d'un brûleur jusqu'à fusion et ébullition de la dalle support ou à l'aide d'un primer et d'une colle.

G. 5.5.1.2.4. POSE

Dans le cas de dalles en:
- carreaux de béton, les prescriptions du G. 5.3.1.2.4. sont d'application.
- pierre naturelle, les prescriptions du G. 5.2.1.2.4. sont d'application.

- produits préformés, l'élément à coller est soit déposé dans le produit en fusion, ajusté suivant les besoins et dans ce cas les bords de la dalle doivent être réchauffés de manière à être adoucis, soit encollé à froid.

G. 5.5.1.2.5. JOINTOIEMENT

Dans le cas de dalles en:
- carreaux de béton, les prescriptions du G. 5.3.1.2.5. sont d'application.
- pierre naturelle, les prescriptions du G. 5.2.1.2.5. sont d'application.
- produits préformés, ceux-ci sont jointifs.

G. 5.5.2. VERIFICATIONS

Les prescriptions du G. 5.2.2. sont d'application.

G. 5.5.3. PAIEMENT

Par type de dalle, le paiement des dallages s'effectue sur base de la surface exécutée.

Le sciage des dalles fait l'objet d'un poste séparé du métré.

G. 6. REVETEMENTS EN GRANULATS

G. 6.1. DESCRIPTION

Ces revêtements sont constitués d'une ou plusieurs couches de granulats (dolomie, sable, gravillons) éventuellement stabilisés au ciment.

G. 6.2. CLAUSES TECHNIQUES

G. 6.2.1. MATERIAUX

Ils répondent aux prescriptions du chapitre C les concernant:
- eau: C. 1.
- ciment: C. 8.
- dolomie: C. 61.
- sable: C. 3.4.2.
- gravillons: C. 4.4.1. pour les revêtements non accessibles aux véhicules
  C. 4.4.2. pour les revêtements accessibles aux véhicules
- graves: C. 5.4.2.

G. 6.2.2. EXECUTION

L'épaisseur nominale des couches est mentionnée dans les documents du marché. Ceux-ci fixent également le diamètre nominal maximum des granulats D: 8, 10 ou 14 mm.

G. 6.2.2.1. TRAVAUX PREPARATOIRES

La fondation ou, à défaut, le fond de coffre est nivelé et, le cas échéant, traité ou remplacé de façon à atteindre un module de compressibilité M1 de 17 MPa minimum.

G. 6.2.2.2. COUCHE DE POSE ET POSE

Le transport des mélanges avec ciment s'effectue par camions bâchés. La mise en œuvre est interdite en cas de forte pluie. Les couches sont épandues mécaniquement en épaisseur uniforme comprise entre 8 et 15 cm et sont compactées. La dernière couche est soit mise en œuvre au finisseur soit réglée au moyen d'un autograde (scalpage guidé après mise en œuvre de la fondation compactée) soit mis en œuvre mécaniquement avec un système de guidage asservi.

Dans le cas de granulats stabilisés au ciment, la quantité de ciment est de 125 kg/m³.

Les opérations de compactage se font au plus tard 2 heures après la préparation du mélange. Par temps sec ou venteux, la couche posée est maintenue humide. La pose est interdite lorsqu'il y a un risque de gel dans les 24 heures.

Dans le cas de dolomie stabilisée, le ciment est un ciment blanc.

Le dévers est indiqué dans les documents du marché; à défaut, il est de 2 %.

Toute mise en circulation au trafic est interdite avant 7 jours.

G. 6.3. SPECIFICATION

Le coefficient de compressibilité M_1 de la couche compactée est égal ou supérieur à 35 MPa (droite OC, voir figures E. 3.3.3.1.a ou 1.b).

G. 6.4. VERIFICATIONS

G. 6.4.1. CONTROLES AVANT EXECUTION

Ces contrôles portent sur:
- le module de compressibilité et le profil de la fondation ou du fond de coffre
- le matériel utilisé
- l'exécution des travaux préparatoires
- le respect de l'épaisseur de la ou des couches et de leurs compositions.

