

Congrès national de la route – 2018

EVOLUTION NORMATIVE DES MATERIAUX ROUTIERS

Mohamed SAILOUHI – Groupe Mojazine

Table des matières

1. Introduction :	3
2. Granulats :	4
3. Emulsion de bitume :	6
4. Enrobés bitumineux :	9
5. Conclusion et recommandations :	12

1. Introduction :

Grace à l'avancée des techniques modernes de production, les normes et les réglementations évoluent et deviennent de plus en plus complexes. Les intervenants dans l'acte de construire doivent être suffisamment vigilants et réactifs afin d'en connaître l'évolution et mettre en application leurs exigences permettant de pouvoir proposer des produits conformes aux normes en vigueur.

Le présent article a pour objet de présenter les récentes évolutions normatives des matériaux pour chaussées, notamment, les granulats, les émulsions de bitume cationiques et les enrobés. Sont également présentés dans cet article des recommandations et des axes d'amélioration.

2. Cartographie de la normalisation des matériaux routiers :

Le domaine routier est couvert par une panoplie de normes produits. Ces normes concernent principalement les produits suivants :

- Granulats (tableau 1)
- Liants hydrocarbonés (figure 1)
- Enrobé (tableau 2)

Norme	Intitulé
NF EN 12620	Granulats pour béton.
NF EN 13043	Granulats pour mélanges hydrocarbonés et pour enduits superficiels utilisés dans la construction des chaussées, aéroports et d'autres zones de circulation.
NF EN 13055-1	Granulats légers – Partie 1 : Granulats légers pour béton et mortiers.
NF EN 13139	Granulats pour mortiers.
NF EN 13242	Granulats pour matériaux traités aux liants hydrauliques et matériaux non traités utilisés pour les travaux de génie civil et pour la construction des chaussées.
NF P 18-545	Granulats : Eléments de définition, conformité et codification

Tableau 1 : Normes des granulats

Norme	Intitulé
NF EN 13108-1	Mélanges bitumineux — Spécifications des matériaux — Partie 1 : Enrobés bitumineux
NF EN 13108-2	Mélanges bitumineux — Spécifications des matériaux — Partie 2 : Bétons bitumineux très minces
NF EN 13108-3	Mélanges bitumineux — Spécifications des matériaux — Partie 3 : Bétons bitumineux souples
NF EN 13108-7	Mélanges bitumineux — Spécifications des matériaux — Partie 7 : Bétons bitumineux drainants
NF EN 13108-8	Mélanges bitumineux — Spécifications de matériaux — Partie 8 : Agrégats d'enrobés
NF P 98-150-1	Enrobés hydrocarbonés : Exécution des assises de chaussées, couches de liaison et couches de roulement Partie 1 : Enrobés hydrocarbonés à chaud Constituants, formulation, fabrication, transport, mise en œuvre et contrôle sur chantier

Tableau 2 : Normes des enrobés hydrocarbonés

3. Granulats :

Trois classes granulaires sont définies par la nouvelle norme relative aux granulats : sables, gravillons et graves (Tableau 3)

Famille	Diamètre	Granulats pour		
		Béton et mortier	Mélanges bitumineux	Matériaux traités et non traités
Sables	D	$\leq 4 \text{ mm}$	$\leq 2 \text{ mm}$	$\leq 6.3 \text{ mm}$
	d	=0	=0	=0
Gravillons	D	$4 \leq D \leq 63 \text{ mm}$ (bétons) $D = 4 \text{ mm}$ (mortiers)	$2 < D \leq 45 \text{ mm}$	$2 < D \leq 90 \text{ mm}$
	d	$\geq 2 \text{ mm}$ (= 2 mortiers)	$\geq 2 \text{ mm}$	$\geq 2 \text{ mm}$
Graves	D	$4 < D \leq 45 \text{ mm}$	$2 < D \leq 45 \text{ mm}$	$6.3 \leq D \leq 90 \text{ mm}$
	d	=0	=0	=0

