

AVIS TECHNIQUE

CHAUSSEES **133**

ECRANS DRAINANTS

COMPOMODULE H®

Société : SCREG

49 rue du Point du Jour
92653 BOULOGNE BILLANCOURT
Téléphone : 01.47.61.73.60
Télécopie : 01.47.61.73.70
Internet : www.screg.fr

Le présent avis porte sur l'enrobé à module élevé COMPOMODULE H et correspond au renouvellement du premier avis n° 40 parue sous le nom COMPASPHALT en Juin 1991.

Le liant utilisé est un bitume spécial de classe de pénétrabilité 10/20. Les caractéristiques de l'enrobé correspondent à la classe 2 de la norme NF P 98-140 «Enrobés à module élevé» avec un module plus élevé ($\geq 15\ 000$ MPa).

Comme pour tous les EME, les caractéristiques mécaniques du COMPOMODULE H permettent une réduction des épaisseurs de couche d'assise par rapport au GB traditionnelles, ce qui peut présenter un intérêt économique ou technique lorsqu'il existe des contraintes de niveau.

Les applications ont débuté fin 1984 : elles sont routières, autoroutières et urbaines.

Le tonnage d'enrobé mis en œuvre depuis est de l'ordre de 1 600 000 tonnes.

Date : Décembre 2002

Validité : 7 ans

SOMMAIRE

Présentation du produit par l'entreprise.	page 2
Caractérisation du liant et du produit	page 6
Avis du Comité	page 8

I - PRESENTATION DU PRODUIT PAR L'ENTREPRISE

1. DEFINITION, DOMAINE ET LIMITE D'EMPLOI

COMPOMODULE H est un enrobé pour couche de base en fondation répondant aux exigences de la norme NF P 98-140 «Enrobés à module élevé» (Novembre 1999). Ses performances correspondent à la classe 2 de cette norme.

COMPOMODULE H est formulé en granularité 0/10, 0/14 ou 0/20 avec un fort dosage en liant bitumineux dur spécial.

Les compacités élevées obtenues et les qualités du liant dur spécial employé confèrent au COMPOMODULE H :

- des résistances mécaniques élevées dans toute la gamme des températures auxquelles sont soumises les chaussées,
- un fort module,
- une bonne tenue en fatigue,
- une très grande résistance à l'orniérage.

COMPOMODULE H est utilisable sous tous les types de trafic, en renforcement, en restructuration partielle de toute chaussée (autoroutes, voies rapides, voies urbaines, chaussées aéronautiques) et en construction neuve.

COMPOMODULE H convient particulièrement dans les cas de :

- trafic lourd,
- trafic lent et canalisé,
- renforcement ou reconstruction avec limitation impérative des épaisseurs,
- sols industriels.

Les caractéristiques structurelles élevées du COMPOMODULE H permettent d'importantes réductions d'épaisseur par rapport aux solutions classiques. Les épaisseurs moyennes d'utilisation sont selon les granularités :

Granularité	Norme
0/10	6 à 8 cm
0/14	7 à 13 cm
0/20	9 à 15 cm

Une couche de roulement est obligatoire sur le COMPOMODULE H. Les valeurs élevées de module entraînent un niveau de contrainte important à la base du matériau, qui nécessite un collage particulièrement soigné sur le support.

Nota : COMPOMODULE H était précédemment appelé COMPASPHALT qui faisait l'objet de l'Avis Technique n°40.

2. CONSTITUTIONS SPECIFIQUES

Les granulats sont choisis par référence à la norme XP P 18-540 et conformes à la norme NF P 98-140 sur les EME.

Le liant est un bitume spécial très dur, de température de ramollissement supérieure à 65°C.

3. CARACTERISTIQUES GARANTIES PAR L'ENTREPRISE

3.1 – Liant

Les caractéristiques du liant utilisé dans le COMPOMODULE H sont les suivantes :

Caractéristiques	Normes	Engagements de l'entreprise
Densité relative à 25°C	NF EN ISO 3838	1 à 1,1
Pénétration à 25°C (1/10 mm)	EN 1426	10 à 20
Indice de pénétrabilité	Mode Opérateur LCPC	> 0
Point de ramollissement Bille et anneau (°C)	EN 1427	65 – 80
Point de fragilité Fraass (°C)	EN 12593	- 6 à + 2

3.2 - Formulation

La courbe granulométrique et le dosage en liant correspondent aux intervalles de formulations donnés ci-dessous :

