



ERASMUS V5.3 et les variantes

Prise en compte de la norme NF P98-086



Guide technique

Construction des chaussées neuves sur le réseau routier national

Spécifications des variantes



**Depuis
octobre
2011
nouvelle
norme**

**NFP 98-086
qui modifie
et
complexifie
le problème**

1er juin 2012

PERSONAL WEBPORT pour client EUROVIA le 16/11/2011 à 10:53
NF P 98-086 : 2011-10

FA160297 ISSN 0335-3031

norme française **NF P 98-086**
Octobre 2011

Indice de classement : P 98-086

ICS : 93.080.20

**Dimensionnement structurel
des chaussées routières**

Application aux chaussées neuves

E : Road pavement structural design — Application to new pavement
D : Oberbaudimensionierung für Verkehrsflächen — Anwendung auf neue
Fahrbahnen

Norme française homologuée
par décision du Directeur Général d'AFNOR le 28 septembre 2011 pour prendre effet
le 28 octobre 2011.
Remplace la norme homologuée NF P 98-086, de décembre 1992.

Correspondance A la date de publication du présent document, il n'existe pas de travaux
de normalisation internationaux ou européens traitant du même sujet.

Analyse Le présent document définit la méthode de dimensionnement des structures neuves
de chaussées routières applicable en France.

Descripteurs Thésaurus International Technique : route, chaussée, structure, calcul, charge,
charge d'exploitation, modèle.

Modifications Par rapport au document remplacé, révision de la norme.

Corrections

Édité et diffusé par l'Association Française de Normalisation (AFNOR) — 11, rue Francis de Pressensac — 93571 La Plaine Saint-Denis Cedex
Tél. : + 33 (0)1 41 62 80 00 — Fax : + 33 (0)1 48 17 90 00 — www.afnor.org

© AFNOR AFNOR 2011 i^{re} tirage 2011-10-F

Rappel des conclusions de l'exposé de Rolf. Kobisch

La norme apporte :

des modifications dans les définitions :

Exemples :

- Épaisseurs max. des matériaux bitumineux pour les chaussées souples (12 cm)
- L'épaisseur de matériaux bitumineux pour la prise en compte du SH

Des nouvelles valeurs :

- modules des matériaux bitumineux,
- les risques de calcul
- PF2qs, Ks
- CAM

Prise en compte des modifications apportées par la norme NF P 98-086

- Examen de l'importance de ces modifications ou compléments sur les dimensionnements:
- *Dispersion des épaisseurs d'enrobés Sh*
- *Choix des valeurs des modules des enrobés à 10°C ; 10Hz*
- *Risques de calcul,*
- *Nouvelle classe de plateforme et Ks*
- *Coefficient d'agressivité moyen CAM*

1. Dispersion des épaisseurs, choix du Sh

- Le calcul du Sh (formule F1 de la norme) s'effectue en considérant que h est l'épaisseur de la **couche d'assise** alors que dans le GCD il s'agissait de l'épaisseur totale des matériaux bitumineux

- $Sh = 0,01 \text{ m}$ si $h \leq 0,10 \text{ m}$
- $Sh = 0,025 \text{ m}$ si $h \leq 0,15 \text{ m} \dots$ (F.1)
- $Sh = 0,01 + 0,3 \times (h - 0,10)$ si $0,10 < h < 0,15 \text{ m}$

Incidence sur le dimensionnement

- L'influence n'est pas neutre en particulier pour les faibles trafics ou l'épaisseur de matériaux bitumineux est comprise entre 10 et 15cm

h enrobés cm	DispersionSh	Coefficient Kr
10	0,01	0,848
11	0,013	0,855
12	0,016	0,861
13	0,019	0,866
14	0,022	0,871
15	0,025	0,875

Incidence sur le dimensionnement

- 1 Structure Catalogue 98: **PF4 TC3 VRNS**
- **6BBSG+ 8GB3**
- Catalogue $Sh = 0,022$ $Kr = 0,848$
- Norme $Sh = 0,01$ $Kr = 0,875$

épais. (m)	module (MPa)	coefficient Poisson	Zcalcul (m)	EpsT (µdef)	SigmaT (MPa)	EpsZ (µdef)	SigmaZ (MPa)
0,060	5400,0	0,350	0,000	54,5	0,692	-63,7	0,657
			0,060	19,6	0,275	29,4	0,499
	collé		0,060	19,6	0,461	5,3	0,499
0,080	9300,0	0,350	0,140	-141,4	-1,784	133,4	0,110
	collé		0,140	-141,4	0,020	469,1	0,110
infini	200,0	0,350					

Incidence sur le dimensionnement

- Calcul de ϵT_{adm} (catalogue 14cm enrobés) = $143 \mu_{def}$
- Calcul de ϵT_{adm} (norme 8cm enrobés) = $146 \mu_{def}$
- Modification d'épaisseur de 0,5cm à 1cm
(*pb avec minima technologiques*)
- 2 Structure Catalogue 98: **PF3 TC2 VRNS**
6BBSG+ 9GB2
- $\epsilon T = 168 \mu_{def}$ (catalogue 15cm enrobés) $\epsilon T_{adm} = 178 \mu_{def}$
(norme 9cm enrobés) $\epsilon T_{adm} = 181 \mu_{def}$
- Modification d'épaisseur de 0,5cm à 1cm
(*pb avec minima technologiques*)

2. Modification des valeurs de module

Catalogue 98

	E en MPa 10°C ; 10Hz	E en MPa 15°C ; 10Hz	$\epsilon_6 \cdot 10^{-6}$ 10°C ; 25Hz	-1/b	SN	Kc
BBSG	7200	5400	100	5	0,25	1,1
GB2	12300	9300	80	5	0,3	1,3
GB3	12300	9300	90	5	0,3	1,3
GB4						
EME2	17000	14000	130	5	0,25	1

Guide variante

Matériaux bitumineux

(le coefficient de Poisson est pris égal à 0,35)

	E en MPa (10°C ; 10 Hz)	E en MPa (15°C ; 10 Hz)	$\epsilon_6 \cdot 10^6$ (10°C ; 25 Hz)	-1/b	SN	Sh (m)	k _c
BBSG ^(*)	7 200	5 500	100	5	0,25	(**)	1,1
GB2	12 300	9 000	80	5	0,3	(**)	1,3
GB3	12 300	9 000	90	5	0,3	(**)	1,3
GB4	-	11 000	100	5	0,3	(**)	1,3
EME2	17 000	14 000	130	5	0,25	(**)	1