G. 6.4.2. CONTROLES EN COURS D'EXECUTION

Ces contrôles portent sur:
- le profil de la surface
- la planéité de la surface à la règle de 3 m
- la capacité portante
- le dévers de la surface
- l'épaisseur des couches mises en œuvre.

Les niveaux du revêtement respectent les profils en long et en travers prescrits. Des tolérances locales de 1 cm sont admises pour autant qu'elles soient compatibles avec les tolérances en moins des couches sous-jacentes.

Les irrégularités de surface ne peuvent dépasser 15 mm.

La tolérance maximum sur l'épaisseur nominale est de 10 % sur les épaisseurs individuelles et l'épaisseur moyenne est supérieure ou égale à l'épaisseur nominale.

G. 6.5. PAIEMENT

G. 6.5.1. MESURAGE

Les revêtements en granulats sont payés au m² suivant le type et l'épaisseur (constante) ou à la tonne.

La surface des accessoires de voiries (trapillons, regards de visite, avaloirs) n'est pas déduite.

G. 6.5.2. MANQUEMENT

En cas de non-respect des tolérances locales ou des épaisseurs moyennes, le revêtement en granulats est reprofilé et recompacté de manière à atteindre les spécifications requises.

G. 7. DISPOSITIFS DE SECURITE ET DE MODERATION DE LA VITESSE

G. 7.1. DISPOSITIFS DE SECURITE EN BETON PREFABRIQUE.

G. 7.1.1. DESCRIPTION

Les dispositifs de sécurité et de modération de la vitesse de circulation tels que ralentisseurs de trafic, plateaux, îlots directionnels, coussins sont destinés à contraindre physiquement le conducteur à ralentir la vitesse de son véhicule.

La surface circulable des éléments préfabriqués peut être brute de décoffrage ou sertie de pavés en pierre naturelle ou en béton de ciment.
Ceux-ci forment avec la dalle un ensemble monolithique.

G. 7.1.2. CLAUSES TECHNIQUES

G. 7.1.2.1. MATERIAUX

Ils répondent aux prescriptions du chapitre C les concernant:
- ciment: C. 8.
- mortier: C. 13.
- béton: C. 14.
- acier: C. 16.
- adjuvant pour mortiers, béton et coulis: C. 17.
- produits de scellement: C. 21.
- pavés: C. 29.

G. 7.1.2.2. FORMES, DIMENSIONS, IMPLANTATIONS ET MARQUAGES

Ces dispositions sont définies par les arrêtés royaux du 9 octobre 1998 et du 3 mai 2002.

Les dimensions des pièces, leur profil, l'appareillage, la texture de surface des bétons coffrés ou le choix et la teinte des pavés, le goujonnage éventuel sont décrits dans les documents du marché.

G. 7.1.2.3. EXECUTION

G. 7.1.2.3.0. ETUDE PREALABLE

L'entrepreneur remet au fonctionnaire dirigeant au moins 15 jours avant le début de la préfabrication les documents suivants:
- le plan de pose

- la note de calcul éventuelle.

G. 7.1.2.3.1. ETUDE ET COMPOSITION

Les éléments ont une épaisseur de 12 cm (hors revêtement) pour les rampes d'accès plateau et de 22 cm (hors revêtement) pour les coussins.

A défaut, l'entrepreneur remet au fonctionnaire dirigeant, au moins quinze jours avant la préfabrication des éléments la note de calcul montrant que les éléments posés sur un sol caractérisé par un module de réaction K = 3 10^{-2}N/mm^3 sont capables de résister au passage d'un essieu de 13 tonnes (soit à la charge d'une roue de 6,5 tonnes). Les armatures sont en outre dimensionnées pour assurer en toute sécurité les manutentions des éléments

Dans le cas des pavés sertis, les peignes des ralentisseurs de trafic sont réalisés soit en pavés de béton blanc soit en pierres naturelles blanches.

Dans le cas des coussins, les parties inclinées sont réalisées en béton blanc.