Tableau 3 : familles des granulats

La norme NF EN 18-545 regroupe plusieurs caractéristiques sous forme de codes (tableaux 4 à 7), eux-mêmes définis à partir de catégories européennes. Elle introduit aussi la possibilité, pour les gravillons, d'utiliser sous certaines conditions une règle de compensation (entre résistance à la fragmentation et résistance à l'usure) et des critères de régularité granulométrique (tolérances à d et D), indispensables aux pratiques marocaines courantes. En outre, elle intègre les critères de conformité et d'acceptation et la fiche technique produit ou FTP, laquelle synthétise les valeurs spécifiées des caractéristiques normalisées du produit, que le producteur s'engage à respecter, et les résultats des essais les plus récents effectués par le producteur sur ce même produit.

Le recours à la règle de compensation entre les résistances à l'usure et à la fragmentation est généralement justifié par l'expérience technique, avec le souci d'une utilisation rationnelle de la ressource sur le bassin susceptible d'alimenter le chantier, et la perspective d'une réduction des coûts de transport. De même, l'ajout de critères de régularité granulométrique est systématiquement motivé par la volonté de fabriquer et mettre en œuvre des produits routiers de granularité constante. Ces critères de régularité sont déterminés à partir de la granularité type, en appliquant de part et d'autre du pourcentage de passant type X_t choisi par le fournisseur à chaque dimension de tamis utilisée les tolérances $e/2$ exigées (NF P 18 - 545).

Les spécifications d'usage ont été fixées en fonction du trafic poids lourds, de la position de la couche considérée dans la structure de chaussée et de la technique routière utilisée pour sa réalisation (traitée ou non par un liant hydraulique ou hydrocarboné essentiellement). Elles sont d'autant plus exigeantes que le trafic lourd est plus intense, que la couche est plus proche de la surface de la chaussée, que le liant est plus souple, que son dosage est plus faible et que son temps de prise est plus long, enfin que les propriétés mécaniques du produit routier employé sont plus faibles. Elles prennent aussi en compte une hétérogénéité possible des fournitures de granulats et un niveau courant d'aléas de chantier.

Code	LA (1)	MDE (1)	Exigence complémentaire sur LA + MDE (1)	PSV (1)
	Vss			Vsi
A	25	20	35	56
B	25	20	35	50
C	30	25	45	50
La conformité est assurée si les 4 conditions (LA, MDE, LA + MDE et PSV) sont respectées simultanément.				

Tableau 4 : caractéristiques intrinsèques des gravillons pour couche de roulement utilisant des liants hydrocarbonés.

Code	Granularité		Teneur en fines f	Aplatissement FI
	Catégorie	Tolérance à d et D		
I	G _c 85/20 (1) (2) G20/15 ou G25/15	e = 10 (± 5)	f _{0.5}	Fl ₁₅ si D > 6.3 Fl ₂₀ si D ≤ 6.3
II			f _{0.5} (3)	Fl ₂₀ si D > 6.3 Fl ₂₅ si D ≤ 6.3
III			f ₁ (4)	Fl ₂₅ si D > 6.3 Fl ₃₀ si D ≤ 6.3
(1) : sur les gravillons de classe granulaire serrée d/D où D < 2*d, la limite inférieure à D de la catégorie G _c 85/20 est abaissée à 80%				
(2) : G _c 85/15 si emploi en formule discontinue d'enrobés.				
(3) : f ₁ si MBF ≤ 10 ;				
(4) : f ₂ si MBF ≤ 10 ;				

Tableau 5 : caractéristiques de fabrication des gravillons pour couche de roulement utilisant des liants hydrocarbonés.

Cade	Granularité (1)	Propreté MB ou SE(10)	
	Catégorie NF EN 13043		
A	G _F 85 (2) G _{TC} 10	MB ₂	SE(10) 55
(1) : Dans le cas où le passant à D est > 99% la granularité type déclarée est renseignée aux dimensions D, D/2 et 0.063 mm et aux tamis de la série principale + série 1 ou série 2. (2) : G _A 85 si 2 < D ≤			

Tableau 6 : caractéristiques de fabrication des sables pour couche de roulement utilisant des liants hydrocarbonés.