COMPOMODULE H			
	0/10	0/14	0/20
Passant à 20 mm	--	--	92 - 100
14	--	90 - 100	--
10	90 - 100	70 - 85	60 - 80
6,3	50 - 70	48 - 68	44 - 65
2	30 - 42	26 - 42	25 - 40
0,08	7 - 9,5	6 - 9	6 - 9
Module de richesse	≥ 3,4	≥ 3,4	≥ 3,4
Teneur en liant (ppc)	5,4 à 6,3	5,4 à 6,3	5,4 à 6,3

3.3 - Caractéristiques mécaniques de l'enrobé

Les autres engagements de l'entreprise sont les suivants :

Module complexe 15°C – 10 Hz (MPa) (NF P 98-260-1)	≥ 15 000
ε6 à 10°C – 25 Hz (μdef) (NF P 98-261-1)	≥ 130
Orniérage à 60°C – 30 000 cycles (%) (NF P 98-253-1)	≤ 7 %

pour une teneur en vides comprise entre 3 et 6 %.

4 – PARTICULARITES DE FABRICATION ET DE MISE EN OEUVRE

COMPOMODULE H peut être fabriqué dans tous les types de centrale d'enrobage, discontinue ou continue. La température de sortie des enrobés est comprise entre 150 et 170°C, selon les conditions climatiques, le temps de transport et le type de poste.

Les camions de transport doivent être bâchés. La mise en œuvre s'effectue au finisseur à table lourde.

La température minimale à l'application est de 140°C derrière la table du finisseur.

Le compactage s'effectue avec des engins lourds, compacteurs à pneus lourds, cylindres vibrants ou compacteurs mixtes.

Une couche d'accrochage est nécessaire sur le support et sur le ou les couche(s) de COMPOMODULE H.

5 – ORGANISATION DE LA QUALITE

La qualité des COMPOMODULE H est assurée par l'entreprise au niveau, d'une part du choix des constituants, d'autre part de la fabrication et de la mise en œuvre.

5.1 - Constituants

Le contrôle de la qualité des constituants se fait sur les granulats et les liants par le choix d'unité de production ayant un PAQ en vigueur ou, à défaut, ayant mis en place des dispositifs pour l'assurance de la qualité.

5.2 - Fabrication - Mise en œuvre et contrôle

Dans tous les cas, l'entreprise applique les dispositions de son Manuel Qualité pour que les caractéristiques du produit soient conformes à celles retenues lors de l'étude de formulation propre aux conditions locales de réalisation.

Lorsque les dispositions contractuelles le précisent, l'entreprise met en œuvre un PAQ de genre B ou C.

6 – PRISE EN COMPTE DES EXIGENCES EUROPEENNES

COMPOMODULE H satisfait, pendant toute sa durée de vie, aux exigences essentielles définies par le décret n° 92-647 du 8 Juillet 1992 concernant l'aptitude à l'usage des produits de construction pendant sa durée de vie.

Les exigences relatives à la résistance mécanique, la stabilité et la sécurité d'utilisation sont prises en compte dans le présent avis technique.

Pour les exigences concernant l'hygiène, la santé et l'environnement, l'entreprise précise que les eaux de ruissellement ne sont pas contaminées au contact du COMPOMODULE H et que celui-ci ne dégage aucun gaz toxique.

7 - REFERENCES

Les premiers chantiers de COMPOMODULE H datent de fin 1984. Depuis cette date, près de 1 600 000 tonnes ont été mises en œuvre.

Les références associées à cette technique sont données ci-dessous.

Année	Localisation	Dpt	Tonnage (t)	Trafic	Maître d'ouvrage
1985	RN 3 – Vaujours	77	3 300	T0	DDE
1989	RN 43	08	4 200	T1	DDE
1989	RD 700 – St Brieuc	22	16 000	T0	Département
1990	RN 65 – Tarbes – Rocade Sud	65	7 400	T1	DDE
1991	RN 85 – Grasse	06	25 000	T1	DDE
1992	Périphérique Paris	75	6 200	TEX	Ville de Paris
1993	RD 34 – Lunel – Marsillargues	34	4 100	T2	Département
1994	A 13 – Orgeval – Raccordement A14	78	1 000	T0+	SAPN
1995	RD 51 – Marseille – Meze	34	3 000	T3	Département
1996	RN 74 – St Max	54	800	T1	DDE