G. 7.1.2.3.2. SPECIFICATIONS DES ELEMENTS PREFABRIQUES

La blancheur du béton blanc répond aux spécifications du H. 1.2.3.

Les éléments sont préfabriqués à partir de béton de classe de résistance minimum C35/45, classe d'environnement EE4, le ciment utilisé est un ciment LA.

Les éléments sont préfabriqués en usine.

Les éléments sont pourvus des accessoires de manutention nécessaires au stockage et à la mise en œuvre. Ils sont disposés de manière à ne pas endommager les pièces durant les manutentions. Après mise en œuvre, ils sont rendus invisibles.

Lorsque les éléments sont liaisonnés par goujons, ils sont pourvus de fourreaux destinés à la mise en place des goujons. Ces goujons ont 40 cm de long et 20 mm de diamètre. Ils sont distants de 40 cm maximum.

Eléments bruts de décoffrage: les documents du marché indiquent le type de coffrage à utiliser et l'aspect de surface désiré.

Eléments sertis de pavés: les documents du marché indiquent le type de pavé à utiliser.

Toutes les dispositions sont prises afin d'empêcher les écoulements de mortier ou de laitance sur le revêtement lors du bétonnage.

Lors de l'utilisation de pavés en pierre naturelle, le jointoiement est réalisé lors de la fabrication même de l'élément. Toutes les précautions sont prises afin que le béton coulé ne souille pas les pavés naturels et que les joints ainsi réalisés aient l'apparence d'un joint de seconde phase.
Les pavés en béton de ciment sont posés "bord à bord".

G. 7.1.2.3.3. TRANSPORT ET STOCKAGE

Toutes les dispositions sont prises pour éviter les dégradations et souillures lors des opérations de manutention, de transport et de stockage des éléments à l'usine ou sur chantier. Les éléments sont transportés et stockés sur chantier face vue vers le haut.

G. 7.1.2.3.4. MISE EN ŒUVRE

Les documents du marché spécifient le mode de pose. A défaut, ils sont de type 1 sur le réseau IIa et sont de type 2 sur le réseau IIb et réseau III.

G. 7.1.2.3.4.1. Pose de type 1

Les documents du marché précisent:

- si les éléments de rampe utilisés sont munis d'armatures dépassantes
  - soit sur leur face inférieure
  - soit en pied et/ou en tête de l'élément
- si les éléments préfabriqués sont liaisonnés entre eux.

Des éléments de calage sont posés sur la fondation de la chaussée (voir tolérances pour le niveau de surface et la régularité de surface en F. 3.3. et F. 3.3.4.) ou, si les plans de projet n'en prévoient pas, sur un sable stabilisé de type I ou un béton maigre C12/15 de minimum 10 cm d'épaisseur (même tolérance de planéité que dans le cas d'une sous-fondation).

Ces éléments de calage permettent:
- la pose, "en attente", des éléments préfabriqués malgré la présence des armatures dépassantes,
- de supporter temporairement, mais de façon stable, les éléments préfabriqués du dispositif surélevé pendant la mise en œuvre du béton,
- d'effectuer correctement le réglage des différents éléments du dispositif surélevé en plan et en altimétrie.

Les dispositions sont prises de façon à ce que le béton coulé ou pompé puisse remplir la totalité des vides en dessous de l'élément.

En aucun cas, les joints ne sont resserrés avant bétonnage de la fondation de façon à permettre à l'air éventuellement enfermé sous les éléments de s'échapper par ces orifices.

Le béton est conforme à la NBN EN 206 et son complément national NBN B 15-001:
- classe de résistance: C35/45
- domaine d'utilisation: béton armé
- classe d'environnement EE4
- classe de consistance S5/F6
- D_{max} 14mm
- exigence complémentaire: type de ciment LA.

En fonction du délai fixé pour la mise en service, des accélérateurs de prise sont ajoutés au mélange si nécessaire.

L'épaisseur du béton de pose est au minimum de 15 cm.

Après bétonnage, les joints sont nettoyés à fond et remplis précautionneusement au moyen d'un joint souple fortement adhérent au béton.