2.1 Matériaux bitumineux (NF P98-086)

Matériau	Norme	Module E(MPa) 15°C et 10Hz	ϵ_6 10°C et 25Hz
GB2	NF EN 13108-1	$9000 \leq E < 11000$	$80\mu_{\text{def}} \leq \epsilon_6 < 90 \mu_{\text{def}}$
GB 3	+ Guide technique	$9000 \leq E < 11000$	$90\mu_{\text{def}} \leq \epsilon_6 < 100 \mu_{\text{def}}$
GB4	Utilisation des normes	$11000 \leq E < 14000$	$100\mu_{\text{def}} \leq \epsilon_6 < 115 \mu_{\text{def}}$
EME2	Enrobés chaud	$14000 \leq E < 17000$	$130\mu_{\text{def}} \leq \epsilon_6 < 145 \mu_{\text{def}}$
1er juin 2012		M. DAUZATS	SN= 0,25; Kc = 1 ¹

2.2 Méthode de calcul des modules de rigidité à 10°C 10Hz des matériaux enrobés

Annexe G : informative

	Matériaux	Ratio $E(10\text{ °C}, 10\text{ Hz})/E(15\text{ °C}, 10\text{ Hz})$
Valeurs conventionnelles de calcul	EB – GB2	1,32
	EB – GB3	1,32
	EB – GB4	1,30
	EB – EME1	1,21
	EB – EME2	1,21
	EB – BBSG1	1,33
	EB – BBSG2 et EB – BBSG3	1,33
	EB – BBME1	1,33
	EB – BBME2 et EB – BBME3	1,33

2.3 Comparaison des données

matériaux	Norme NFP 98086 MPa	GCD + biblio. ALIZE	Erasmus
GB2	11880	12300	12300
GB3	11880	12300	12300
GB4	14300	14550	14300
EME2	16940	17000	17000
BBSG1	7315	7200	7200
BBSG2-3	9310	----	9000
BBME1	11970	12000	12000
BBME2 -3	14630	-----	14000

Globalement les valeurs à 10°C et 10Hz de la norme sont plus faibles que les données usuelles hormis le BBSG de classe 1 : conséquences éventuelles????

2.4 Incidence des nouvelles valeurs des modules à 10°C ; 10Hz

- Elles interviennent dans le calcul de la déformation admissible:

Équation 1 : équation de la déformation admissible pour les matériaux bitumineux

$$\varepsilon_{t,adm} = \varepsilon_b(10^\circ\text{C} ; 25\text{ Hz}) \times \sqrt[3]{\frac{E(10^\circ\text{C} ; 10\text{ Hz})}{E(\theta_{eq} ; 10\text{ Hz})}} \times \left(\frac{NE}{10^6}\right)^b \times k_c \times k_r \times k_s$$

où :

$\varepsilon_b(10^\circ\text{C} ; 25\text{ Hz})$ est le paramètre de la loi de fatigue du matériau bitumineux, représentant la déformation conduisant à une durée de vie de 10^6 cycles. ε_b est déterminé par l'essai normalisé de fatigue en flexion deux points (NF EN 12697-24, Annexe A). Cet essai est réalisé à 10 °C et 25 Hz ;

b est la pente de la loi de fatigue du matériau bitumineux ($-1 < b < 0$) ;

$E(10^\circ\text{C} ; 10\text{ Hz})$ est le module de rigidité obtenu selon la norme NF EN 12697-26, Annexe A à 10 °C et 10 Hz ou selon la norme NF EN 12697-26, Annexe F ;

$E(\theta_{eq} ; 10\text{ Hz})$ est le module de rigidité obtenu selon la norme NF EN 12697-26, Annexe A à θ_{eq} et 10 Hz ou selon la norme NF EN 12697-26, Annexe F ;

NE est le nombre de passages de l'essieu de référence ;

k_c, k_r, k_s sont les coefficients d'ajustement définis au paragraphe 5.2.4, et dont les valeurs sont fournies en Annexe D et Annexe F.

2.5 Incidence des nouvelles valeurs des modules à 10°C ; 10Hz

- Pour les techniques les plus usuelles:

Matériau		GB3	EME2
NFP98 086	$[(E_{10^{\circ}\text{C};10\text{Hz}})/(E_{15^{\circ}\text{C};10\text{Hz}})]^{0,5}$	$(11880/9000)^{0,5}$	$(16940/14000)^{0,5}$
	Valeur calculée	1,149	1,10
Avant-GCD	$[(E_{10^{\circ}\text{C};10\text{Hz}})/(E_{15^{\circ}\text{C};10\text{Hz}})]^{0,5}$	$(12300/9300)^{0,5}$	$(17000/14000)^{0,5}$
	Valeur calculée	1,15	1,10

Différences à la marge ce qui n'exclue pas des cas particuliers

3.1 Les risques de calcul annexe E de la norme (informative)

		Tex	TS	T0	T1	T2	T3	T4	T5
Structures bitumineuses épaisses et semi-rigides	MB	1,0	1,0	2,0	5,0	12,0	25,0	30,0	30,0
	MTLH	1,0	1,0	2,5	5,0	7,5	12,0	25,0	25,0
Structures inverses	MB	1,0	1,0	2,0	5,0	12,0	25,0	30,0	30,0
	MTLH	1,0	2,0	5,0	10,0	15,0	24,0	25,0	25,0
Structures mixtes	MB	1,0	1,0	2,0	5,0	12,0	25,0	30,0	30,0
	MTLH	1,0	2,0	3,0	10,0	20,0	35,0	50,0	50,0
Classes catalogue 98		TC8	TC7	TC6	TC5	TC4	TC3	TC2	TC2

Définition des risques de calcul pour les faibles trafics T4
T5, modification des valeurs par rapport au catalogue 98
pour les classes T2 et T3 ou TC 4 TC3(mixage:
catalogue /GCD)

3.2 Les risques dans ERASMUS

Dans le panneau trafic de l'interface graphique il est nécessaire de choisir la base de trafic parmi

les 9 bases disponibles:

- Autoroutes
- GCD decem 94
- Route rase campagne
- Urbain voie de desserte (faible trafic)
- Urbain voie de distribution
- Urbain Voie à trafic lourd
- VRNS catalogue 98
- VRS catalogue 98
- France rase campagne

Pour consulter les valeurs: E TOOLS et choix de la base.