II - CARACTERISTIQUES DU LIANT ET DU PRODUIT

1. LIANT D'ENROBAGE

Caractéristiques d'identification

		Liant COMPOMODULE H		Liant de référence 20/30	
Caractéristiques	Norme	Liant testé	Engagements de l'entreprise	Norme EN12591	Liant testé
Densité à 25°C	NF EN ISO 3838	1,06	1 à 1,1		1,04
Pénétration à 25°C (1/10 mm)	EN 1426	12	10 à 20	20 à 30	24
Indice de pénétrabilité (LGPC)	MO LGPC	0,9	> 0		- 0,9
Point de ramollissement B & A (°C)	EN 1427	67,5	65 à 80	55 à 63	61,5
Indice de pénétrabilité Pfeiffer		- 0,5	> -1		

Caractéristiques complémentaires

		Liant COMPOMODULE H		Liant de référence 20/30	
Caractéristiques	Norme	Liant testé	Engagements de l'entreprise	Norme EN12591	Liant testé
Augmentation de la TBA après RTFOT	EN 12607-1	4		≤ 8	7,5
Pénétration restante après RTFOT (%)	EN 12607-1	75		≥ 55	71
Module complexe Température (°C) à laquelle [G*] = 1,33 10 ⁸ Pa à 7,8 Hz	Protocole LGPC	10			6
[G*] = 1,0 10 ⁴ Pa à 7,8 Hz		82			78
φ = 45° à 7,8 Hz		29			30

Autres caractéristiques

	Liant COMPOMODULE H	
	Liant testé	Engagements de l'entreprise
Point de fragilité Fraass sur liant tel quel en °C (EN 12593)	- 5	- 6 à + 2

2. CARACTERISTIQUES DU COMPOMODULE H

Caractéristiques d'identification

	Formule testée	Engagements de l'entreprise
Formule	0/14	0/14
Passant à 2 mm (%)	30	26 - 42
Teneur totale en fine (%)	7,6	6 - 9
Granulats de l'étude	Calcaire dur (Wallers Trelon)	Conformes à NF P 98-140
Teneur en liant	6 ppc	5,4 à 6,3 ppc
Module de richesse	3,8	3,4 à 4,5

Caractéristiques complémentaires

Caractéristiques	Enrobé testé 0/14	Engagements de l'entreprise	EME type 2 NF P 98-140
Essai à la presse à cisaillement giratoire (NF P 98-252)			
Pente K	4,6		
Pourcentage de vides V10 (%)	15,2		
Pourcentage de vides V100 (%)	4,5	≤ 6	≤ 6
Pourcentage de vides V200 (%)	1,8		
Essai Duriez à 18°C (NF P 98-251-1)			
Vides (%)	4,0		
Rc (MPa)	18,2		
r/R	0,88	≥ 0,75	≥ 0,75
Essai d'orniérage (NF P 98-253-1)			
Vides (%)	5,5		3 à 6
Profondeur d'ornière à 60°C en % de l'épaisseur de la dalle à 30 000 cycles	3,8	≤ 7	≤ 7,5
Essai de module complexe (NF P 98-260-1)			
Pourcentage de vides (%)	4,1		3 à 6
Module à 15°C et 10 Hz (MPa)	18 700	≥ 15 000	≥ 14 000
Essai de fatigue (NF P 98-261-1)			
Vides (%)	4,1		3 à 6
Pente b	- 0,14		
ε6 (microdefs)	143	≥ 130	≥ 130
Sn	0,21		

Essais complémentaires fournis par l'entreprise sur l'enrobé testé

Essai de traction directe (MAER)	
Vides (%)	2,2
Module à 10°C et 0,02 s (MPa)	23 600
Module à 15°C et 0,02 s (MPa)	20 200

III - AVIS DU COMITE

Le COMPOMODULE H est un enrobé à module élevé de classe 2 répondant aux exigences de la norme NF P 98-140 de Novembre 1999.

1. CARACTERISTIQUES MECANIQUES

Liant :

C'est un bitume spécial, au sens de la norme T 65-000 (paragraphe 4.1.7), à faible pénétrabilité à 25°C, 10 à 20 1/10 mm.

Enrobé :

- la teneur en liant minimale admise par l'entreprise est plus faible que celle indiquée dans le précédent avis technique.
- le module complexe (15°C, 10 Hz) est plus élevé que la valeur minimale indiquée dans la norme :
 - > 15 000 MPa en engagement
 - 18 700 MPa sur l'enrobé testé
- la résistance en fatigue est identique à celle de la norme en engagement (130 µdef) et égale à 143 µdef sur l'enrobé testé.
- la résistance à l'orniérage est élevée : 3,8 % à 30 000 cycles 60°C sur l'enrobé testé. L'engagement est peu différent de celui de la norme.

