



1. Compomodule G
2. Compomodule GR
3. Compomodule H
4. Compomodule HR
5. Compomodule P
6. Compomodule PR
7. Compomodule THP



Compomodule G[®]

Béton à module élevé au bitume asphaltite

COMPOMODULE G est un enrobé à module élevé ou très élevé, à forte résistance à l'orniérage et à bonne tenue en fatigue. Ces qualités sont obtenues par incorporation dans le liant ou dans l'enrobé d'un additif à base d'asphaltite.

Il est utilisé en couche de base ou de fondation, en chaussée neuve ou en renforcement. Son utilisation permet des réductions importantes d'épaisseur par rapport à des solutions classiques en grave-bitume.

Les COMPOMODULE G répondent aux exigences de la norme NF EN 13108-1 « Enrobés Bitumineux – Enrobés à Module Elevé » de Février 2007 (Classes 1 et 2).

CARACTÉRISTIQUES TECHNIQUES

Constituants

Les granulats et les fines d'apport (filler) répondent aux exigences de la norme NF EN 13043 et sont appropriés à l'usage prévu.

Le liant G est constitué lors de l'enrobage à partir d'un bitume de grade 50/70, 35/50, ou 20/30 et d'un additif à base d'asphaltite. Il peut également être préparé à l'avance et utilisé sous forme de liant prêt à l'emploi.

Formulations et dosages

COMPOMODULE G peut être formulé suivant les classes EME 1 ou 2 de la norme NF EN 13108-1, en granularité 0/10, 0/14 ou 0/20 tel que défini dans le tableau IIb de l'avant propos national.

En conception de classe 1, COMPOMODULE G se caractérise par une bonne tenue à l'orniérage et un module très élevé.

En conception de classe 2, COMPOMODULE G se caractérise, en plus de son module élevé, par une très bonne tenue en fatigue.

La teneur en liant des COMPOMODULE G est comprise :

- entre 3,8 et 5,2 % en classe 1,
- entre 5,2 et 6,0 % en classe 2.

CARACTÉRISTIQUES TECHNIQUES

Caractéristiques de l'enrobé en laboratoire

Un exemple de formulation et de caractéristiques de COMPOMODULE G de Classe 2 est donné dans le tableau ci-après. Les fourchettes des caractéristiques correspondant aux cas courants figurent également.

Caractéristiques	COMPOMODULE G – Classe 2		EME Classe 2 NF EN 13108-1
	Formule testée	Intervalles (cas courants)	Valeurs de référence
Granulat	Calcaire dur Wallers Trélon		
Granularité	0/14		
Teneur en fines (%)	8,1		
Teneur en liant total (%)	5,2	5,1 à 6,0	
Essai de compactage à la PCG (NF EN 12697-31) Vides à 100 girations (%)	5,4	≤ 6	Vmax6
Essai Sensibilité à l'eau Duriez (NF EN 12697-22 – Méthode B) Vides (%) Rapport i/C (%)	5,8 89		ITSR70
Essai d'orniérage (NF EN 12697-22) Vides (%) Profondeur d'ornière sur plaque 10 cm à 60°C - 30 000 cycles (%)	5,3 4,6		Vi=3% - Vs=6% P7,5
Essai de module complexe (NF EN 12697-26) Annexe A Vides (%) Module à 15°C – 10 Hz (MPa)	Engagement de l'entreprise		Vi=3% - Vs=6% Smin14000
	De 15 000 à 18 000*		
Essai de fatigue LPC (NF EN 12697-24) Déformation relative à 10 ⁶ cycles 10°C et 25 Hz	De 130 à 150*		≥ 130.10 ⁻⁶

(*) Dans le cas où l'une des caractéristiques (module de rigidité / élongation admissible à la fatigue à 106 cycles) n'atteint pas le seuil prescrit, on s'assurera de l'équivalence de durée de vie de la solution suivant la règle de compensation proposée dans l'article n°875 de la RGRA d'avril 2009.

FABRICATION ET MISE EN OEUVRE

Fabrication

COMPOMODULE G peut être fabriqué en centrale discontinue ou en tambour-sécheur-enrobeur (TSE). L'additif G peut être soit introduit sous la forme de sacs thermofusibles prépesés dans le cas des malaxeurs discontinus, soit être mélangé au bitume pour une utilisation en liant prêt à l'emploi pour tous les postes. L'utilisation de l'additif sous forme solide dans les TSE est interdite.

Epaisseurs

Les épaisseurs à obtenir sont les suivantes :

Epaisseur (cm)	Minimale localisée	Moyenne (nominale)	Maximale localisée
Granularité 0/10	5	6 à 10	12
Granularité 0/14	5	6 à 12	13
Granularité 0/20	7	8 à 12	14

Préparation du support

Le fort module des COMPOMODULE G entraîne un niveau de contrainte élevé à la base du matériau et requiert un collage particulièrement soigné sur le support.

Mise en œuvre

Les points essentiels sont :

- application de la couche d'accrochage à la répandeuse,
- mise en œuvre du COMPOMODULE G avec un finisseur à table lourde ou HPC.

Le compactage s'effectue avec des engins lourds, cylindres vibrants et/ou compacteurs à pneumatiques, pour atteindre un niveau de compacité élevé.

DOMAINES D'EMPLOI

COMPOMODULE G convient pour les couches de base et de fondation, lorsqu'il s'agit de réduire les déformations et les contraintes dans le support ou de résister à l'orniérage.

Les domaines d'emploi sont les suivants :

- renforcement de chaussées existantes,
- reconstruction de corps de chaussées après décaissement partiel en traverse d'agglomérations,
- traitement de voies à trafic lourd, lent et canalisé telles que voies bus, rampes, voies poids lourds,
- construction de chaussées neuves,
- construction de chaussées aéronautiques ou de sols industriels.

Au minimum une couche de roulement en béton bitumineux est obligatoire sur les COMPOMODULE G de classes 1 et 2, (sauf dans certains cas de sols industriels et en classe 2).

Trafic

COMPOMODULE G est utilisable sous tous les trafics, même les plus agressifs.

Nota : Il est possible de descendre la teneur en liant de l'EME à une valeur mini de l'ordre de 3.8 %. L'emploi de COMPOMODULE G de classe 1 à faible teneur en liant n'est envisageable que dans un petit nombre de cas bien précis (support correct, couverture par une épaisseur suffisante d'enrobé, etc.). Leur utilisation nécessite une étude du cas par nos services techniques et leur accord explicite.

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

COMPOMODULE G : des enrobés à haut pouvoir structurel, J. Samanos, J.P. Serfass, Chantiers de France n° 212, Juillet/Août 1988.

High modulus asphalt mixes - Laboratory evaluation, practical aspects and structural design, J.P. Serfass, A. Bauduin, J.F. Garnier, 7ème Conférence Internationale sur les Chaussées Bitumineuses (ISAP), Nottingham, Août 1992.

Properties and new developments of high modulus asphalt concrete, J.P. Serfass, P. Bense, Ph. Pellevoisin, 8e conférence internationale sur les chaussées bitumineuses (ISAP), Seattle, Août 1997.