Code	Gravillons		Sables	
	Catégorie NF EN	ECG Vsi (1)	Catégorie NF EN	E _{cs} Vsi
Ang 1	C95/1 C90/1 C50/10	110	E _{cs} 35	35
Ang 2		105	E _{cs} 35	35
Ang 3		95	E _{cs} 30	30
Ang 4		E _{cs} déclaré	< 30	

(1) : l'appartenance à une catégorie NF EN peut être acceptée si le résultat de l'essai d'écoulement des gravillons ECG (NF EN 933-6) est conforme au critère correspondant à la catégorie, en cas de contestation de l'essai NF EN 933-5 est réalisé :

- Ecs des sables et graves $2 \leq D \leq 6.3$ mm : essai d'écoulement sur la fraction 0/2 mm ;
- ECG des gravillons $6.3 \leq D \leq 14$ mm : la conformité à Vsi est vérifiée sur la fraction granulaire prévue par la NF EN 933-6 (4/6.3, 6.3/10, 4/10, 10/14 mm) la plus fortement représentée par la granulométrie du gravillon.

Tableau 7 : Angularité des gravillons et sables d'extraction alluvionnaire pour couche de roulement utilisant des liants hydrocarbonés.

Le changement majeur apporté par la version 2011 de la norme NF P 18-545 concerne l'essai SE(10), avec adaptation des seuils de propreté à respecter. De plus, la conformité à MB_F sur 0/0,125mm inférieur ou égal à 10 demandée par la norme européenne peut être admise si MB (mesurée sur 0/2mm) est inférieure ou égale à 2 ou si le SE(10) est supérieur ou égal à 55 (tableau 6).

Concernant l'angularité des sables d'extraction alluvionnaire ou marine, la version de 2004 exige une valeur spécifiée minimale de 38 s pour le code ang1 qui peut être abaissée à 35 s sous réserve de la vérification de l'essai d'orniérage. La version de 2011 a abaissé le niveau d'exigence pour le code Ang1 dont la Vsi est désormais de 35 s. Il est à noter que L'angularité est à spécifier lorsque des risques d'orniérage ou d'instabilité de la couche à la mise en circulation sont à craindre.

Par ailleurs, les fines constituent la fraction granulaire passant au travers du tamis de 0,063 mm au lieu du tamis 0,080 mm. Pour un gravillon, le passant au tamis de 0.063 mm caractérise sa propreté. Il est à noter que la propreté superficielle était définie comme le pourcentage pondéral de particules inférieures à 0.5 mm.

4. Emulsion de bitume :

Les liants hydrocarbonés, employés à la construction et à l'entretien des chaussées, sont rattachés à l'un des processus suivants : le processus raffinerie qui concerne essentiellement les bitumes purs, les bitumes routiers de grade dur et les bitumes spéciaux fabriqués en raffinerie ou le processus en usine qui concerne les émulsions de bitume, les bitumes fluxés, fluidifiés, modifiés aux polymères BmP. La famille des normes européennes des liants hydrocarbonés est présentée dans la figure 1.

Sont traités dans le présent document, les émulsions de bitume cationiques.

Les caractéristiques de l'émulsion, spécifiées en fonction des travaux routiers auxquels elle est destinée sont les suivantes :

- Teneur en liant ;
- Rupture ;
- Viscosité ;
- La stabilité au stockage ;
- L'adhésivité.