En construction (dans le cahier des charges) on peut retenir un risque différent qui est prioritaire sur les autres valeurs de risque

4. Nouvelle classe de plate-forme

- Scetauroute dans son Manuel de conception des chaussées d'autoroutes (2005) a introduit outre la classe d'arase AR23 , la classe de plate forme PF23 en raison de l'écart constaté entre PF2 et PF3 (souci d'optimisation)
- PF23 (module équivalent long terme =80MPa)
- Norme NF P 98-086: **PF2 qs** (80 à 120 MPa)
- Attention à ne pas assimiler un contrôle de portance immédiate (plaque ou dynaplaque) sur chantier avec une portance long terme!!!

5. Hétérogénéité de plate-forme

- Dans les calculs des contraintes ou déformations admissibles on prend en compte l'hétérogénéité de la plate forme en introduisant le coefficient K_s .
- par rapport aux errements antérieurs , la seule valeur nouvelle concerne la classe PF2qs ou :

$$K_c = 1/1,065$$

6. Coefficient d'agressivité moyen

- Trois catégories :
- Chaussées à caractère autoroutier: pas de changement. 0,8(enrobés) 1,3(MTLH) 1(Sol, GNT)
- Chaussées **à caractère non autoroutier modifications.**
- Chaussées en milieu urbain **(nouveau)**

C-A-M (valeurs)

Non autoroutier

		T5	T4	T3-	T3+	T2,T1,T0
CAM matériaux bitumineux	norme	0,3	0,3	0,4	0,5	0,5
	GCD	0,4	0,5	0,7	0,8	0,8 à 1 f(h)
CAM matériaux Traités aux Liants Hydrauliques	norme	0,4	0,5	0,6	0,6	0,8
	GCD	0,4	0,5	0,7	0,8	1,3
CAM Sol, GNT	norme	0,4	0,5	0,6	0,75	1
	GCD	0,4	0,5	0,7	0,8	1

Urbain

	Voie de desserte	Voie de distribution	Voie principale à trafic lourd
CAM matériaux bitumineux	0,1	0,2	0,2
CAM matériaux Traités aux Liants Hydrauliques	0,1	0,2	0,4
CAM Sol, GNT	0,2	0,5	1,0

Guide technique sur les variantes et ERASMUS V5.3

- **ERASMUS V5.3**

un outil pour vérifier les variantes proposées
par les entreprises pour:

- la construction de chaussées neuves,
- applicable aussi aux travaux de
réhabilitation,

Le Guide technique rappels

1-Contexte réglementaire :

- Variantes autorisées en + de la solution de base sauf disposition contraire figurant à l'APPC et dans le R.C .
- Si M.O.accepte les variantes il doit définir le périmètre sur lequel porte les solutions.



Le Guide technique

1-Contexte réglementaire :

- **Intérêt d'ouvrir aux variantes:**
 - réduction des coûts
 - faire progresser la technique
- ***Pas de limitation du nombre des variantes d'ou intérêt de bien définir le périmètre d'acceptabilité***
- *Spécifications intangibles pour le RRN.*
- *Effets des variantes possibles sur le niveau final de la plate forme à prendre en compte dans le marché terrassements*

Le Guide technique

1-Contexte réglementaire :

- ***Délai de consultation plus long***
- Pour prise de connaissance des documents complémentaires visés dans le DCE.
- ***Préparation du chantier***
- 3 mois après notification, si la variante propose des matériaux plus performants aux minima des normes .
- Etudes nécessaires pour ***vérifier les performances des matériaux réalisés avec les constituants du chantier***

Le Guide technique

2- Spécifications intangibles

- *1-Variantes Autorisées sur RRN:*
 - Couches de surface
 - Assises
 - Couche de forme
 - Combinaison des trois
 - Remise en cause du choix M.O (DCE) non autorisée

Le Guide technique

2- Spécifications intangibles

- **1-2 Couches de surface**
- Respect normes et guides d'application
- Epaisseur équivalente C.surface conforme Catalogue
- Dissociation des fonctions CS obligatoire si $T \geq TC5$
- RC: doit préciser l'ensemble des exigences techniques prises pour la solution de base
- M.O.peut imposer un niveau :
 - d'uni ,
 - d'adhérence,
 - de drainabilité ,
 - de résistance à l'orniérage

Le Guide technique

2- Spécifications intangibles

- **1-3 Couches d'assises:**
- M.O. doit spécifier dans le RC s'il autorise ou non des variantes dans une autre famille que celle de la sol.de base.
- **1-4 Couche de forme:**
- Variante possible que dans le cas d'un A.O chaussées/terrassements ou si CdF intégrée au marché chaussées
peut porter sur :modification matériau ou classe PF
Dans tous les cas :Appréciation en référence au GTR
et vérification au gel/ dégel.

Le Guide technique 3-Démarche

- ***Matériaux:***
- MTLH Performances seront celles de l'étude pondérées selon critères du GCD et de la norme NF P 98-086
 - minoration de la Rt 360j de 30%
 - minoration du E 360j de 10%
- Matériaux bitumineux:
- Dispositions complémentaires examinées précédemment
- Performances retenues seront comprises dans les plages ci-après

3.1 Matériaux bitumineux (NF P98-086)

Matériau	Norme	Module E(MPa) 15°C et 10Hz	ϵ_6 10°C et 25Hz
GB2	NF EN 13108-1	$9000 \leq E < 11000$	$80\mu_{def} \leq \epsilon_6 < 90 \mu_{def}$
GB 3	+ Guide technique	$9000 \leq E < 11000$	$90\mu_{def} \leq \epsilon_6 < 100 \mu_{def}$
GB4	Utilisation des normes	$11000 \leq E < 14000$	$100\mu_{def} \leq \epsilon_6 < 115 \mu_{def}$
EME2	Enrobés à chaud	$14000 \leq E < 17000$	$130\mu_{def} \leq \epsilon_6 < 145 \mu_{def}$
1er juin 2012		M. DAUZATS	SN= 0,25; Kc = 10



Le Guide technique

4-Démarche

- **Méthode de calcul** conforme au GCD et à la norme
- Hypothèses et données de calcul fournies par M.O dans le RC identiques à celles de la conception solution de base
- **Matériaux:**
 - Normalisés
 - Avis technique CFTR valides
 - Matériaux innovants (charte innovation routière)
- Performances retenues établies avec les constituants du chantier et pour un % de vides cf à celui prévisible sur chantier