Norme NF EN 13108-1, Enrobés Bitumineux - Enrobés à module élevé, Février 2007.

[1] Analyse des performances mesurées sur enrobés à module élevé (EME) et graves-bitume (GB): Proposition d'un principe de compensation, M. Chappat, X. Carbonneau, Y. Lefevre, RGRA N°875, Avril 2009



Compomodule GR[®]

Béton bitumineux à module élevé au bitume asphaltite

COMPOMODULE GR est un béton bitumineux à module élevé, à forte résistance à l'orniérage et bonne tenue en fatigue.

Il est destiné aux couches de liaison et de roulement de 5 à 9 cm d'épaisseur, pour les chaussées neuves ou les renforcements.

Il permet des réductions importantes d'épaisseur et peut assurer, en même temps que les fonctions d'une couche de roulement, un apport structurel important.

Ces qualités sont obtenues par incorporation dans le liant ou dans l'enrobé d'un additif à base d'asphaltite.

Les COMPOMODULE GR répondent aux exigences de la norme NF EN 13108-1 « Enrobés Spécifications - Bétons bitumineux à module élevé » de Février 2007 (Classes 1, 2 et 3).

Nota : COMPOMODULE GR était précédemment appelé COMPO GR.

CARACTÉRISTIQUES TECHNIQUES

Constituants

Les granulats et fines d'apport (filler) répondent aux exigences de la norme NF EN 13043.

Le liant G est constitué lors de l'enrobage, à partir d'un bitume de grade 50/70 ou 35/50 et d'un additif à base d'asphaltite. Il peut également être préparé à l'avance et utilisé sous forme de liant prêt à l'emploi.

Formulations et dosages

La composition granulaire des COMPOMODULE GR correspond à des courbes granulométriques le plus souvent continues 0/10 ou 0/14.

En conception de classe 1, les COMPOMODULE GR se caractérisent par une très bonne tenue à l'orniérage et un module élevé.

En conception de classe 2 ou 3, les COMPOMODULE GR se caractérisent, en plus de leur excellente tenue à l'orniérage, par un module très élevé.

La teneur en liant G des COMPOMODULE GR est généralement comprise entre 5,2 et 5,8 %.

CARACTÉRISTIQUES TECHNIQUES

Caractéristiques de l'enrobé en laboratoire

Un exemple de formulation et de caractéristiques de COMPOMODULE GR de classe 3 est donné dans le tableau ci-après. Les fourchettes des caractéristiques correspondant aux cas courants figurent également.

Caractéristiques	COMPOMODULE GR – Classe 3		BBME Classe 3 NF EN 13108-1
	Exemple	Intervalles (cas courants)	Valeurs de référence
Granulat	Microdiorite de la Meilleraie		
Granularité	0/10		
Granulométrie :			
Passant à 6,3 mm (%)	59		
Passant à 2 mm (%)	25	32 à 38	
Passant à 0,08 mm (%)	7,9	7 à 9	
Liant			
Teneur en liant total (%)	5,6	5,4 à 5,8	
Essai de compactage à la PCG (NF EN 12697-31)			
Pente	4,0		
Vides à 60 girations (%)	5,7		Vmin5 à Vmax10
Essai Sensibilité à l'eau Duriez (NF EN 12697-22 – Méthode B)			
Vides (%)	6,2		
Résistance compression simple 18°C (MPa)	15,5		
Rapport i/C (%)	93		ITSR80
Essai d'orniérage (NF EN 12697-22)			
Vides (%)	7,0		Vi=5% - Vs=8%
Profondeur d'ornière sur plaque 10 cm à 60°C			
- à 1 000 cycles (%)	2,2		
- à 30 000 cycles (%)	3,7		P5
Essai de module complexe (NF EN 12697-26) Annexe A	Engagement de l'entreprise		
Vides (%)			
Module à 15°C – 10 Hz (MPa)	De 11 000 à 13 000*		Vi=5% - Vs=8% Smin11000
Essai de fatigue LPC (NF EN 12697-24)			
Déformation relative à 10 ⁶ cycles 10°C et 25 Hz	De 100 à 120*		≥ 100.10 ⁻⁶

(*) Dans le cas où l'une des caractéristiques (module de rigidité / élongation admissible à la fatigue à 106 cycles) n'atteint pas le seuil prescrit, on s'assurera de l'équivalence de durée de vie de la solution suivant la règle de compensation proposée par notre groupe en [1]

FABRICATION ET MISE EN OEUVRE

Fabrication

COMPOMODULE GR peut être fabriqué en centrale discontinue ou en tambour-sécheur-enrobeur (TSE). L'additif G peut être soit introduit sous la forme de sacs thermofusibles prépesés dans le cas de malaxeurs discontinus, soit être mélangé au bitume pour une utilisation en liant prêt à l'emploi pour toutes les postes. L'utilisation de l'additif sous forme solide dans les TSE est interdite.

Épaisseurs

Les épaisseurs à obtenir sont les suivantes :

Épaisseur (cm)	Minimale localisée	Moyenne (nominale)	Maximale localisée
Granularité 0/10	4	5 à 8	10
Granularité 0/14	6	7 à 9	11

Mise en œuvre

Le collage au support est indispensable.

Après réalisation de la couche d'accrochage, la mise en œuvre de COMPOMODULE GR est faite au finisseur à table lourde classique ou HPC.

Le compactage est réalisé par un atelier comprenant des cylindres lisses vibrants, plus éventuellement un ou des compacteur(s) à pneus lourd(s).

Ouverture à la circulation

Il est nécessaire d'attendre le refroidissement complet du revêtement avant remise à la circulation.

DOMAINES D'EMPLOI

COMPOMODULE GR peut être utilisé en construction neuve et en entretien, en couche de roulement ou de liaison structurante.

Compte tenu de son module très élevé et de sa bonne tenue en fatigue, COMPOMODULE GR permet des réductions importantes d'épaisseurs.

De plus, compte tenu de sa bonne tenue à l'orniérage, COMPOMODULE GR de Classe 2 ou 3 est particulièrement bien adapté en couche de roulement de chaussées fortement sollicitées par des trafics lourds canalisés (rampes, voies bus, carrefours giratoires), en plates-formes industrielles et en chaussées aéronautiques.

Trafic

COMPOMODULE GR est utilisable sous tous les trafics, même les plus contraignants.

Support

COMPOMODULE GR, en raison de son module élevé, réduit sensiblement les contraintes dans les couches sous-jacentes, mais encaisse lui-même des efforts importants. Afin d'éviter tout risque lié à une fragilité à basse température ou à une sous-épaisseur, une étude détaillée de toute la structure à laquelle participe COMPOMODULE GR est indispensable. Elle est effectuée par nos services techniques.