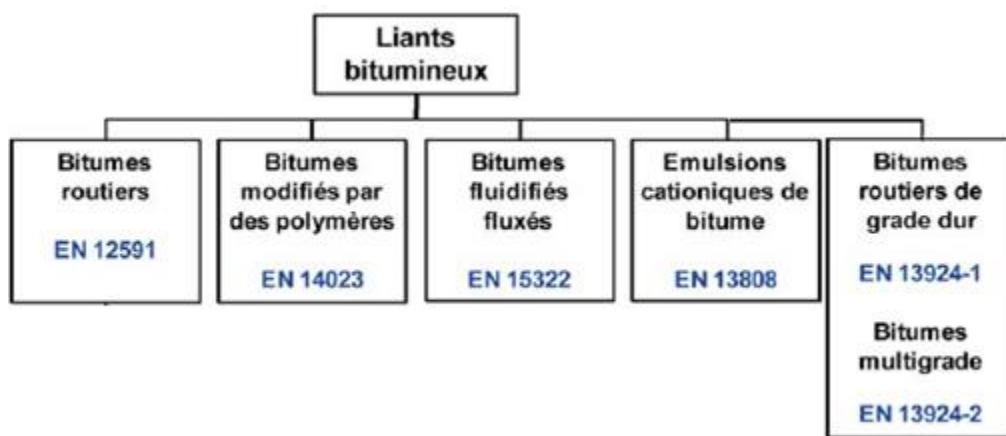


Figure 1 : famille des normes européennes relatives aux liants hydrocarbonés.

La norme produit regroupe les émulsions cationiques en fonction de leur comportement à la rupture, de rapide à surstabilisée et, dans chaque groupe, par ordre croissant de teneur en liant de 55 à plus de 71 %. Certaines exigences techniques, comme l'indice de rupture ou le temps d'écoulement par exemple, laissent le choix entre plusieurs performances possibles (tableau 8).

	Rapide – ECR		Semi rapide	Lente – ECL	Surstabilisée – ECS
Classe	C65B2 ou C65B3	C69B2 ou C69B3	C65B4	C55B5	C55B10
Indice de rupture (fines forshammer)	< 110 Ou 70-155		110-195	>170	-
Teneur en liant, en %	63-67	67-71	63-67	53 - 57	53-57
Temps d'écoulement, en s 2 mm à 40 °C Ou 4 mm à 40 °C	40-130 5-70	40-130 5-70 Ou 40-100	15-70 Ou 40-130 5-70	≤ 20 Ou 15-70	≤ 20 Ou 15-70
Résidu sur tamis de 0.5 mm, en %	≤ 0.1		≤ 0.1	≤ 0.1	≤ 0.1
Résidu sur tamis de 0.16 mm, en %	≤ 0.25		≤ 0.25	≤ 0.25	≤ 0.25
Résidu sur tamis (7 jours de stockage) 0.5 mm, en %	≤ 0.2 Ou ≤ 0.5		≤ 0.2	≤ 0.2	≤ 0.2

Tableau 8 : Caractéristiques des émulsions cationiques

Des abréviations, constituées par une juxtaposition de lettres et de nombres, sont utilisées pour décrire les principales caractéristiques des émulsions cationiques de bitume, c'est-à-dire la polarité de l'émulsion, la teneur en liant, le type de liant, le type et la quantité de fluxant, l'indice de rupture et la désignation du liant de base doivent être indiqués conformément au Tableau 9.

Position	Caractères	Signification	Norme européenne de référence
Abréviations obligatoires			
1	C	Émulsion cationique de bitume	EN 1430 ^a (polarité des particules)
2 et 3	Nombre à 2 chiffres	Teneur nominale en liant en % (<i>m/m</i>)	EN 1428 ou EN 1431 (par teneur en eau ou teneur en liant résiduel + distillat d'huile)
		ou	ou
		Teneur en liant résiduel en % (<i>m/m</i>)	EN 1431 (liant résiduel après distillation de l'eau et de l'huile)
4 ou	B	Indication du type de liant Bitume routier	EN 12591 (spécification des bitumes routiers)
4 et 5	P	Ajout de polymères	EN 14023 ou ajout possible de polymère avant, pendant ou après la mise en émulsion
5 ou 6	F	Ajout de plus de 3 % (<i>m/m</i>) de fluxant par rapport à l'émulsion	Le type de fluxant peut être indiqué (optionnel) en remplaçant la lettre F par Fm (fluxant minéral) ou Fv (fluxant végétal)
5 ou 6 ou 7	de 2 à 10	Classe d'indice de rupture	EN 13808 Tableau 2
Abréviations volontaires			
6 ou 7 ou 8		Désignation abrégée du liant bitumineux de base	EN 12591 ou EN 14023 ou EN 13924 (désignation selon les exigences de la norme correspondant au produit)