Le Guide technique

4-1 Éléments techniques à incorporer dans le règlement de consultation RC

- Géotechnique: classe de PST , classe d'arase gélivité des couches supérieures
- Intensité des périodes de gel: IR de référence
- Catégorie de voie (durée de vie théorique de calcul)
- Profil en travers (n voies,identique à sol. Base)
- Plate-forme:nature épaisseur Cdf , la classe, module de calcul: 50,120,200MPa.
- Trafic: Nb PL cumulés (centre classe catalogue) retenus en solution de base +CAM

Le Guide technique

4-2 Éléments techniques à incorporer dans RC

- ***Constitution de la structure :***
 - Familles de structures autorisées ou non
 - Obligation ou non de mettre en œuvre un dispositif limitant la remontée des fissures,
 - Nature épaisseur et spécif. relatives aux c. de Surface
- ***Contraintes particulières:***
 - ex pas de modification ligne rouge

Le Guide technique

4-3 Éléments techniques à incorporer dans RC

- Critères de choix et classement relèvent de la responsabilité du Maître d'ouvrage
- Trafic:Données indispensables:
 - Nb de PL/sens/J
 - Nb de voies
 - Année de mesure du trafic,
 - Date de construction,
 - Taux de progression du trafic(Arith . Géométri.)
 - Durée de calcul
 - CAM retenus

Matériaux traités aux liants hydrauliques

(le coefficient de Poisson est pris égal à 0,25)

Matériaux		E (Mpa)	σ_6 (MPa)	-1/b	SN	Sh (m)	k_c	k_d
Grave-ciment ou Grave-liant routier ou Grave-cendres hydrauliques	classe G3	23 000	0,75	15	1	0,03	1,4	1
Grave-ciment	classe G4	25 000	1,2	15	1	0,03	1,4	(*)
Grave-laitier prébroyé (activant sulfatique ou calcique autre que chaux)	classe G2	20 000	0,70	13,7	1	0,03	1,5	1
Grave laitier granulé (GLg) ou grave laitier prébroyé (activant chaux)	classe G1	15 000	0,50	12,5	1	0,03	1,5	1
Grave-cendres volantes silico-alumineuses-chaux	classe G3	30 000	1,15	16	1	0,03	1,5	(*)
Sable-laitier	classe S2	8 500	0,43	10	0,8	0,025	1,5	1
	classe S3	12 500	0,65					
Sable-ciment ou liant hydraulique routier	classe S2	12 000	0,50	12	0,8	0,025	1,5	1
	classe S3	17 200	0,75					

(*) $k_d = 1$ si la mise en oeuvre est faite en deux couches avec réalisation d'un enduit de cure sur la première
 $k_d = 0,8$ dans les autres cas

Grave non traitée

(le coefficient de Poisson est pris égal à 0,35)

Couche	Trafic	Catégorie ^(*)	E (MPa)	k	E _{max} ^(**) (MPa)
Base	≤ TC3 ₂₀	B2C1 B2C2	600 400		
Fondation Subdivisée	sous GNT ≤ TC3 ₂₀	B2C1 B2C2	E _{GNT} [sous-couche1] = k E _{plate-forme support}	3 2,5	600 400
en sous-couches de 0,25 m	sous GB3 ≤ TC5 ₂₀	B2C1 B2C2	E _{GNT} [sous-couche i] = k E _{GNT} [sous-couche (i-1)]	3 2,5	360 360

(*) La GNT peut être classée en B2C1 si ses caractéristiques à l'essai TCR sont conformes aux valeurs indiquées dans la norme NF P 98.129.

(**) Les valeurs de E_{max} retenues en fondation tiennent compte, conformément au Guide de conception et dimensionnement [1], du type de structure souple autorisé (cf § 2.5 ci-avant) : GB/GNT pour les trafics ≤ TC5₂₀, et GNT/GNT pour les trafics ≤ TC3₂₀.

2 Conditions aux interfaces

Le tableau ci-dessous rappelle les conditions aux interfaces entre la couche de base et la couche de fond pour les différents types de structures.

Structures	Conditions aux interfaces
bitumineuses épaisses	collé
mixtes	collé à la mise en service, décollé après la rupture du matériau traité aux liants hydrauliques
bétons de ciment	décollé
souples	collé
inverses	collé
GLp ^(*) /GLp ^(*) GC3/GC3 ou GLR/GLR ou GCH/GCH	semi-collé
GLg ou GLp ^(**)	collé
GC4/GC4 ou GCV/GCV	décollé
SL3/SL3 (laitier prébroyé ^(*)) SC3/SC3 (ciment ou liant routier ou cendres hydrauliques)	semi-collé
GLp ^(*) /SL2 ou GLp ^(*) /SL3 - GC/SC2 ou GC/SC3	semi-collé

(*) activant sulfatique ou calcique autre que la chaux

(**) activant chaux

L'interface couche de surface/couche de base est collée.

L'interface couche de fondation/plate-forme est collée, sauf dans le cas d'une couche de fondation matériaux traités aux liants hydrauliques ou en béton sur une couche de forme traitée.

3 Couche de surface

Épaisseur totale équivalente d'enrobé de la couche de surface

	TC7, TC8	TC6	TC5	TC4, TC3	TC2
GB/GB, GB/GNT, structures mixtes	8 cm	8 cm	8 cm	6 cm	4 cm
EME/EME	8 cm	8 cm	2,5 cm	2,5 cm	sans objet
GH/GH, GH/SH	14 cm	10 cm	8 cm	6 cm	6 cm
SH	sans objet	sans objet	sans objet	8 cm	6 cm

Rappelons que les équivalences d'épaisseur retenues en première approche dans le catalogue des structures [1] vis-à-vis de l'apport structurel sont :

1 cm BBSG= 1 cm BBME= 1 cm de BBM= 1 cm de BBTM= 2 cm BBDr

5 Épaisseur d'utilisation des matériaux par couche

Épaisseurs nominales minimales et maximales de mise en oeuvre des matériaux d'assise (cm) au bord droit de la chaussée, notées HND

	GB		EME			GH 0/20	SH	GNT(*)		BAC BCg	BC5	BC2
	0/14	0/20	0/10	0/14	0/20			0/14	0/20			
mini	8	10	6	7	9	(***)	(***)	10	15	14	15	12
maxi	14	16	8	13	15	32(**)	45(**)	32(**)	35(**)	30	40	40

(*) utiliser une GNT 0/14 pour une couche de réglage de 10 cm.