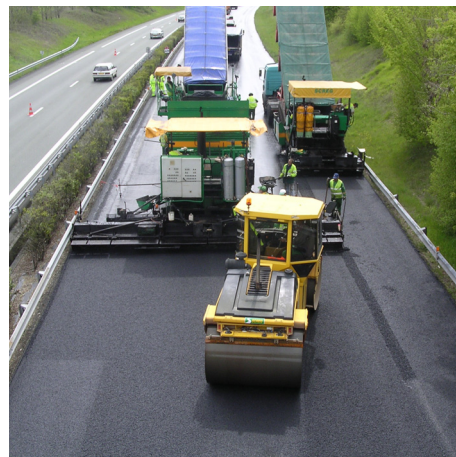
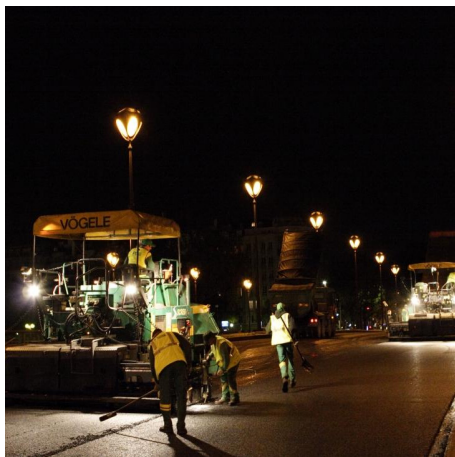
De plus, le collage au support est indispensable.

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

Properties and new developments of high modulus asphalt concrete, JP. Serfass, P. Bense, Ph. Pellevoisin, 8e conférence internationale sur les chaussées bitumineuses (ISAP), Seattle, août 1997.

Norme NF EN 13108-1, Enrobés Bitumineux - Bétons bitumineux à module élevé, Février 2007.

[1] Analyse des performances mesurées sur enrobés à module élevé (EME) et graves-bitume (GB): Proposition d'un principe de compensation, M. Chappat, X. Carbonneau, Y. Lefeuvre, RGRA N°875, Avril 2009.



Compomodule H[®]

Enrobé à module élevé au liant bitumineux dur

COMPOMODULE H est un enrobé à module élevé à base de liant bitumineux dur spécial. Il présente une forte résistance à l'orniérage et une bonne tenue en fatigue.

Il est utilisé en couche de base ou de fondation, en chaussée neuve ou en renforcement. Son utilisation permet des réductions importantes d'épaisseur par rapport à des solutions classiques en grave-bitume.

Les COMPOMODULE H répondent aux exigences de la norme NF EN 13108-1 « Enrobés Bitumineux – Enrobés à Module Elevé » de Février 2007 (Classes 1 et 2).

COMPOMODULE H, précédemment appelé COMPASPHALT, a fait l'objet de l'Avis Technique n° 40 de juin 1991 (renouvelé en 2002 sous le n°133).

CARACTÉRISTIQUES TECHNIQUES

Constituants

Les granulats et les fines d'apport (filler) répondent aux exigences de la norme NF EN 13043 et appropriés à l'usage prévu.

Le liant COMPOMODULE H est un bitume très dur, ou un mélange de tels bitumes.

Il répond aux spécifications suivantes :

Caractéristiques	Liant testé	Intervalles
Densité à 25°C (NF T 66-007)	1,057	1,01 à 1,1
Pénétrabilité à 25°C (NF EN 1426) (1/10 mm)	12	10 à 20
Indice de pénétrabilité LCPC	0,9	> 0
Température de ramollissement Bille-anneau (NF EN 1427) (°C)	67,5	65 à 80
Point de fragilité FRAASS (NF EN 12593) (°C)	-5	-6 à +2

Formulations et dosages

COMPOMODULE H peut être formulé suivant les classes EME 1 et 2 de la norme NF EN 13108-1 en granularité 0/10, 0/14 ou 0/20 tel que défini dans le tableau IIb de l'avant propos national.

En conception de classe 1, COMPOMODULE H se caractérise par une très bonne tenue à l'orniérage et par un module élevé.

En conception de classe 2, COMPOMODULE H se caractérise, en plus de son module élevé, par une très bonne résistance en fatigue.

La teneur en liant des COMPOMODULE H est comprise :

- entre 3,8 et 5,1 % en classe 1,
- entre 5,1 et 6,0 % en classe 2.

CARACTÉRISTIQUES TECHNIQUES

Caractéristiques de l'enrobé en laboratoire

Un exemple de formulation et de caractéristiques de COMPOMODULE H de classe 2 est donné dans le tableau ci-après. Les fourchettes de caractéristiques correspondant aux cas courants figurent également.

Caractéristiques	COMPOMODULE H – Classe 2		EME Classe 2 NF EN 13108-1
	Formule testée	Intervalles (cas courants)	Valeurs de référence
Granulat	Calcaire dur Wallers Trélon		
Granularité	0/14		
Teneur en fines (%)	7,6		
Teneur en liant dur spécial (%)	6	5,1 à 6,0	
Essai de compactage à la PCG (NF EN 12697-31) Vides à 100 girations (%)	4,5	≤ 6	Vmax6
Essai Sensibilité à l'eau Duriez (NF EN 12697-22 – Méthode B) Vides (%) Rapport i/C (%)	4,0 88		ITSR70
Essai d'orniérage (NF EN 12697-22) Vides (%) Profondeur d'ornière sur plaque 10 cm à 60°C - 30 000 cycles (%)	5,5 3,8		Vi=3% - Vs=6% P7,5
Essai de module et de perte de linéarité en traction directe (NF EN 12697-26) Annexe E Vides (%) Module 15°C – 0,02 s (MPa)	20 200	16 à 21 000	Vi=3% - Vs=6% ≥ Smin14000
Essai de module complexe (NF EN 12697-26) Annexe A Vides (%) Module à 15°C – 10 Hz (MPa)	Engagement de l'entreprise		Vi=3% - Vs=6% Smin14000
	De 14 000 à 16 000*		
Essai de fatigue LPC (NF EN 12697-24) Déformation relative à 10 ⁶ cycles 10°C et 25 Hz	De 130 à 140*		≥ 130.10 ⁻⁶

(*) Dans le cas où l'une des caractéristiques (module de rigidité / élongation admissible à la fatigue à 106 cycles) n'atteint pas le seuil prescrit, on s'assurera de l'équivalence de durée de vie de la solution suivant la règle de compensation proposée dans l'article n°875 de la RGRA d'avril 2009.

FABRICATION ET MISE EN OEUVRE

Fabrication

COMPOMODULE H peut être fabriqué dans tous les types de centrale d'enrobage, discontinues ou continues.

Epaisseurs

Les épaisseurs à obtenir sont les suivantes :

Epaisseur (cm)	Minimale localisée	Moyenne (nominale)	Maximale localisée
Granularité 0/10	5	6 à 10	12
Granularité 0/14	5	6 à 12	13
Granularité 0/20	7	8 à 12	14

Préparation du support

Le fort module des COMPOMODULE H entraîne un niveau de contrainte élevé à la base du matériau et requiert un collage particulièrement soigné sur le support.

Mise en œuvre

Les points essentiels sont :

- application de la couche d'accrochage à la répandeuse,
- mise en œuvre du COMPOMODULE H avec un finisseur à table lourde ou HPC.

Le compactage doit être énergique. Il s'effectue avec des engins lourds, cylindres vibrants et/ou compacteurs à pneumatiques, de manière à atteindre un niveau de compacité élevé.