2. COMPORTEMENT SUR CHAUSSEES

Il n'y a pas eu de nouveaux suivis de chantier par rapport à ceux examinés pour l'avis n° 40. Les constatations, faites à cette occasion, sont rappelées ci-dessous.

Les chantiers observés sont au nombre de 19. Le plus ancien date de 1985, 6 ont été réalisés en 1990 et 3 au cours de chacune des années intermédiaires.

Du point de vue des trafics, la répartition est : 2 en T0+, 6 en T0, 6 en T1, 2 en T2 et le reste en inférieur ou égal à T3.

Parmi ces chantiers, 8 concernent des traverses d'agglomération.

Les épaisseurs d'application se répartissent entre 7 et 30 cm.

Dans tous les cas, ce matériau est recouvert par un enrobé, souvent très mince.

Les suivis faits lors de l'instruction de l'avis technique n° 40, n'avaient relevé aucun défaut particulier sur des chantiers de 6 ans.

3. DOMAINES D'EMPLOI

Ce matériau est adapté aux applications en couche d'assise, lorsqu'il s'agit de réduire les contraintes et les déformations dans le support, ou pour éviter l'orniérage et ce, pour tout niveau de trafic.

Les domaines d'emploi sont :

- renforcement de chaussées existantes,
- reconstruction générale de chaussée après décaissement partiel sous contraintes de niveau,
- traitement partiel du corps de chaussée tel que construction ou reprise de voies poids lourds ou bus,
- construction de chaussées neuves.

Ce type de matériau doit recevoir une couche de roulement, béton bitumineux très mince, mince ou plus épais, pour assurer une rugosité suffisante et une protection thermique du fait de la fragilité à froid du liant, pouvant faire craindre une fissuration par le haut.

4. DIMENSIONNEMENT

Le tableau suivant donne les épaisseurs de renforcements des chaussées souples avec les hypothèses du Guide des Renforcements de chaussées souples avant prise en compte du gel.

Classe de déflexion caractéristique Ci et déflexion correspondante (1/100 mm)		C2 (50 à 70)			C3 (75 à 100)			C4 (100 à 150)		
Classe d'épaisseur de la couche de roulement de l'ancienne chaussée Ci et épaisseurs correspondantes (cm)		e1 (< 5)	e2 (5 à 10)	e3 (> 10)	e1 (< 5)	e2 (5 à 10)	e3 (> 10)	e1 (< 5)	e2 (5 à 10)	e3 (> 10)
Classe de trafic Ti et trafics correspondants (poids lourds)	T0 (750 à 2000)	15 + 8*	10 + 8*	10 + 6*	15 + 8*	14 + 8*	12 + 8*	20 + 8*	16 + 10*	16 + 8*
		11 + 2,5	8 + 2,5	7 + 2,5	15 + 2,5	14 + 2,5	12 + 2,5	17 + 2,5	17 + 2,5	16 + 2,5
	T1 (300 à 750)	10 + 6*	14*	10*	12 + 8*	10 + 6*	14*	15 + 8*	12 + 8*	12 + 8*
		7 + 2,5	7 + 2,5	7 + 2,5	9 + 2,5	7 + 2,5	7 + 2,5	14 + 2,5	12 + 2,5	10 + 2,5
	T2 (150 à 300)				14*	12*	10*	12 + 6*	10 + 6*	10 + 6*
					7 + 2,5	7 + 2,5	7 + 2,5	9 + 2,5	8 + 2,5	7 + 2,5
	T3 (50 à 150)							12*	10*	10*
								7 + 2,5	7 + 2,5	7 + 2,5


 Epaisseur de matériaux classique GB + BB*
 Epaisseur de COMPOMODULE H + BBTM

Les calculs ont été conduits selon l'annexe 4.2 du guide technique pour l'établissement des avis techniques à partir des paramètres de dimensionnement suivants :

- déformation admissible à 10^6 cycles en 10^{-6} : 130
- module à 15°C et 10 Hz en MPa : 15 000
- pente de la droite de fatigue = 0,2
- dispersion sur la droite de fatigue : 0,25.