Tableau 9 : Appellation d'une émulsion cationique

Par exemple, l'abréviation C69BP3 indique qu'il s'agit d'une émulsion cationique, de 69% de bitume modifié aux polymères et présentant un indice de rupture de classe 3. Le tableau ci-dessous donne un exemple de deux produits de l'usine BITUMED.

Produit	C69B2	C55B4
Indice de rupture (fines forshammer)	< 110	110-195
Teneur en liant, en %	63-67	53 - 57
Temps d'écoulement, en s 2 mm à 40 °C Ou 4 mm à 40 °C	5-70	≤ 20
Résidu sur tamis de 0.5 mm, en %	≤ 0.1	≤ 0.1
Résidu sur tamis de 0.16 mm, en %	≤ 0.25	≤ 0.25
Résidu sur tamis (7 jours de stockage) 0.5 mm, en %	≤ 0.2 Ou ≤ 0.5	

Tableau 10 : Exemple de classe d'émulsion proposée par BITUMED

Les évolutions normatives récentes ont concerné le filler de référence utilisé pour la détermination de l'indice de rupture. Actuellement, trois fines de référence peuvent être utilisées (les fines Sikaisol, les fines Forshammer difficilement disponibles et les fines Caolin), dont une description plus complète est fournie en annexe de la norme. L'utilisation des fines Sikaisol ou Caolin nécessite la conversion des indices de rupture en valeur d'équivalent Forshammer en utilisant des coefficients de conversion qui ont été établis à partir d'un programme étendu d'essai inter-laboratoire.

La viscosité de l'émulsion est désormais caractérisée par le temps d'écoulement, en secondes, à 40 °C, à l'aide d'un viscosimètre à écoulement. Il s'agit du temps nécessaire à un échantillon de 50 ml de s'écouler à travers un orifice de 4 mm ou 2 mm, à la température spécifiée. Cette méthode doit remplacer la pseudo-viscosité Engler habituellement utilisée.

La norme de spécification des émulsions cationiques ne fait pas la liaison entre les caractéristiques des produits et d'usage produit (enduits superficiels, couches d'accrochage, MBCF, GE...). Une réflexion est nécessaire pour le développement d'une norme de spécifications des émulsions cationiques plus directement en lien avec l'usage qui sera fait du produit.

5. Enrobés bitumineux :

Un enrobé est un mélange de granulats, de liant et éventuellement d'additifs. Les propriétés recherchées pour ce matériau dépendent de la couche dans laquelle il est employé. Ainsi pour les couches d'assise, dont le rôle est de répartir les charges sur le sol support sans déformation excessive, l'enrobé doit être plutôt rigide, résistant à la fatigue, résistant aux déformations permanentes et relativement compact. Pour une couche de roulement, directement en contact avec le trafic et les agressions climatiques, l'accent est mis sur la durabilité avec une bonne résistance à l'action de l'eau, sur la résistance aux déformations permanentes mais surtout sur la recherche de caractéristiques de surface (rugosité, bruit de roulement, photométrie, etc). En outre, selon les cas, l'enrobé de couche de roulement doit être suffisamment compact pour protéger les couches inférieures des infiltrations d'eau, ou bien suffisamment ouvert pour permettre le drainage de l'eau. Les caractéristiques recherchées sont multiples et parfois contradictoires.