DOMAINES D'EMPLOI

COMPOMODULE H convient pour les couches de base et de fondation, lorsqu'il s'agit de réduire les déformations et les contraintes dans le support ou de résister à l'orniérage.

Les domaines d'emploi sont les suivants :

- renforcement de chaussées existantes,
- reconstruction de corps de chaussées après décaissement partiel en traverse d'agglomérations,
- traitement de voies à trafic lourd, lent et canalisé telles que voies bus, rampes, voies poids lourds, etc.,
- construction de chaussées neuves,
- construction de chaussées aéronautiques ou de sols industriels.

Au minimum une couche de roulement en béton bitumineux est obligatoire sur les COMPOMODULE H de classes 1 et 2 (sauf dans certains cas de sols industriels où COMPOMODULE H peut servir de couche de roulement).

Trafic

COMPOMODULE H est utilisable sous tous les trafics, même les plus agressifs.

Nota : Il est possible de descendre la teneur en liant de l'EME à une valeur mini de l'ordre de 3,8 %. L'emploi de COMPOMODULE H de classe 1 à faible teneur en liant n'est envisageable que dans un petit nombre de cas bien précis (support correct, couverture par une épaisseur suffisante d'enrobé, etc.). Leur utilisation nécessite une étude du cas par nos services techniques et leur accord explicite.

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

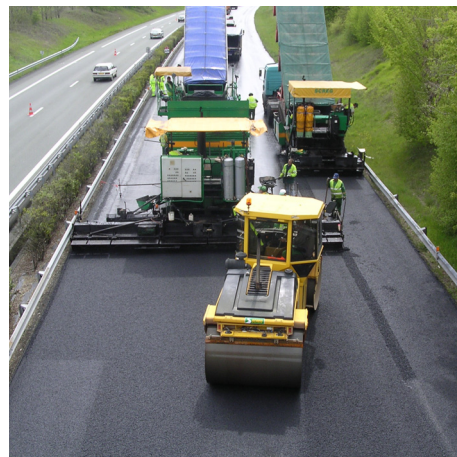
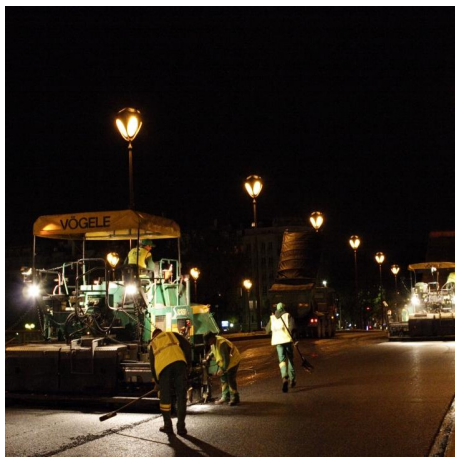
Avis Technique n° 40 : COMPOMODULE H, Commission Générale des Avis Techniques, Juin 1991.

High modulus asphalt mixes - Laboratory evaluation, practical aspects and structural design, J.P. Serfass, A Bauduin, J.F. Garnier - 7ème Conférence Internationale sur les Chaussées Bitumineuses (ISAP), Nottingham, Août 1992.

Properties and new developments of high modulus asphalt concrete, JP. Serfass, P. Bense, Ph. Pellevoisin, 8e conférence internationale sur les chaussées bitumineuses (ISAP), Seattle, Août 1997.

Norme NF EN 13108-1, Enrobés Bitumineux - Enrobés à module élevé, Février 2007.

[1] Analyse des performances mesurées sur enrobés à module élevé (EME) et graves-bitume (GB): Proposition d'un principe de compensation, M. Chappat, X. Carbonneau, Y. Lefevre, RGRA N°875, Avril 2009.



Compomodule HR[®]

Béton bitumineux à module élevé au liant bitumineux dur

COMPOMODULE HR est un béton bitumineux à module élevé à base de liant bitumineux dur.

Il présente une forte résistance à l'orniérage et une bonne tenue en fatigue.

Il est destiné aux couches de liaison et de roulement de 5 à 9 cm d'épaisseur, pour les chaussées neuves ou les renforcements.

Il permet des réductions importantes d'épaisseur et peut assurer en même temps que les fonctions d'une couche de roulement, un apport structurel important.

Les COMPOMODULE PR répondent aux exigences de la norme NF EN 13108-1 « Enrobés Spécifications - Bétons bitumineux à module élevé » de Février 2007 (Classes 1, 2 et 3).

CARACTÉRISTIQUES TECHNIQUES

Constituants

Les granulats et fines d'apport (filler) répondent aux exigences de la norme NF EN 13043 et sont appropriés à l'usage prévu.

Le liant COMPOMODULE HR est un bitume très dur pour un mélange de tels bitumes.

Formulations et dosages

La composition granulaire des COMPOMODULE HR correspond à des courbes granulométriques le plus souvent continues 0/10 ou 0/14.

En conception de classe 1, les COMPOMODULE HR se caractérisent par une très bonne tenue à l'orniérage et une bonne résistance à la fatigue.

En conception de classe 2 ou 3, les COMPOMODULE HR se caractérisent par une excellente tenue à l'orniérage, une bonne résistance en fatigue et un fort module de rigidité.

La teneur en liant des COMPOMODULE HR est généralement comprise entre 5,2 et 5,7 %.

CARACTÉRISTIQUES TECHNIQUES

Caractéristiques de l'enrobé en laboratoire

Un exemple de formulation et de caractéristiques de COMPOMODULE HR de classe 3 est donné dans le tableau ci-après. Les fourchettes des caractéristiques correspondant aux cas courants figurent également.

Caractéristiques	COMPOMODULE HR – Classe 3		BBME Classe 3 NF EN 13108-1
	Exemple	Intervalles (cas courants)	Valeurs de référence
Granulat	Diorite de Pierre Bise		
Granularité	0/10		
Granulométrie :			
Passant à 6,3 mm (%)	53	50 à 70	
Passant à 2 mm (%)	38	35 à 40	
Passant à 0,08 mm (%)	7,4	7 à 9	
Liant			
Teneur en liant total (%)	5,4	5,1 à 5,7	
Essai de compactage à la PCG (NF EN 12697-31)			
Pente	3,4		
Vides à 60 girations (%)	7,2		Vmin5 à Vmax10
Essai Sensibilité à l'eau Duriez (NF EN 12697-22 – Méthode B)			
Vides (%)	7,3		
Résistance compression simple 18°C (MPa)	13,6		
Rapport i/C (%)	95		ITSR80
Essai d'orniérage (NF EN 12697-22)			
Vides (%)	6,0		Vi=5% - Vs=8%
Profondeur d'ornière sur plaque 10 cm à 60°C			
- à 1 000 cycles (%)	1,6		
- à 30 000 cycles (%)	2,7		P5
Essai de module et de perte de linéarité en traction directe (NF EN 12697-26) Annexe E	Engagement de l'entreprise		
Vides (%)			Vi=5% - Vs=8%
Module 15°C – 0,02 s (MPa)	De 11 000 à 13 000*		Smin11000
Essai de fatigue LPC (NF EN 12697-24)			
Déformation relative à 10 ⁶ cycles 10°C et 25 Hz	De 100 à 110*		≥ 100.10 ⁻⁶

(*) Dans le cas où l'une des caractéristiques (module de rigidité / élongation admissible à la fatigue à 106 cycles) n'atteint pas le seuil prescrit, on s'assurera de l'équivalence de durée de vie de la solution suivant la règle de compensation proposée dans l'article n°875 de la RGRA d'avril 2009.