(**) ces épaisseurs nécessitent un atelier de compactage adapté.

(***) épaisseur minimale au bord droit :

- 15 cm en couche de base ou en couche de fondation sur PF4 ;
- 18 cm en couche de fondation sur PF3 ;
- 20 cm en couche de fondation sur PF2.

Lorsque l'épaisseur nominale est proche du minimum ou du maximum, les dispersions d'épaisseur à la mise en oeuvre peuvent conduire à une épaisseur réelle en place s'écartant ponctuellement de la fourchette.

Autres vérifications

1-Gel/Dégel

2-Préfissuration et systèmes retardant la remontée des fissures

- Si trafic > TC6
- Si structure en GC G4 quel que soit le trafic
- Systèmes retardant la remontée se fait en complément de la préfissuration;
- Si C.surf. est de 14cm, l'utilisation d'un système retardant la remontée des fis. permet de diminuer la couche de surface de 14 à 10cm

Combinaisons possibles couche de base –couche de fondation

Pour les structures bitumineuses épaisses et semi-rigides, le catalogue [1] ne propose des fiches qu'avec des matériaux identiques en couche de base et couche de fondation. Pour ces deux familles de structure, dans le cadre d'une variante, les possibilités de combiner des matériaux de couche de base et de fondation différents sont les suivantes :

structures	combinaisons autorisées en variante ^(**)
bitumineuses épaisses	GB2/GB3, GB3/GB4, GB2/EME2, GB3/EME2, GB4/EME2
semi-rigides	GC3/GC4, GLg/GLp, GLp/GCV, GLg/GCV

(**) xxx/yyy = couche de base / couche de fondation

En plus des combinaisons énumérées ci-dessus sont autorisées toutes les structures faisant l'objet d'une fiche régionale validée par le SETRA et le LCPC ainsi que la structure BBTM/BAC/GB3 après accord du SETRA.

ERASMUS V5.3 et les variantes

- 1. Objectif

Choisir l'offre la plus avantageuse à partir de critères définis et hiérarchisés dans le RC , en la comparant part rapport à la solution de base en principe calculée à partir de matériaux normalisés.

ERASMUS V5.3 et les variantes

- 2 La démarche:
- 2.1 Vérifier si ERASMUS confirme le dimensionnement de la solution de base figurant dans l'A.O. avec les données et les techniques retenues par le concepteur ou s'il existe un écart.
- Pourquoi?
- *Dimensionnement effectué à partir du Catalogue (centre classe du trafic)*
- *Dimensionnement effectué à partir d'ERASMUS (prise en compte du trafic réel)*
- Ajustement des valeurs(trafic) pour qu'ERASMUS fournisse une solution conforme à la solution de base.

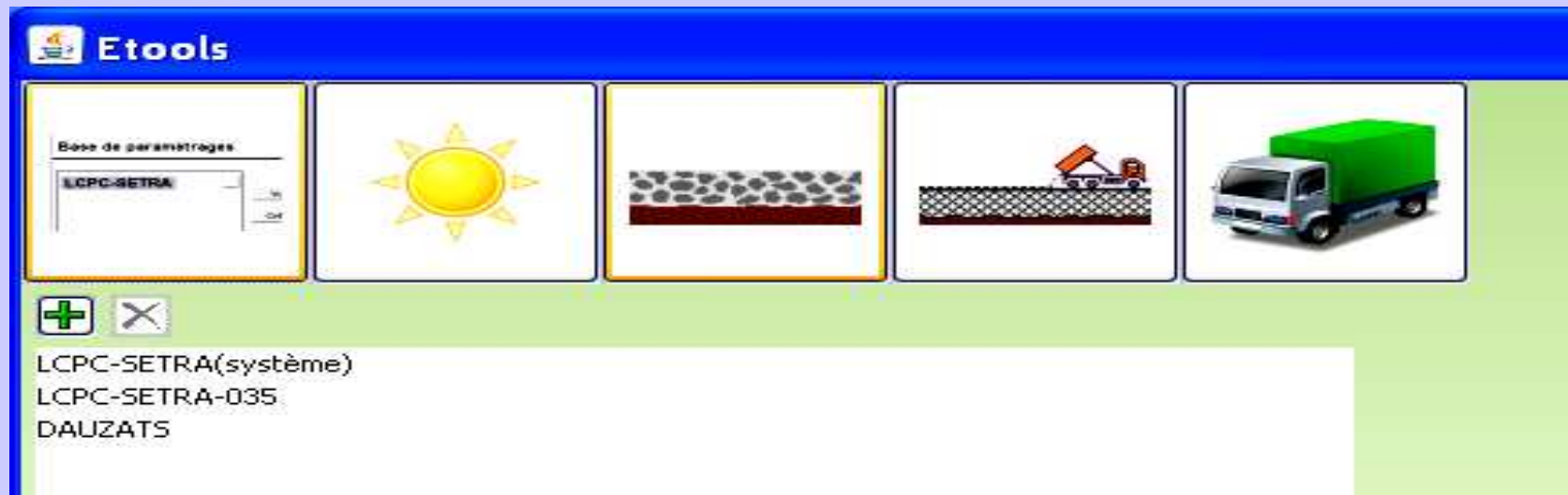
ERASMUS V5 et les variantes

- 2.2 Si solution de base vérifiée sur le plan technique on peut éventuellement :
- Introduire les prix du marché dans la base des prix d'ERASMUS pour vérifier :
 -) la cohérence entre l'estimation initiale de la solution et celles fournies par les entreprises.
 -) si les estimations quantitatives ne sont pas discordantes!