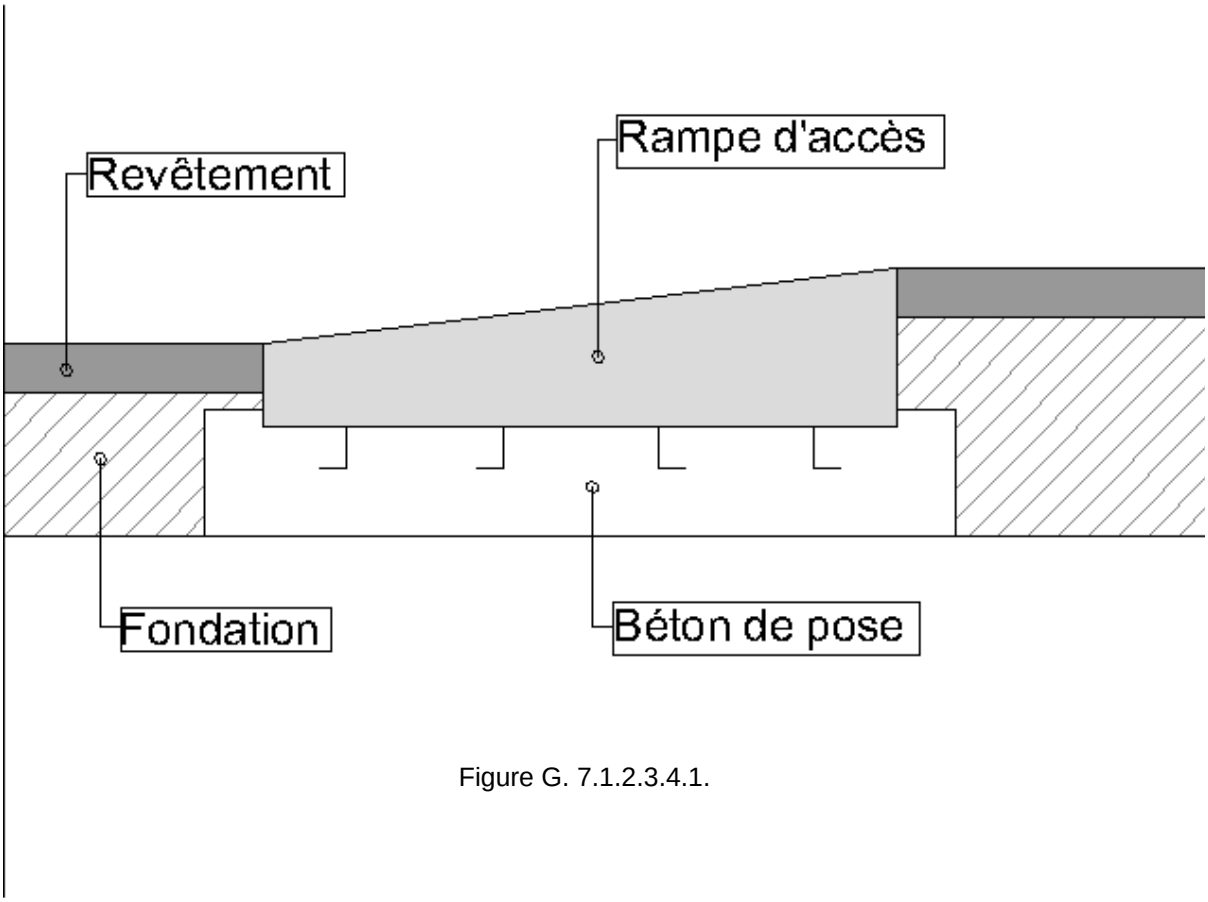


Figure G. 7.1.2.3.4.1.

G. 7.1.2.3.4.2. Pose de type 2

Ce type de mise en œuvre est déconseillé pour des voiries circulées par du trafic lourd.