FABRICATION ET MISE EN OEUVRE

Fabrication

COMPOMODULE HR peut être fabriqué dans tous les types de centrales d'enrobage, discontinues ou continues.

Epaisseurs

Les épaisseurs à obtenir sont les suivantes :

Epaisseur (cm)	Minimale localisée	Moyenne (nominale)	Maximale localisée
Granularité 0/10	4	5 à 8	10
Granularité 0/14	6	7 à 9	11

Mise en œuvre

Le collage au support est indispensable.

Après réalisation de la couche d'accrochage, la mise en œuvre de COMPOMODULE HR est effectuée au finisseur à table lourde classique ou HPC. On peut également employer un finisseur à rampe intégrée.

Le compactage doit être énergique. Il s'effectue à l'aide d'un atelier comprenant des cylindres lisses vibrants, plus éventuellement un ou des compacteur(s) à pneus lourd(s).

Ouverture à la circulation

Il est nécessaire d'attendre le refroidissement complet du revêtement avant remise à la circulation.

DOMAINES D'EMPLOI

COMPOMODULE HR peut être utilisé en construction neuve et en entretien, en couche de roulement ou de liaison structurante.

Compte tenu de son module élevé et de sa bonne tenue en fatigue, COMPOMODULE HR permet des réductions importantes d'épaisseur.

De plus, compte tenu de sa bonne tenue à l'orniérage, COMPOMODULE HR est particulièrement bien adapté en couche de roulement de chaussées fortement sollicitées par des trafics lourds canalisés (rampes, voies bus, carrefours giratoires), en plates-formes industrielles et en chaussées aéronautiques.

Trafic

COMPOMODULE HPR est utilisable sous tous les trafics, même les plus contraignants.

Support

COMPOMODULE HR, en raison de son module élevé, réduit sensiblement les contraintes dans les couches sous-jacentes, mais encaisse lui-même des efforts importants. Afin d'éviter tout risque lié à une fragilité à basse température ou à une sous-épaisseur ou à un support de qualité insuffisante une étude détaillée de toute la structure à laquelle participe COMPOMODULE HR est indispensable. Elle est effectuée par nos services techniques.

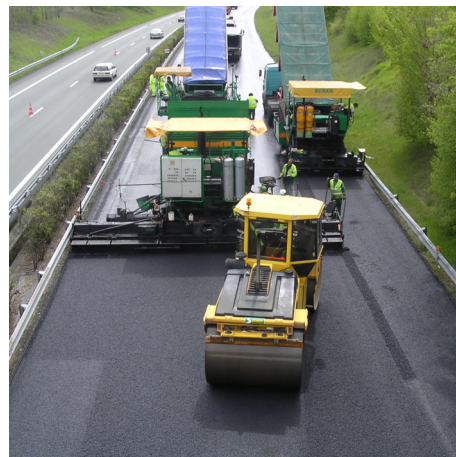
REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

Nouvelles techniques de lutte contre l'orniérage, J. P. Serfass, P. Bense, H. Tessonneau, *Revue Générale des Routes et Aéroports* (RGRA), N° 735, Décembre 1995.

Properties and new developments of high modulus asphalt concrete, JP. Serfass, P. Bense, Ph. Pellevoisin, *8e conférence internationale sur les chaussées bitumineuses (ISAP)*, Seattle, août 1997.

Norme NF EN 13108-1, Enrobés Bitumineux – Béton Bitumineux à module élevé, Février 2007.

[1] Analyse des performances mesurées sur enrobés à module élevé (EME) et graves-bitume (GB): Proposition d'un principe de compensation, M. Chappat, X. Carbonneau, Y. Lefevre, *RGRA N°875*, Avril 2009.



Compomodule P[®]

Enrobé à module élevé au bitume polyoléfines

COMPOMODULE P est un enrobé à module élevé et à très forte résistance à l'orniérage. Ces qualités sont obtenues par incorporation de polyoléfines dans l'enrobé (essentiellement du polyéthylène).

Il est destiné aux couches de base ou de fondation, en chaussée neuve ou en renforcement. Son utilisation permet des réductions importantes d'épaisseurs par rapport à des solutions classiques en grave-bitume.

Les COMPOMODULE P répondent aux exigences de la norme NF EN 13108-1 « Enrobés Bitumineux – Enrobés à Module Elevé » de Février 2007 (Classe 2).

CARACTÉRISTIQUES TECHNIQUES

Constituants

Les granulats et les fines d'apport (filler) répondent aux exigences de la norme NF EN 13043 et appropriés à l'usage prévu.

Le liant est constitué, lors de l'enrobage, à partir d'un bitume de grade 50/70 ou 35/50 et de polyoléfines.

Formulations et dosages

COMPOMODULE P peut être formulé suivant la classe EME 2 de la norme NF EN 13108-1, en granularité 0/10, 0/14 ou 0/20 tel que défini dans le tableau IIb de l'avant propos national.

COMPOMODULE P se caractérise, en plus de sa très forte résistance à l'orniérage et de son module élevé, par une bonne tenue en fatigue.

La teneur en liant des COMPOMODULE P est comprise :

- entre 5,2 et 6,0 % en classe 2.

CARACTÉRISTIQUES TECHNIQUES

Caractéristiques de l'enrobé en laboratoire

Un exemple de formulation et de caractéristiques de COMPOMODULE P de classe 2 est donné dans le tableau ci-après. Les fourchettes des caractéristiques correspondant aux cas courants figurent également.

Caractéristiques	COMPOMODULE P – Classe 2		EME Classe 2 NF EN 13108-1
	Formule testée	Intervalles (cas courants)	Valeurs de référence
Granulat	Calcaire dur Wallers Trélon		
Granularité	0/14		
Teneur en fines (%)	7,6	6 à 9	
Teneur en liant total (%)	6	5,4 à 6,3	
Essai de compactage à la PCG (NF EN 12697-31) Vides à 100 girations (%)	5,5	3 à 6	Vmax6
Essai Sensibilité à l'eau Duriez (NF EN 12697-22 – Méthode B) Vides (%) Résistance compression simple 18°C (MPa) Rapport i/C (%)	6,0 14 86	≥ 12 ≥ 75	ITSR70
Essai d'orniérage (NF EN 12697-22) Vides (%) Profondeur d'ornière sur plaque 10 cm à 60°C - 30 000 cycles (%)	6,0 2,0	2 à 6	Vi=3% - Vs=6% P7,5
Essai de module complexe (NF EN 12697-26) Annexe A Vides (%) Module à 15°C - 10 Hz (MPa)	Engagement de l'entreprise		Vi=3% - Vs=6% Smin14000
	De 14 000 à 15 000*		
Essai de fatigue LPC (NF EN 12697-24) Déformation relative à 10 ⁶ cycles 10°C et 25 Hz	De 120 à 140*		≥ 130.10 ⁻⁶

(*) Dans le cas où l'une des caractéristiques (module de rigidité / élongation admissible à la fatigue à 106 cycles) n'atteint pas le seuil prescrit, on s'assurera de l'équivalence de durée de vie de la solution suivant la règle de compensation proposée dans l'article n°875 de la RGRA d'avril 2009.