Ce tableau de dimensionnement a été établi à partir des valeurs de module et de résistance à la fatigue indiquées ci-dessus. Les valeurs à prendre en compte lors d'un chantier donné peuvent varier, car elles dépendent de la nature du granulat, de la courbe granulométrique, de la teneur en liant et du pourcentage de vides obtenu.

Les calculs sont menés en supposant le fonctionnement et les modes d'évolution identiques à ceux des enrobés classiques, mais la dureté du liant pose la question du comportement vis-à-vis de l'autoréparation, sachant cependant que l'épaisseur du film de liant, plus forte que pour une grave bitume, joue un rôle favorable.

Dans les autres cas, il est nécessaire de réaliser un calcul spécifique. Si ces matériaux sont utilisés en couche de base sur fondation en grave traitée aux liants hydrauliques, le dimensionnement devra tenir compte de l'objectif de retarder la remontée des fissures et la réduction d'épaisseur par rapport à une grave bitume pourra être moindre.

Comme pour tout matériau d'assise, l'emploi de cet enrobé n'a de sens qu'en épaisseur moyenne à forte. En particulier, pour le renforcement des chaussées souples, il convient de ne pas descendre en dessous de 7 cm moyen compte tenu des déformations du support.

Pour les épaisseurs inférieures à 10 cm, le dimensionnement correspond à une hypothèse d'écart type de 1 cm sur les variations d'épaisseur. Cela peut conduire à réaliser un reprofilage du support pour réduire les irrégularités dans cet intervalle.

5. PARTICULARITES DE FABRICATION ET DE MISE EN ŒUVRE

Les performances mécaniques du COMPOMODULE H sont étroitement liées au respect de la teneur en liant et à la compacité en place.

Le compactage doit être rapide et efficace. Le travail à la niveleuse ou manuel, les joints froids sont à éviter. La température minimale derrière le finisseur indiquée par l'entreprise (140°C) correspond en fait à la température minimale de compactage. La température dans la trémie du finisseur doit être comprise alors entre 145 et 170°C.

Le module élevé du matériau entraînant une augmentation de contraintes aux interfaces, la qualité du collage de celles-ci doit être particulièrement soignée. On note cependant qu'il n'y a pas de recommandations particulières de la part de l'entreprise. On retiendra au minimum la valeur de dosage indiquée dans la norme NF P 98-140 à savoir au moins 250 g/m² de bitume résiduel.

6. DEVELOPPEMENT

Le développement de ce produit est caractérisé par un total de 1 600 000 tonnes appliquées à la date de rédaction du présent avis technique.

7. REFERENCES

Pour ce renouvellement, il n'y a pas eu de suivi de chantier complémentaire par rapport à ceux indiqués dans le précédent avis technique n° 40 de Juin 1991 et dont les références sont comme suit :

Année	Site	Dpt	Type de travaux	Surface (m ²)	Maître d'œuvre
1985	RN 3 Déviation Vaujours	93	Renforcement chaussée semi-rigide	22 000	DDE Seine St Denis
1986	A 6	21	Entretien	37 645	SAPRR
1987	A 4 – Province Paris VL	94	Renforcement chaussée semi-rigide	8 000	DDE Val de Marne
1987	RN 83	25	Entretien chaussée semi-rigide	15 000	DDE Doubs
1988	RN 10 Chasseneuil	86	Entretien chaussée semi-rigide en traverse	1 900	DDE Vienne
1988	RN 83 et 57 Besançon	25	Entretien chaussée traditionnelle en traverse	40 000	DDE Doubs
1989	RD 700	22	Travaux neufs	57 000	DDE Côtes d'Armor
1989	RN 59 Raon l'Etape	88	Entretien chaussée semi-rigide en traverse	12 000	DDE Vosges

Document réalisé et édité par le Comité Français pour les Techniques Routières
CFTR 46, avenue Aristide Briand – BP 100 – 92225 BAGNEUX Cedex – France
Téléphone : 01.46.11.34.12 ou 01.46.11.33.21 – Télécopie : 01.46.11.36.92
e-mail : cftr@i-carre.net - Internet : www.cftr.asso.fr

Disponible au bureau de vente du SETRA
46, avenue Aristide Briand – BP 100 – 92225 BAGNEUX Cedex – France
Téléphone : 01 46 11 31 53 – Télécopie : 01 46 11 33 55

Référence du document : **RA 0207 – Prix de vente : 1,5 €**

Le présent document ne pourra être utilisé ou reproduit - même partiellement - sans l'autorisation du CFTR.