Attention : quantitatif fourni par ERASMUS est une estimation indicative

ERASMUS V5.3 et les variantes

- 2.3 Sélectionner les solutions les + pertinentes
- 2.4 Récupérer les données de calcul des entreprises sélectionnées
- 2.5 Faire APPEL à ERASMUS E. TOOLS pour introduire les caractéristiques des produits d'entreprise



ERASMUS V5 et les variantes

- Etablir pour chaque produit proposé par l'entreprise une fiche technique.
- On effectue une copie de la fiche technique appartenant à la même famille que celle du produit proposé par l'entreprise
- Exemple :
 - Fiche EME2 pour le COLBASE S2, ou la GBHC d'EUROVIA, etc
 - Fiche GB2 ou GB3 pour l'OPTIBASE de SACER

Référentiel **lc-setra**

Enduits	Enrobés de surface	Enrobés de base	Graves hydrauliques
ENDUIT-BICOUCHE(système)	BB-DISCONTINU-COUCHE-MINCE(système)	BB-LIAISON(système)	GRAVE-CENDRES-VOLANTES-CHAUX(système)
ENDUIT-EPAIS(système)	BBME-0/10-CLASSE-1(système)	BB-RECYCLE-A-FROID(système)	GRAVE-CIMENT(système)
ENDUIT-HAUTE-ADHERENCE(système)	BBME-0/10-CLASSE-2(système)	BB-THERMOREGENERATION(système)	GRAVE-LAITIER-PREBROYE(système)
ENDUIT-MONOCOUCHE(système)	BBME-0/10-CLASSE-3(système)	EME-0/10-CLASSE-1(système)	RETRAITEMENT-HYDRAULIQUE-R1M1(système)
ENDUIT-MONOCOUCHE-DOUBLE-GR	BBME-0/14-CLASSE-1(système)	EME-0/10-CLASSE-2(système)	RETRAITEMENT-HYDRAULIQUE-R1M2(système)
ENDUIT-SANDWICH-GLG(système)	BBME-0/14-CLASSE-2(système)	EME-0/14-CLASSE-1(système)	RETRAITEMENT-HYDRAULIQUE-R2M1(système)
	BBME-0/14-CLASSE-3(système)	EME-0/14-CLASSE-2(système)	RETRAITEMENT-HYDRAULIQUE-R2M2(système)
	BB5G-0/10-CLASSE-1(système)	EME-0/20-CLASSE-1(système)	RETRAITEMENT-LIANT-COMPOSE-R1M1(système)
	BB5G-0/10-CLASSE-2(système)	EME-0/20-CLASSE-2(système)	RETRAITEMENT-LIANT-COMPOSE-R1M2(système)
	BB5G-0/10-CLASSE-3(système)	GB-0/14-CLASSE-2(système)	RETRAITEMENT-LIANT-COMPOSE-R2M1(système)
	BB5G-0/14-CLASSE-1(système)	GB-0/14-CLASSE-3(système)	SABLE-CIMENT-C1(système)
	BB5G-0/14-CLASSE-2(système)	GB-0/14-CLASSE-4(système)	SABLE-CIMENT-C2(système)
	BB5G-0/14-CLASSE-3(système)	GB-0/20-CLASSE-2(système)	SABLE-CIMENT-C3(système)
	BB-TRES-MINCE-0/6(système)	GB-0/20-CLASSE-3(système)	SABLE-LAITIER-C1(système)
	BB-TRES-MINCE-0/10(système)	GB-0/20-CLASSE-4(système)	SABLE-LAITIER-C2(système)
	ENROBE-COULE-A-FROID(système)	RETRAITEMENT-EMULSION-M1R1(système)	SABLE-LAITIER-C3(système)

Référentiel **dauzats**

Enduits	Enrobés de surface	Enrobés de base	Graves hydrauliques
ENDUIT-BICOUCHE(système)	BB-0/14-C3-M1	BB-LIAISON(système)	GRAVE-CENDRES-VOLANTES-CHAUX(système)
ENDUIT-EPAIS(système)	BB-DISCONTINU-COUCHE-MINCE(système)	BB-RECYCLE-A-FROID(système)	GRAVE-CIMENT(système)
ENDUIT-HAUTE-ADHERENCE(système)	BBMa-0/10-C3-L1N	BB-THERMOREGENERATION(système)	gravementmono(incomplet)
ENDUIT-MONOCOUCHE(système)	BBMa-0/10-C3-L1S	EME-0/10-CLASSE-1(système)	GRAVE-LAITIER-PREBROYE(système)
ENDUIT-MONOCOUCHE-DOUBLE-GR	BBMaA19	EME-0/10-CLASSE-2(système)	NOVACOL_STABICOL
ENDUIT-SANDWICH-GLG(système)	BBME-0/10-CLASSE-1(système)	EME-0/14-CLASSE-1(système)	R1M1Bis(incomplet)
interface	BBME-0/10-CLASSE-2(système)	EME-0/14-CLASSE-2(système)	R1M2Bis(incomplet)
interface1	BBME-0/10-CLASSE-3(système)	EME-0/20-CLASSE-1(système)	R2M1Bis(incomplet)
interface2	BBME-0/14-CLASSE-1(système)	EME-0/20-CLASSE-2(système)	R2M2Bis(incomplet)
interface3	BBME-0/14-CLASSE-2(système)	EMERO/14	RETRAITEMENT-HYDRAULIQUE-R1M1(système)
	BBME-0/14-CLASSE-3(système)	EMERecyclageA28	RETRAITEMENT-HYDRAULIQUE-R1M2(système)
	BBMEReiffage	EMERecyclageA85M1	RETRAITEMENT-HYDRAULIQUE-R2M1(système)
	BB5G-0/10-CLASSE-1(système)	EMEReiffagecor	RETRAITEMENT-HYDRAULIQUE-R2M2(système)
	BB5G-0/10-CLASSE-2(système)	EMERetudeEIFFAGE	RETRAITEMENT-LIANT-COMPOSE-R1M1(système)
	BB5G-0/10-CLASSE-3(système)	GB0/14C4+M3	RETRAITEMENT-LIANT-COMPOSE-R1M2(système)
	BB5G-0/14-C3-K3	GB0/14Classe4A19	RETRAITEMENT-LIANT-COMPOSE-R2M1(système)