Au Maroc, les techniques bitumineuses principalement utilisées en chaussée sont les suivantes :

- Graves bitume qui sont destinées à figurer en assise. Il en existe trois classes normalisées à savoir la GB2-la GB3 et la GB4. La classe granulaire est de type 0/14 ou 0/20. Les classes les plus utilisées sont la GB2 et la GB3, généralement au niveau des routes à trafic élevé et au niveau des autoroutes.
- Enrobés à Module Elevé (EME) qui sont également destinés à figurer en assise de chaussée pour les itinéraires à très fort trafic. Ils présentent une résistance à l'orniérage et à la fatigue, ainsi qu'un pouvoir structurant, supérieurs à ceux de la grave bitume. L'utilisation de ces matériaux s'est avérée absolument nécessaire au niveau de certains itinéraires ou la lutte contre le phénomène de l'orniérage est exigée (les chaussées d'autoroutes, les voies de contournement et les itinéraires de liaison entre axes autoroutiers). L'adoption de cette technique permet de différer le plus longtemps dans le temps l'échéance de la future opération d'entretien lourd afin de minimiser la gêne à l'usager.
- Les Bétons Bitumineux à Modules Elevés (BBME) sont destinés à figurer en couche de surface pour les itinéraires à très fort trafic pour pallier les déficits de résistance à l'orniérage des enrobés bitumineux semi grenus BBSG et aussi pour davantage de pouvoir structurant.
- Les Bétons Bitumineux Très Minces (BBTM) sont utilisés en renouvellement de couche de surface, en général pour améliorer les caractéristiques de surface (étanchéité, rugosité, et parfois l'uni en ce qui concerne les faibles longueurs d'onde). Ils sont en général utilisés avec des liants modifiés,

sur des épaisseurs qui varient entre 2 et 2,5 cm. Ils ont contribué à résoudre beaucoup de problèmes de glissance survenus au niveau de sections d'autoroutes qui présentaient auparavant des couches de surface en calcaire dolomitique qui présente une forte tendance à l'usure et au polissage. L'utilisation de ces matériaux a permis une diminution importante des accidents graves liés à la glissance surtout en début de saison hivernale. Les BBTM ont tendance à figurer de plus en plus en couche de surface sur chaussée neuve d'autoroutes.

Les éléments de choix généralement retenus pour l'adoption d'une solution parmi d'autres, intègrent de plus en plus certaines exigences de développement durable, notamment les aspects liés à la préservation de l'environnement par l'intégration de la route dans son environnement et la minimisation de la consommation des matériaux et de l'énergie d'origine non renouvelable. Dans cette optique, une optimisation des projets est généralement adoptée afin de minimiser les distances de transport des granulats et leur consommation, et l'adoption du recyclage en centrale d'enrobage à chaud des enrobés fraisés dont le volume devient de plus en plus important avec les opérations d'entretien des chaussées d'autoroutes et des itinéraires très circulés. L'objectif du recyclage à chaud est de fabriquer un enrobé ayant des qualités comparables à celles d'un enrobé neuf, en réutilisant des matériaux récupérés, tout en respectant les contraintes environnementales et technico-économiques. La composition est étudiée pour respecter les caractéristiques de l'une des techniques définies par les normes pour les enrobés hydrocarbonés à chaud. Au Maroc, le recyclage à chaud est généralement limité à un recyclage à faible taux ($\leq 20\%$) au niveau des enrobés destinés aux couches d'assise.

Les évolutions normatives récentes ont concerné l'adoption des normes européennes. La mise en application de ces normes implique un changement du nom des produits traditionnels. Ce changement est soit anodin (à une norme produit correspond une norme européenne, cas des BBTM et BBDr), soit compliqué (la norme EN 13108-1 regroupe les produits de 6 anciennes normes). La nouvelle logique d'appellation comporte des sigles alphanumériques concernant :

- Le type de l'enrobé (EB, BBTM ou BBDr)
- D (la dimension du plus gros granulat)
- L'utilisation (pour les EB uniquement : roul/liai/assise)
- La granularité (pour les BBTM uniquement : fraction granulaire retirée de la formule)

L'appellation EB 14 assise 20/30 est relative, par exemple, à un Enrobé Bitumineux de plus gros granulat de diamètre 14 mm utilisé en couche d'assise et avec un bitume pur de classe 20/30.