FABRICATION ET MISE EN OEUVRE

Fabrication

COMPOMODULE P peut être fabriqué en centrale discontinue ou en tambour-sécheur-enrobeur (TSE). Les polyoléfinés sont conditionnés soit en sacs thermofusibles, soit en vrac. Divers systèmes permettent de les introduire dans le poste et de les doser soit en discontinu, soit en continu.

Epaisseurs

Les épaisseurs à obtenir sont les suivantes :

Epaisseur (cm)	Minimale localisée	Moyenne (nominale)	Maximale localisée
Granularité 0/10	5	6 à 10	12
Granularité 0/14	5	6 à 12	13
Granularité 0/20	7	8 à 15	16

Préparation du support

Le fort module des COMPOMODULE P entraîne un niveau de contrainte élevé à la base du matériau et requiert un collage particulièrement soigné sur le support.

Mise en œuvre

Les points essentiels sont :

- application de la couche d'accrochage à la répandeuse,
- mise en œuvre du COMPOMODULE P avec un finisseur à table lourde ou HPC.

Le compactage doit être énergique. Il s'effectue avec des engins lourds, cylindres vibrants et/ou compacteurs à pneumatiques, pour atteindre un niveau de compacité élevé. Le travail à la main est très difficile.

DOMAINES D'EMPLOI

COMPOMODULE P convient pour les couches de base et de fondation, lorsqu'il s'agit de réduire les déformations et les contraintes dans le support ou de résister à l'orniérage.

Les domaines d'emploi sont les suivants :

- renforcement de chaussées existantes,
- reconstruction de corps de chaussées après décaissement partiel en traverse d'agglomération,
- traitement de voies à trafic lourd, lent et canalisé telles que voies bus, rampes, voies poids lourds,
- construction de chaussées neuves,
- construction de chaussées aéronautiques ou de sols industriels.

Au minimum une couche de roulement en béton bitumineux est obligatoire sur les COMPOMODULE P.

Trafic

COMPOMODULE P est utilisable sous tous les trafics, même les plus agressifs.

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

Les revêtements routiers modifiés par incorporation de matières plastiques, P. Bense, H. Tessonneau, Conférence Internationale de la Route et Circulation Routière pour l'an 2000, Berlin, Septembre 1988.

High modulus asphalt mixes - Laboratory evaluation, practical aspects and structural design, J.P. Serfass, A. Bauduin, J.F. Garnier, 7ème Conférence Internationale sur les Chaussées Bitumineuses (ISAP), Nottingham, Août 1992.

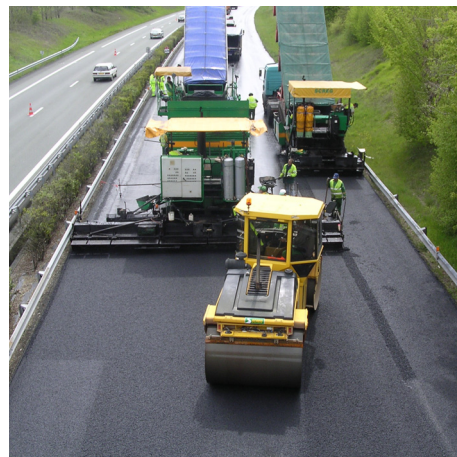
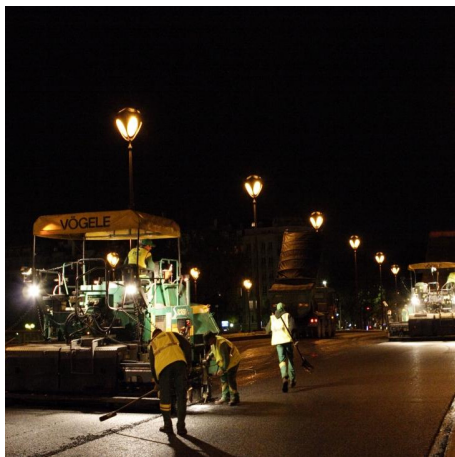
Properties and new developments of high modulus asphalt concrete, JP. Serfass, P. Bense, Ph. Pellevoisin, 8e conférence internationale sur les chaussées bitumineuses (ISAP), Seattle, Août 1997.

Enrobés bitumineux modifiés au polyéthylène, JP. Serfass, P. Bense, H. Tessonneau, Revue Générale des Routes et Aérodrômes, n° 787, Septembre 2000.

Norme NF EN 13108-1, Enrobés Bitumineux - Enrobés à module élevé, Février 2007.

[1] Analyse des performances mesurées sur enrobés à module élevé (EME) et graves-bitume (GB): Proposition d'un principe de compensation, M. Chappat, X. Carbonneau, Y. Lefevre, RGRA N°875, Avril 2009.

Ce document n'est pas contractuel. Les indications données dans la présente fiche correspondent à nos connaissances à la date ci-dessus. Les caractéristiques de ce produit sont susceptibles d'évoluer en fonction de l'augmentation de nos connaissances et de notre souci constant d'adaptation et d'amélioration.



Compomodule PR[®]

Béton bitumineux à module élevé au bitume polyoléfines

COMPOMODULE PR est un béton bitumineux à module élevé à très forte résistance à l'orniérage.

Il est destiné aux couches de liaison et de roulement de 5 à 9 cm d'épaisseur, pour les chaussées neuves ou les renforcements.

Il permet des réductions importantes d'épaisseurs et peut assurer en même temps que les fonctions d'une couche de roulement, un apport structurel important.

Ces qualités sont obtenues par incorporation de polyoléfines dans l'enrobé (essentiellement du polyéthylène).

Les COMPOMODULE PR répondent aux exigences de la norme NF EN 13108-1 « Enrobés Spécifications - Bétons bitumineux à module élevé » de Février 2007 (Classes 1, 2 et 3) .

CARACTÉRISTIQUES TECHNIQUES

Constituants

Les granulats et fines d'apport (filler) répondent aux exigences de la norme NF EN 13043 et approprié à l'usage prévu.

Le liant est constitué, lors de l'enrobage, à partir d'un bitume de grade 35/50 ou 50/70 et de polyoléfines.

Formulations et dosages

La composition granulaire des COMPOMODULE PR correspond à des courbes granulométriques le plus souvent continues 0/10 ou 0/14.

En conception de classe 1, les COMPOMODULE PR se caractérisent par une très bonne tenue à l'orniérage.

En conception de classe 2 ou 3, les COMPOMODULE PR se caractérisent, par une excellente tenue à l'orniérage et un fort module de rigidité.