EME-0/14-CLASSE-2			
Caractéristiques Economiques			
Coût min TTC (€)	320.0	Coût max TTC (€)	400.0
Unité de vente	t		
Caractéristiques Intrinsèques			
Liant	c10/25	Nature granulats	s10/0
Teneur en liant (%)	5.0	Compacité (%)	95.5
Massa volumique (Vm³)	2.3		
Caractéristiques Thermiques			
Teneur en eau (%)	1.0	Lambda g (J/m².K)	1.5
Lambda rg (J/m².K)	1.9	Géivité intrinsèque	0
Chaleur spécifique (Cal/g.deg C)	0.21		
Caractéristiques Elastiques			
Module minimal (MPa)	4000.0	Module fatigue (MPa)	4000.0
Module nominal (MPa)	14000.0	Module maximal (MPa)	20000.0
Coefficient de Poisson	0.35	Epsilon 0 (10-6)	130.0
Module nominal 10degC (MPa)	17000.0	Kc (calage)	1.0
Pente courbe fatigue	0.3	Dispersion loi fatigue	0.35
Variation liée à Fatigue	method1	Variation liée à Claustement	method1
Variation liée à l'EtatTherm	method1		
Caractéristiques de Comportement			
Loi N cycles admissibles (conc)	LCPC	Résistance à la fatigue	forte
Résistance au fluage	forte	Résistance à la fissuration thermique	moyenne
Modes de dégradations			
Critères de Fatigue	Niveau de dommage (1)	Critères de Claustement	décroissance module
Critères de fissuration thermique	Etendue de fissuration	Critères heuristiques	
Caractéristiques Industrielles			
Rôle fonctionnel	Couche de base	Type de travaux	Mise-en-place-couche-de-base
Supports possibles	as bs gh gh sth gnt sol	Epaisseur min (cm)	7.0
Epaisseur max (cm)	10.0	Loi de choix d'épaisseur loi	base
% Noir Max (%)		% Blanc Max (%)	
Traffic Max (PL/jour/m²)	10000.0	Travaux préparatoires	pose couche d'accrochage
Loi dispersion épaisseur	method1	Dispersion épaisseur (cm)	1.0
Intégration dans ERA3MUS			
Label Matériau	codifié	Document de référence	NF P 99-140
Nom recensé	eme-0/14-C2		

Référentiel dauzats

Enduits	Enrobés de surface	Enrobés de base	Graves hydrauliques	Graves non traité
ENDUIT-BICOUCHE(système)	BB-0/14-C3-M1	BB-LIAISON(système)	GRAVE-CENDRES-VOLANTES-CHAUX(système)	GNTémulsion
ENDUIT-EPAIS(système)	BB-DISCONTINU-COUCHE-MINCE(système)	BB-RECYCLE-A-FROID(système)	GRAVE-CIMENT(système)	GRAVE-NON-TRAITE(système)
ENDUIT-HAUTE-ADHERENCE(système)	BBMa-0/10-C3-L1N	BB-THERMOREGENERATION(système)	gravedimentmono(incomplet)	GRAVE-RECONSTITUEE-HUMIDIFIEE(système)
ENDUIT-MONOCOUCHE(système)	BBMa-0/10-C3-L1S	EME-0/10-CLASSE-1(système)	GRAVE-LAITIER-PREBROYE(système)	GRHA28
ENDUIT-MONOCOUCHE-DOUBLE-GR	BBMaA19	EME-0/10-CLASSE-2(système)	NOVACOL_STABICOL	Sol-Chaux
ENDUIT-SANDWICH-GLG(système)	BBME-0/10-CLASSE-1(système)	EME-0/14-CLASSE-1(système)	R1M1BIS(incomplet)	
interface	BBME-0/10-CLASSE-2(système)	EME-0/14-CLASSE-2(système)	R1M2Bis(incomplet)	
interface1	BBME-0/10-CLASSE-3(système)	EME-0/20-CLASSE-1(système)	R2M1Bis(incomplet)	
interface2	BBME-0/14-CLASSE-1(système)	EME-0/20-CLASSE-2(système)	R2M2Bis(incomplet)	
interface3	BBME-0/14-CLASSE-2(système)	EMER0/14	RETRAITEMENT-HYDRAULIQUE-R1M1(système)	
	BBME-0/14-CLASSE-3(système)	EMERecycleA28	RETRAITEMENT-HYDRAULIQUE-R1M2(système)	
	BBMEREIFfage	EMERecycleA85M1	RETRAITEMENT-HYDRAULIQUE-R2M1(système)	
	BBSG-0/10-CLASSE-1(système)	EMEREIFfagecor	RETRAITEMENT-HYDRAULIQUE-R2M2(système)	
	BBSG-0/10-CLASSE-2(système)	EMERetudeEIFFAGE	RETRAITEMENT-LIANT-COMPOSE-R1M1(système)	
	BBSG-0/10-CLASSE-3(système)	GB0/14C4+M3	RETRAITEMENT-LIANT-COMPOSE-R1M2(système)	
	BBSG-0/14-C3-K3	GB0/14Classe4A19	RETRAITEMENT-LIANT-COMPOSE-R2M1(système)	

Caractéristiques Economiques	Caractéristiques Intrinsèques	Caractéristiques Thermiques
Coût min TTC (€)*	Liant c10/20	Teneur en eau (%)*
Coût max TTC (€)*	Nature granulats* silice	Lambda g (J/m².K)*
Unité de vente*	Teneur en liant (%)* 2,0<= 5.6 <=6,0	Lambda ng (J/m².K)*
	Compacité (%)* 70,0<= 95.5 <=100,0	Gélinivité intrinsèque*
	Masse volumique (t/m³)* 1,9<= 2.3 <=2,4	Chaleur spécifique (Cal/g/deg C)* 0,1<= 0.21

Caractéristiques Elastiques	Caractéristiques de Comportement	Modes de dégradations
Module minimal (MPa)*	Loi N cycles admissibles (conc)* LCPC	Critères de Fatigue
Module fatigue (MPa)*	Résistance à la fatigue* forte	<input checked="" type="checkbox"/> Niveau de dommage (1)
Module nominal (MPa)*	Résistance au fluage* forte	<input type="checkbox"/> Niveau de dommage (2)
Module maximal (MPa)*	Résistance à la fissuration thermique* moyenne	<input checked="" type="checkbox"/> décroissance module
		Critères de Cisaillement
		<input type="checkbox"/> courbe en cloche
		<input type="checkbox"/> déformabilité du support

Enregistrer Annuler

Caractéristiques Economiques		Caractéristiques Intrinsèques		Caractéristiques Thermiques	
Coût min TTC (€)*	320	Liant	c10/20	Teneur en eau (%)*	1
Coût max TTC (€)*	400	Nature granulats*	silice	Lambda g (J/m².K)*	1.9
Unité de vente*	t	Teneur en liant (%)*	2,0<= 5.6 <=6,0	Lambda ng (J/m².K)*	1.9
		Compacité (%)*	70,0<= 95.5 <=100,0	Gélinivité intrinsèque*	0
		Masse volumique (t/m³)*	1,9<= 2.3 <=2,4	Chaleur spécifique (Cal/g/deg C)*	0,1<= 0.21 <=1,0