A l'inverse des anciens produits définis par les normes dont la classe de performance était précisée, ce qui simplifie la rédaction des cahiers des charges, cette appellation ne contient aucune information sur les performances du produit. Les combinaisons possibles étant très nombreuses, seuls les produits existants dans l'ancien référentiel sont décrits. Les Avant- Propos Nationaux comportent donc la totalité des caractéristiques à demander pour tous les produits du référentiel marocain, dont les noms traditionnels figurent en première colonne. Les spécifications ont été conservées sauf au niveau de deux points où le niveau d'exigence a été abaissé. Le premier point concerne la valeur spécifiée inférieure de la tenue à l'eau du BBSG qui est actuellement de 0.70 au lieu de 0.75 auparavant. Le deuxième point est relatif à la Vsi du module du BBME qui est passé à 11000 MPa au lieu d'une valeur minimale de 12000 MPa, exigée par les anciennes normes.

Il est, par ailleurs, à noter que ces nouvelles normes donnent plus de flexibilité pour le choix des matériaux. À titre d'exemple, l'utilisation d'un BBME de classe 1, selon l'ancienne appellation, mais dont

la résistance à l'orniérage, à 60 °C et 30000 cycles, est de 5% au lieu de 10% est désormais possible. Le texte du marché pourra donc être libellé comme suit : EB10 roulement (ou liaison)

- V_{min} 4 à V_{max} 9 à 80 girations ;
- ITSR 80 ;
- P5 (à 60°C et 30.000 cycles sur plaque de pourcentage des vides entre $V_{inf}=5\%$ et $V_{sup}=8\%$)
- $S_{min9000}$ ($\geq 9\,000$ MPa à 15 °C, 10 Hz ou 0,02 s avec un pourcentage des vides entre $V_{inf}=5\%$ et $V_{sup}=8\%$)

Une autre différence entre les deux référentiels concerne la teneur en liant des enrobés bitumineux de la série européenne. La teneur en liant est exprimée par rapport à la masse totale d'enrobé. Dans l'ancien référentiel, les teneurs en liant étaient exprimées par rapport à la masse des granulats secs. Ainsi un enrobé avec une teneur en bitume (dite extérieure) de 5,60% selon l'ancien référentiel correspond à 5,30% (intérieure) selon la normalisation actuelle.

Le module de richesse disparaît du texte des normes. Il est remplacé par la teneur en liant minimale pour l'approche empirique. Il peut toutefois être utilisé pour la formulation d'un enrobé, même s'il ne rentre pas dans les prescriptions d'un marché.

Concernant la formulation, les normes européennes définissent un enrobé à partir de caractéristiques (appelées dans la norme spécifications ou exigences) générales complétées par des caractéristiques empiriques ou fondamentales. Les caractéristiques générales sont principalement la granularité, la teneur en vides, la sensibilité à l'eau (tenue à l'eau) et la résistance aux déformations permanentes (essai à l'orniéreur).

Les caractéristiques complémentaires regroupent deux types de caractéristiques : empiriques et fondamentales. Les caractéristiques empiriques sont principalement l'étendue de fuseaux granulométriques et la teneur en liant minimale (exprimée en pourcentage de la masse totale de l'enrobé), tandis que les caractéristiques fondamentales concernent principalement le module de rigidité et la résistance à la fatigue.

Un choix doit être fait entre ces deux dernières. Il n'est pas possible de retenir à la fois des caractéristiques empiriques et des caractéristiques fondamentales. Il s'agit d'un changement important par rapport à la pratique habituelle. En effet, on peut utiliser un enrobé pour couche d'assise ayant les performances d'un EME de classe 2, selon l'ancienne appellation, mais dont le dosage en bitume retenu ne permet pas de respecter le module de richesse minimal (3.4).