La teneur en bitume des COMPOMODULE PR est généralement comprise entre 5,2 et 5,7 %.

CARACTÉRISTIQUES TECHNIQUES

Caractéristiques de l'enrobé en laboratoire

Un exemple de formulation et de caractéristiques de COMPOMODULE PR de classe 3 est donné dans le tableau ci-après. Les fourchettes des caractéristiques correspondant aux cas courants figurent également.

Caractéristiques	COMPOMODULE PR – Classe 3		BBME Classe 3 NF EN 13108-1
	Exemple	Intervalles (cas courants)	Valeurs de référence
Granulat	Diorite de Pierre Bise		
Granularité	0/10		
Granulométrie :			
Passant à 6,3 mm (%)	53	50 à 70	
Passant à 2 mm (%)	38	35 à 40	
Passant à 0,08 mm (%)	7,4	7 à 9	
Liant			
Teneur en bitume (%)	5,4	5,2 à 5,7	
Essai de compactage à la PCG (NF EN 12697-31)			
Pente	3,4		
Vides à 60 girations (%)	7,2		Vmin5 à Vmax10
Essai Sensibilité à l'eau Duriez (NF EN 12697-22 – Méthode B)			
Vides (%)	7,3		
Résistance compression simple 18°C (MPa)	13,6		
Rapport i/C (%)	95		ITSR80
Essai d'orniérage (NF EN 12697-22)			
Vides (%)	6,0		Vi=5% - Vs=8%
Profondeur d'ornière sur plaque 10 cm à 60°C			
- à 1 000 cycles (%)	1,6		
- à 30 000 cycles (%)	2,7		P5
Essai de module et de perte de linéarité en traction directe (NF EN 12697-26) Annexe E	Engagement de l'entreprise		
Vides (%)			Vi=5% - Vs=8%
Module 15°C – 0,02 s (MPa)	De 11 000 à 13 000*		Smin11000
Essai de fatigue LPC (NF EN 12697-24)			
Déformation relative à 10 ⁶ cycles 10°C et 25 Hz	De 100 à 110*		≥ 100.10 ⁻⁶

(*) Dans le cas où l'une des caractéristiques (module de rigidité / élongation admissible à la fatigue à 106 cycles) n'atteint pas le seuil prescrit, on s'assurera de l'équivalence de durée de vie de la solution suivant la règle de compensation proposée dans l'article n°875 de la RGRA d'avril 2009.

FABRICATION ET MISE EN OEUVRE

Fabrication

COMPOMODULE PR peut être fabriqué en centrale discontinue ou en tambour-sécheur-enrobeur (TSE). Les polyoléfinés sont introduites soit sous la forme de sacs thermofusibles prépesés soit par des dispositifs de dosage adaptés. Divers systèmes permettent de les introduire dans le poste et de les doser soit en discontinu, soit en continu.

Epaisseurs

Les épaisseurs à obtenir sont les suivantes :

Epaisseur (cm)	Minimale localisée	Moyenne (nominale)	Maximale localisée
Granularité 0/10	4	5 à 8	10
Granularité 0/14	6	7 à 9	11

Mise en œuvre

Le collage au support est indispensable.

Après réalisation de la couche d'accrochage, la mise en œuvre de COMPOMODULE PR est effectuée au finisseur à table lourde classique ou HPC. On peut également employer un finisseur à rampe intégrée.

Le compactage doit être énergique. Il s'effectue à l'aide d'un atelier comprenant des cylindres lisses vibrants, plus éventuellement un ou des compacteur(s) à pneus lourd(s).

Ouverture à la circulation

Il est nécessaire d'attendre le refroidissement complet du revêtement avant remise à la circulation.

DOMAINES D'EMPLOI

COMPOMODULE PR peut être utilisé en construction neuve et en entretien, en couche de roulement ou de liaison structurante.

Compte tenu de sa tenue exceptionnelle à l'orniérage, COMPOMODULE PR est particulièrement bien adapté en couche de roulement de chaussées fortement sollicitées par des trafics lourds canalisés (rampes, voies bus, en plates-formes industrielles et en chaussées aéronautiques).

Trafic

COMPOMODULE PR est utilisable sous tous les trafics, même les plus contraignants.

Support

COMPOMODULE PR, en raison de son module élevé, réduit sensiblement les contraintes dans les couches sous-jacentes, mais encaisse lui-même des efforts importants. Afin d'éviter tout risque lié à une fragilité à basse température ou à une sous-épaisseur, une étude détaillée de toute la structure à laquelle participe COMPOMODULE PR est indispensable. Elle est effectuée par nos services techniques.

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

Nouvelles techniques de lutte contre l'orniérage, J. P. Serfass, P. Bense, H. Tessonneau, *Revue Générale des Routes et Aéroports* (RGRA), N° 735, Décembre 1995.

Properties and new developments of high modulus asphalt concrete, JP. Serfass, P. Bense, Ph. Pellevoisin, 8^e conférence internationale sur les chaussées bitumineuses (ISAP), Seattle, août 1997.

Enrobés bitumineux modifiés au polyéthylène, JP. Serfass, P. Bense, H. Tessonneau, *Revue Générale des Routes et Aéroports* (RGRA), n° 787, Septembre 2000.

Norme NF EN 13108-1, Enrobés Bitumineux – Béton Bitumineux à module élevé, Février 2007.

[1] Analyse des performances mesurées sur enrobés à module élevé (EME) et graves-bitume (GB): Proposition d'un principe de compensation, M. Chappat, X. Carbonneau, Y. Lefevre, RGRA N°875, Avril 2009.

Ce document n'est pas contractuel. Les indications données dans la présente fiche correspondent à nos connaissances à la date ci-dessus. Les caractéristiques de ce produit sont susceptibles d'évoluer en fonction de l'augmentation de nos connaissances et de notre souci constant d'adaptation et d'amélioration.



Compomodule THP®

Béton bitumineux à module élevé au bitume modifié et polyoléfines

COMPOMODULE THP est un béton bitumineux à module élevé à très forte résistance à l'orniérage, au fluage, aux contraintes tangentielles et au poinçonnement.

Il est destiné aux couches de liaison et de roulement de 5 à 9 cm d'épaisseur, pour les chaussées neuves ou les renforcements.

Il permet des réductions importantes d'épaisseur et peut assurer en même temps que les fonctions d'une couche de roulement, un apport structurel important.

Ces qualités sont obtenues par l'utilisation d'un bitume modifié de la gamme BITULASTIC spécialement formulé et l'ajout de polyoléfines dans l'enrobé.

Les COMPOMODULE THP répondent aux exigences de la norme NF EN 13108-1 « Enrobés Spécifications - Bétons bitumineux à module élevé » de Février 2007 (Classes 1, 2 et 3) .

CARACTÉRISTIQUES TECHNIQUES

Constituants

Les granulats et fines d'apport (filler) répondent aux exigences de la norme NF EN 13043.

Le liant est constitué du mélange, lors de l'enrobage, d'un bitume modifié de la gamme BITULASTIC et de polyoléfines.