Les éléments préfabriqués sont posés sur une fondation en béton frais de 20 cm d'épaisseur minimum. Elle est réalisée frais sur frais d'une couche compactée de 18 cm et d'une couche de pose de 2 cm.

Le béton est conforme à la NBN EN 206 et son complément national NBN B 15-001:
- classe de résistance C25/30
- domaine d'utilisation: béton non armé
- classe d'environnement EE3
- classe de consistance S2/F2
- D_{max} 20 mm
- exigence complémentaire: type de ciment LA.

Les éléments préfabriqués sont définitivement positionnés sur la fondation en béton frais dans un délai de 2 heures maximum qui suit la fabrication du béton

Les niveaux de surface de la fondation respectent les profils en long et en travers prescrits. Des tolérances locales de 5 mm sont admises. Les irrégularités de surface ne peuvent dépasser 5 mm.

Les éléments sont posés sur toute leur surface d'assise.

Les joints entre éléments de béton préfabriqué et les joints avec les éléments adjacents (revêtement adjacent, éléments linéaires…) ont une largeur de ± 1cm.

La partie supérieure du joint est remplie à l'aide d'un joint souple fortement adhérent au béton (masse bitumineuse, joint polyuréthane à 1 ou 2 composants).

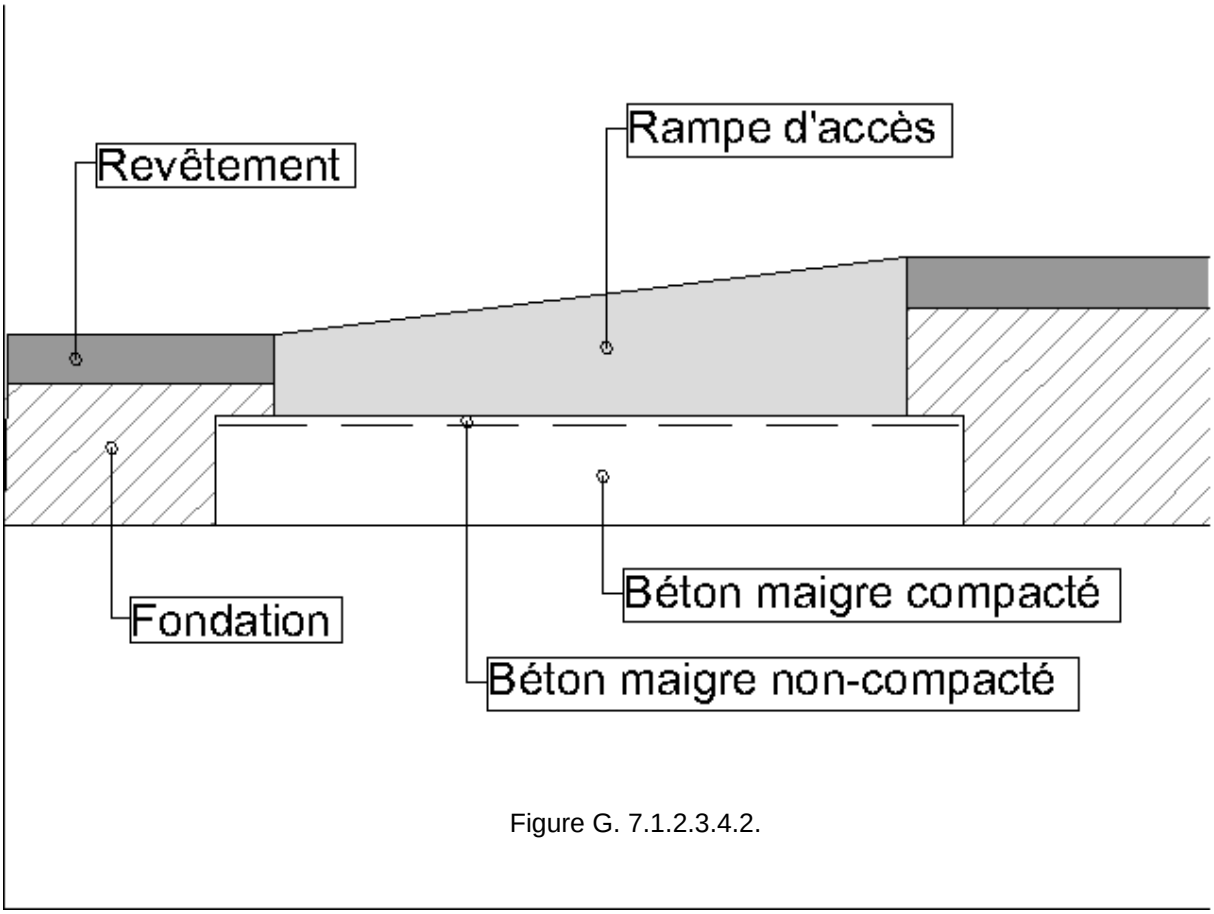


Figure G. 7.1.2.3.4.2.

G. 7.1.2.3.5. MISE EN SERVICE

La circulation du trafic lourd (+ de 3,5 t) n'est autorisée sur le dispositif surélevé que 7 jours après la mise en œuvre du béton de fondation. Les documents du marché peuvent prévoir un délai inférieur.

Dans ce cas, la résistance du béton doit avoir atteint 25 MPa mesuré sur cube de 15 cm de côté au moment fixé pour la mise en service.

G. 7.1.3. SPECIFICATIONS

G. 7.1.3.1. ASPECT DE SURFACE

L'aspect de surface est conforme aux spécifications des documents du marché. Dans le cas des éléments sertis de pavés, aucune trace de mortier ou de laitance n'est tolérée en surface après décoffrage.

G. 7.1.3.2. NIVEAU DE SURFACE