Il est, par ailleurs, à noter que le choix de la nature et le type du liant affecte les performances des enrobés bitumineux. Ce choix doit se faire en cohérence avec les performances recherchées et exigées au niveau du marché. En particulier, l'utilisation d'un liant dur est nécessaire pour l'obtention d'un module élevé dépassant les 11000 MPa. En exigeant un liant moins dur, les degrés de liberté restant au formulateur de l'enrobé sont la phase minérale (provenance et dosage) et la teneur en liant. Par conséquent, la probabilité d'obtenir un matériau satisfaisant à un l'ensemble de spécifications requis par le maître d'ouvrage, notamment en terme de module, est réduite.

Le contrôle de fabrication est défini dans la norme NF P 98-150-1. Le producteur d'enrobé réalise un contrôle de fabrication défini par la norme EN 13108-21 Maîtrise de la production. Ce contrôle est réalisé sur des prélèvements faits à la centrale. Ce contrôle interne continu peut être considéré comme le contrôle de fabrication courant. Mais il ne porte pas nécessairement sur les produits fabriqués dans le cadre d'un

marché. Dans ce cas, le maître d'œuvre peut souhaiter, dans le cadre de la réception du produit fabriqué, la réalisation de contrôles spécifiques à son chantier. Ces contrôles doivent être limités au strict nécessaire, de manière à ne pas doubler les contrôles déjà réalisés. Lorsque c'est compatible, les résultats du contrôle interne continu sont utilisés au titre des essais. Les tolérances à prendre en compte pour de tels contrôles sont celles définies par la norme EN 13108-21 Méthode de la moyenne de quatre échantillons. Le principe de cette méthode consiste à limiter le risque de valeur de mesure aberrante liée par exemple à la réalisation du prélèvement : pour cela la valeur retenue est la moyenne d'au moins 4 prélèvements.

La norme NF P 98-150-1 reprend les éléments sur la mise en œuvre des enrobés contenus dans les anciennes normes à savoir :

- Epaisseur d'emploi ;
- Dosage et mise en œuvre de la couche d'accrochage ;
- Pourcentages de vides sur le chantier ;
- Macrotexture des couches de roulement non drainantes ;
- Déformations acceptables du support.

6. Conclusion et recommandations :

Les normes des matériaux routiers sont en constante évolution.

Les récentes évolutions de la norme des granulats ont concerné surtout la propreté des sables et graves et l'angularité des sables d'extraction alluvionnaire.

En ce qui concerne les émulsions cationiques, les modifications normatives ont touché trois aspects : l'appellation, l'introduction de trois fines pour la mesure de l'indice de rupture et l'adoption d'une nouvelle méthode pour la caractérisation de la viscosité des émulsions.

Bien que la nouvelle norme de spécification de l'émulsion suive l'avancée des nouvelles techniques de production, elle ne fait pas la liaison entre les caractéristiques des produits et leur usage (enduits superficiels, couches d'accrochage, MBCF, GE...). Une réflexion est nécessaire pour le développement d'une norme de spécifications des émulsions cationiques plus directement en lien avec l'usage qui sera fait du produit.

S'agissant des enrobés, les changements normatifs récents ont concerné l'appellation des produits, le calcul de la teneur en liant et le module de richesse qui a disparu du texte des normes. Il est par ailleurs à noter que le choix du type du liant est primordial en relation avec les performances recherchées de l'enrobé bitumineux.

Bibliographie :

- *NF P 18-545 : Eléments de définition, conformité et codification ;*
- *EN 13043 Granulats pour mélanges hydrocarbonés et pour enduits superficiels utilisés dans la construction des chaussées, aéroports et d'autres zones de circulation ;*
- *Note d'information N°10 du CFTR aide au choix des granulats pour chaussées basée sur les normes européennes ;*
- *Note d'information N°12 du CFTR mise en application de la nouvelle norme grave non traitée NF EN 13285 ;*
- *NF EN 13808 : Bitumes et liants bitumineux - Cadre de spécifications pour les émulsions cationiques de liants bitumineux ;*
- *NF EN 13108 – 1 : Spécifications des matériaux Partie 1 : Enrobés bitumineux ;*
- *EN 13108-2, Mélanges bitumineux — Spécifications des matériaux — Partie 2 : Bétons bitumineux très minces.*