Formulations et dosages

La composition granulaire des COMPOMODULE THP correspond à des courbes granulométriques le plus souvent continues 0/10 ou 0/14.

Les COMPOMODULE PR se caractérisent par une très bonne tenue à l'orniérage et au fluage, une forte résistance aux contraintes tangentielles et au poinçonnement, ainsi qu'un fort module de rigidité.

Ces qualités sont obtenues par incorporation de polyoléfines dans l'enrobé (essentiellement du polyéthylène) et l'utilisation de bitume modifié de la gamme des BITULASTIC spécialement formulé.

La teneur en liant des COMPOMODULE THP est généralement comprise entre 5,1 et 5,5 %.

Résistance au poinçonnement

Une caractéristique essentielle du COMPOMODULE THP est sa bonne tenue à l'indentation sous charges poinçonnantes. La résistance au poinçonnement est évaluée suivant le mode opératoire proposé par le CEBTP, décrit dans les Annales de l'ITBTP – N° 465 – Juin 1988 – « Recommandation pour un essai de poinçonnement statique ».

L'essai est pratiqué sur plaques 20 x 40 cm de 5 cm d'épaisseur, frettées sur leurs faces latérales par un cadre métallique. L'enrobé est soumis à l'action d'un poinçon cylindrique de 8 cm², dont on mesure l'enfoncement.

Dans ces conditions opératoires (24 heures, 25°C), COMPOMODULE THP a une indentation < 5 mm sous 5 MPa.

CARACTÉRISTIQUES TECHNIQUES

Caractéristiques de l'enrobé en laboratoire

Un exemple de formulation et de caractéristiques de COMPOMODULE THP de classe 3 est donné dans le tableau ci-après. Les fourchettes des caractéristiques correspondant aux cas courants figurent également.

Caractéristiques	COMPOMODULE THP – Classe 3		BBME Classe 3 NF EN 13108-1
	Exemple	Intervalles (cas courants)	Valeurs de référence
Granulat	Noubleau		
Granularité	0/10		
Granulométrie :			
Passant à 6,3 mm (%)	65	60 à 70	
Passant à 2 mm (%)	38	35 à 40	
Passant à 0,08 mm (%)	8,5	7 à 9	
Liant (Bitulastic + Polyoléfines)			
Module de richesse	3,54	3,4 à 3,6	
Teneur en liant total (%)	5,3	5,1 à 5,5	
Essai de compactage à la PCG (NF EN 12697-31)			
Pente	3,7		
Vides à 60 girations (%)	4,7		Vmin5 à Vmax10
Essai Sensibilité à l'eau Duriez (NF EN 12697-22 – Méthode B)			
Vides (%)	3,0		
Résistance compression simple 18°C (MPa)	14,3		
Rapport i/C (%)	95		ITSR80
Essai d'orniérage (NF EN 12697-22)			
Vides (%)	5,3		Vi=5% - Vs=8%
Profondeur d'ornière sur plaque 10 cm à 60°C			
- à 1 000 cycles (%)	1,3		
- à 30 000 cycles (%)	2,3	2 à 3,5	P5
Essai de module et de perte de linéarité en traction directe (NF EN 12697-26) Annexe E	Engagement de l'entreprise		
Vides (%)			Vi=5% - Vs=8%
Module 15°C – 0,02 s (MPa)	De 11 000 à 14 000*		Smin11000
Essai de fatigue LPC (NF EN 12697-24)			
Déformation relative à 10 ⁶ cycles 10°C et 25 Hz	De 100 à 120*		≥ 100.10 ⁻⁶

(*) Dans le cas où l'une des caractéristiques (module de rigidité / élongation admissible à la fatigue à 10⁶ cycles) n'atteint pas le seuil prescrit, on s'assurera de l'équivalence de durée de vie de la solution suivant la règle de compensation proposée dans l'article n°875 de la RGRA d'avril 2009.

FABRICATION ET MISE EN OEUVRE

Fabrication

COMPOMODULE THP peut être fabriqué en centrale discontinue ou en tambour-sécheur-enrobeur (TSE). Les polyoléfinés sont introduites soit sous la forme de sacs thermofusibles prépesés dans le cas des malaxeurs discontinus, soit par des dispositifs de dosage adaptés dans le cas des TSE.

Epaisseurs

Les épaisseurs mises en œuvre sont les suivantes :

Epaisseur (cm)	Minimale localisée	Moyenne (nominale)	Maximale localisée
Granularité 0/10	4	5 à 8	10
Granularité 0/14	6	7 à 9	11

Mise en œuvre

Le collage au support est indispensable.

Après réalisation de la couche d'accrochage, la mise en œuvre de COMPOMODULE THP est effectuée au finisseur à table lourde classique ou HPC. On peut également employer un finisseur à rampe intégrée.

Le compactage doit être énergique. Il s'effectue à l'aide d'un atelier comprenant des cylindres vibrants.

Ouverture à la circulation

Il est nécessaire d'attendre le refroidissement complet du revêtement avant remise à la circulation.

DOMAINES D'EMPLOI

COMPOMODULE THP peut être utilisé en construction neuve et en entretien, en couche de roulement ou de liaison structurante.

Grâce à un module élevé, COMPOMODULE THP permet des réductions importantes d'épaisseur.

De plus, compte tenu de sa tenue exceptionnelle à l'orniérage et au fluage, COMPOMODULE THP est particulièrement bien adapté en couche de roulement de chaussées fortement sollicitées par des trafics lourds canalisés (rampes, voies de transports collectifs en site propre : bus, tramways ..., gare de péage), en plates-formes industrielles et multimodales (engins de manutention, stockage avec pressions de surface n'excédant pas 5 MPa) et en chaussées aéronautiques.

Trafic

COMPOMODULE THP est utilisable sous tous les trafics, même les plus contraignants.

Support

COMPOMODULE THP, en raison de son module élevé, réduit sensiblement les contraintes dans les couches sous-jacentes, mais encaisse lui-même des efforts importants. Afin d'éviter tout risque lié à une fragilité à basse température ou à une sous-épaisseur, une étude détaillée de toute la structure à laquelle participe COMPOMODULE THP est indispensable. Elle est effectuée par nos services techniques.

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

Nouvelles techniques de lutte contre l'orniérage, J. P. Serfass, P. Bense, H. Tessonneau, *Revue Générale des Routes et Aéroports (RGRA)*, N° 735, Décembre 1995.

Properties and new developments of high modulus asphalt concrete, JP. Serfass, P. Bense, Ph. Pellevoisin, 8e conférence internationale sur les chaussées bitumineuses (ISAP), Seattle, août 1997.

Enrobés bitumineux modifiés au polyéthylène, JP. Serfass, P. Bense, H. Tessonneau, *Revue Générale des Routes et Aéroports (RGRA)*, n° 787, Septembre 2000.

Norme NF EN 13108-1, Enrobés Bitumineux – Béton Bitumineux à module élevé, Février 2007.

[1] Analyse des performances mesurées sur enrobés à module élevé (EME) et graves-bitume (GB): Proposition d'un principe de compensation, M. Chappat, X. Carbonneau, Y. Lefevre, *RGRA N°875*, Avril 2009.