Des tolérances de maximum 3 mm entre 2 éléments contigus sont admises.

G. 7.1.4. VERIFICATIONS

G. 7.1.4.1. ESSAIS EN COURS D'EXECUTION

Les contrôles portent sur:
- l'exécution des travaux préparatoires
- la régularité de surface de la fondation pour le G. 7.1.2.3.4.2
- la fourniture et réception des éléments préfabriqués
- la pose des éléments préfabriqués, l'injection éventuelle des fourreaux à goujons.

G. 7.1.4.2. CONTROLES APRES EXECUTION

Les contrôles portent sur:
- - les profils en long et en travers
- - la régularité et la planéité de surface.

G. 7.1.5. PAIEMENT

Le paiement s'effectue, suivant le type de pose, sur base de la surface exécutée et comprend la fourniture et la pose:
- du béton de pose
- des éléments préfabriqués
- des goujons ou barres d'attente éventuels
- des joints.

Le paiement de la sous-fondation et de la fondation de la chaussée fait l'objet de postes séparés du métré (chapitre F).

G. 7.2. DISPOSITIFS DE SECURITE EN BETON COULE EN PLACE

G. 7.2.1. DESCRIPTION

Les dispositifs de sécurité et de modération de la vitesse de circulation tels que ralentisseurs de trafic, plateaux, îlots directionnels, etc. sont destinés à contraindre physiquement le conducteur à ralentir la vitesse de son véhicule.

La surface circulable des éléments coulés en place peut être brossée, désactivée ou imprimée.

G. 7.2.2. CLAUSES TECHNIQUES

G. 7.2.2.1. MATERIAUX

Ils répondent aux prescriptions du chapitre C les concernant:
- ciment: C. 8
- mortier: C. 13
- béton: C. 14
- acier: C. 16
- adjuvant pour mortiers, béton et coulis: C. 17
- produits de scellement: C. 21.

G. 7.2.2.2. FORMES, DIMENSIONS, IMPLANTATIONS ET MARQUAGES

Ces dispositions sont définies par les arrêtés royaux du 9 octobre 1998 et du 3 mai 2002.

Les épaisseurs minimales sont conformes au G. 1.1.

G. 7.2.2.3. EXECUTION

Les prescriptions du G. 1.2 sont d'application.

G. 7.2.3. SPECIFICATIONS

Les spécifications du G. 1.3 sont d'application.