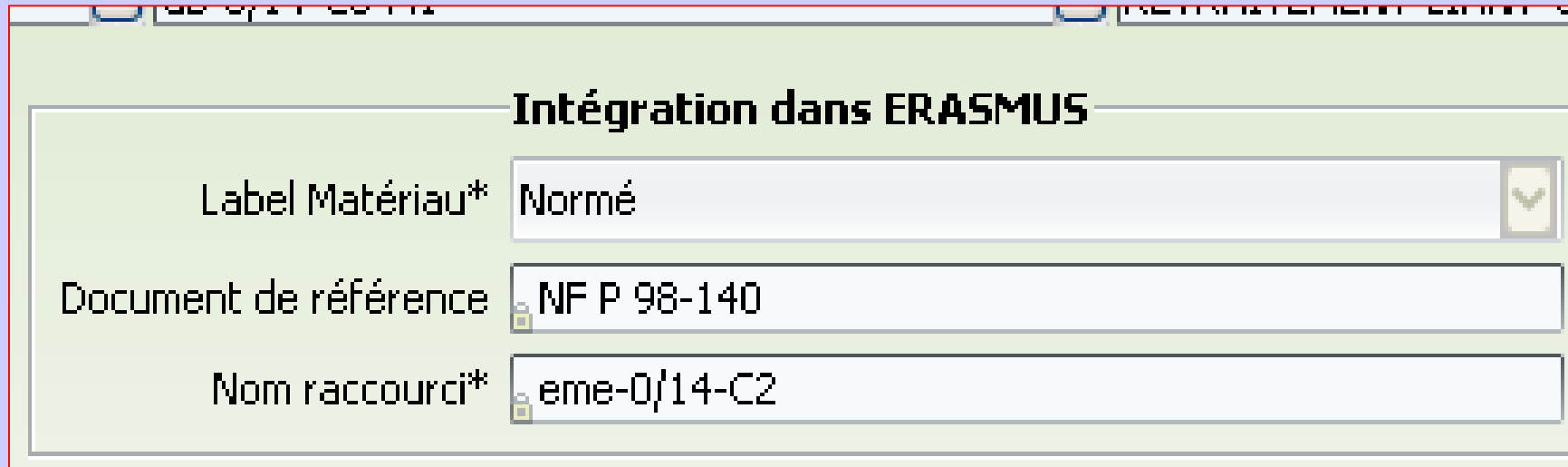
Caractéristiques Elastiques		Caractéristiques de Comportement		Modes de dégradations	
Module minimal (MPa)*	4 000	Loi N cycles admissibles (conc)*	LCPC	Critères de Fatigue	<input checked="" type="checkbox"/> Niveau de dommage (1) <input type="checkbox"/> Niveau de dommage (2)
Module fatigue (MPa)*	4 000	Résistance à la fatigue*	forte		<input checked="" type="checkbox"/> décroissance module
Module nominal (MPa)*	14 000	Résistance au fluage*	forte	Critères de Cisaillement	<input type="checkbox"/> courbe en cloche
Module maximal (MPa)*	20 000	Résistance à la fissuration thermique*	moyenne		<input type="checkbox"/> déformabilité du support

Coefficient de Poisson*	0.35				<input type="checkbox"/> déformabilité du support
Epsilon 6 (10-6)*	130				<input type="checkbox"/> état du support
Module nominal 10degC (MPa)*	1000,0<= 17 000 <=20000,0			Critères de fissuration thermique	<input checked="" type="checkbox"/> Etendue de fissuration
Kc (calage)*	0,2<= 1 <=2,0			Critères heuristiques	<input type="checkbox"/> Epaisseur mini si couche en dessous fissu...
Pente courbe fatigue*	0.2				
Dispersion loi fatigue*	0.25				
Variation liée à Fatigue*	Loi-p-2(M-sans-defaut, M-fatigue, domm...				
Variation liée à Cisaillement*	Loi-p-2(M-sans-defaut, M-min, dommage(co...				
Variation liée à FissTherm*	Loi-regression(M-sans-defaut, M-fatigue, %...				

Epaisseur min (cm)	7
Epaisseur max (cm)	13
Loi de choix d'épaisseur init	Base > roulement
% Noir Max (%)	0,0<= <=100,0
% Blanc Max (%)	0,0<= <=100,0
Trafic Max (PL/jour/sens)	0,0<= 10 000 <=10000,0
Travaux préparatoires	<input type="checkbox"/> griffage couche support <input checked="" type="checkbox"/> pose couche d'accrochage <input type="checkbox"/> pose couche d'étanchéité
Loi dispersion épaisseur*	SH=Loi-linéaire(1, 2.5, epaisseur)
Dispersion épaisseur (cm)*	0,0<= 1 <=10,0

Enregistrer Annuler

ERASMUS V5.3 et les variantes



Intégration dans ERASMUS

Label Matériau* Normé

Document de référence NF P 98-140

Nom raccourci* eme-0/14-C2

Importance du nom raccourci en minuscule et différent de l'appellation fiche technique ici :eme-0/14-C2

ERASMUS V5.3 variantes Applications

- **Cas 1** : Catalogue 98: PF3 TC5 VRNS
- Solutions avec EME2,GB4,GB3, Optima de SACER

CR	6BBSG3	6BBSG3	6BBSG3	6BBSG3
CB	8EME2	9GB4	10GB3	15 Optima
CF	7EME2	8GB4	10GB3	-----
module	14000	11000	9000	12500
epsilon6	130	100	90	110
Épaisseur cm	6+15	6+17	6+20	6+15

ERASMUS V5.3 variantes Applications

- Cas 2 : Catalogue 98 PF3 TC6 VRS

CR	6BBSGC3	6BBSGC3	6BBSGC3	6BBSGC 3	6BBSGC3
CB	11EME2	13EME2 recyclage	13GB4	15GB3	10 Colbase S
CF	12EME2	13EME recyclage	14GB4	16GB3	10 Colbase S
He	6+23	6+26	6+27	6+31	6+20

ERASMUS V5.3

Réhabilitation et les variantes

- Problème identique à celui des C.N.
- A court terme s'inspirer pour la définition des données du prochain Guide technique des renforcements des chaussées.
- Il est souhaitable d'effectuer avant de lancer la consultation une étude dite de renforcement comportant un minimum d'investigations.
- En principe le laboratoire qui effectuera l'étude modélise l'ancienne chaussée . Ce modèle figurera dans le RC et l'étude devra faire partie des pièces écrites .
- Le trafic ayant une grande importance sur les solutions, il faut éviter de fournir des données du style % PL 10% de la MJA.

Merci de votre attention