G. 7.2.4. VERIFICATIONS

Les dispositions du G. 1.4 sont d'application à l'exception du G. 1.4.2.2.1 et du G. 1.4.2.2.3.

G. 7.2.5. PAIEMENT

Le paiement s'effectue sur base de la surface exécutée.

G. 7.3. DISPOSITIFS DE SECURITE EN PAVAGE

G. 7.3.1. DESCRIPTION

Les dispositifs de sécurité et de modération de la vitesse de circulation tels que ralentisseurs de trafic, plateaux, îlots directionnels, etc. sont destinés à contraindre physiquement le conducteur à ralentir la vitesse de son véhicule.

Ils sont réalisés en pavés de béton, en pierre naturelle ou en pavés de terre cuite. Les couleurs assurent un bon contraste avec le marquage blanc.

G. 7.3.2. CLAUSES TECHNIQUES

G. 7.3.2.1. MATERIAUX

Ils répondent aux prescriptions du chapitre C les concernant:
- sable: C. 3
- mortier: C. 13
- produits de scellement: C. 21
- pavés: C. 29
- bordures: C. 31
- bandes de contrebutage et filets d'eau: C. 32.

G. 7.3.2.2. FORMES, DIMENSIONS, IMPLANTATIONS ET MARQUAGES

Ces dispositions sont définies par les arrêtés royaux du 9 octobre 1998 et du 3 mai 2002.

G. 7.3.2.3. EXECUTION

Les prescriptions du G. 4. sont d'application

G. 7.3.3. SPECIFICATIONS

Les prescriptions du G. 4. sont d'application.

G. 7.3.4. VERIFICATIONS

Les prescriptions du G. 4. sont d'application.

G. 7.3.5. PAIEMENT

Le paiement s'effectue conformément au:
- F. 4.5.5. pour le béton maigre
- G. 4.2.3. pour les pavés en pierre naturelle
- G. 4.3.3. pour les pavés en béton

- G. 4.4.3. pour les briques en terre cuite.

G. 7.4. DISPOSITIFS DE SECURITE EN BETON BITUMINEUX

G. 7.4.1. DESCRIPTION

Les dispositifs de sécurité et de modération de la vitesse de circulation tels que ralentisseurs de trafic, plateaux, îlots directionnels, etc. sont destinés à contraindre physiquement le conducteur à ralentir la vitesse de son véhicule.

La surface circulable des éléments coulés en place peut être brossée, désactivée ou imprimée.

G. 7.4.2. CLAUSES TECHNIQUES

G. 7.4.2.1. MATERIAUX

Les matériaux répondent aux prescriptions du chapitre C les concernant:
- sable: C. 3.4.6.
- gravillons: C. 4.4.5 - C. 4.4.6.
- chaux hydratée: C. 9.2.3.
- filler: C. 11.1.
- liant: C. 12.
- inhibiteur d'écoulement: C. 15.

G. 7.4.2.2. FORMES, DIMENSIONS, IMPLANTATIONS ET MARQUAGES

Ces dispositions sont définies par les arrêtés royaux du 9 octobre 1998 et du 3 mai 2002.

G. 7.4.2.3. EXECUTION

Les prescriptions du G. 2. sont d'application.

G. 7.4.3. SPECIFICATIONS

Les spécifications du G. 2. sont d'application.

G. 7.4.4. VERIFICATIONS

Les dispositions du G. 2. sont d'application.

G. 7.4.5. PAIEMENT

Le paiement s'effectue sur base du tonnage mis en œuvre.

G. 7.5. DISPOSITIFS DE SECURITE TEMPORAIRE

G. 7.5.1. DESCRIPTION

Les dispositifs de sécurité et de modération de la vitesse de circulation tels que ralentisseurs de trafic, plateaux, îlots directionnels, etc. sont destinés à contraindre physiquement le conducteur à ralentir la vitesse de son véhicule.

G. 7.5.2. CLAUSES TECHNIQUES

Les prescriptions relatives aux dispositifs temporaires sont définies dans les documents du marché.