



Erasmus, votre partenaire d'aide à la décision pour vos chaussées !

Le Stone Mastic Asphalt

Formulation normalisée

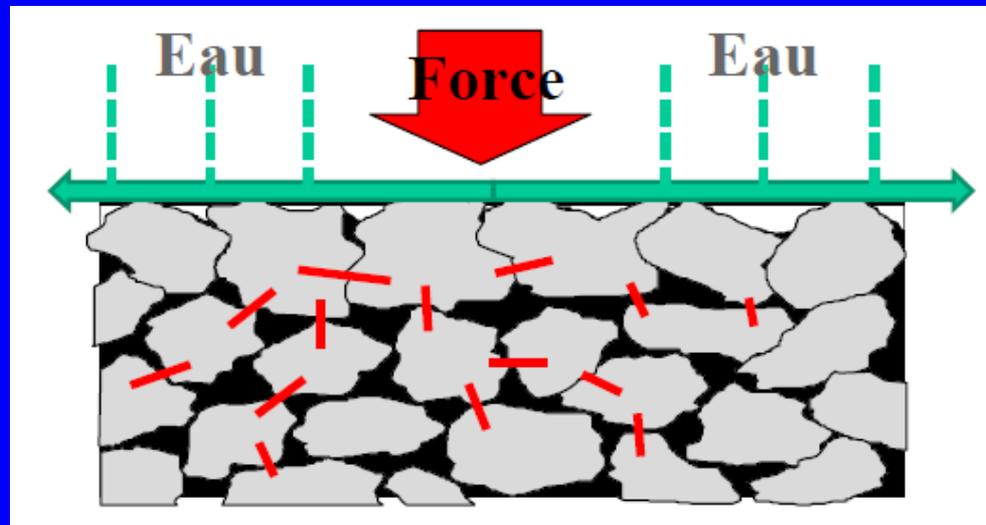
NF EN 13108-5

Principales caractéristiques du SMA

- Enrobé à granularité discontinue 0/10mm ou 0/6mm
- Avec: fort% de gros gravillons 75% > 2mm
- fort taux de filler 8 à 12% < 63 μ m
- fort taux de bitume 6,5%
- fibres de cellulose type Arbocel

Fonctionnement du SMA

- Fort blocage inter granulaire
- Forte cohésion dans le mortier
- Imperméabilité à l'eau



Objectifs des SMA

- Gravillons : adhérence, macrorugosité, tenue à l'orniérage
- Mastic : étanchéité, résistance au désenrobage, durabilité
- Fibres : fixateur du bitume
- Bon rapport qualité prix/durée de vie
- Coût supplémentaire compensé par gains de performance
- Bons résultats sur zone à trafic fort

Rôle des fibres de cellulose

« Fixateur » du liant

Augmentation de la teneur en bitume / Augmentation du module de richesse sans égouttage

Augmentation de la tenue à la fatigue

Augmentation de l'étanchéité

Maintien de la résistance à l'orniérage

➔ *Moindre vieillissement du liant*

« Rigidificateur » du liant

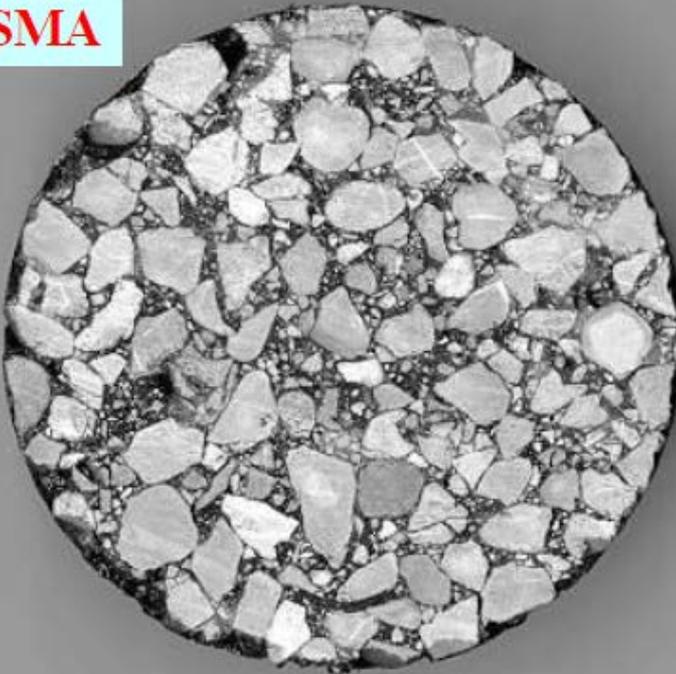
Modification indirecte de la pénétrabilité du liant

Stabilité de l'enrobé

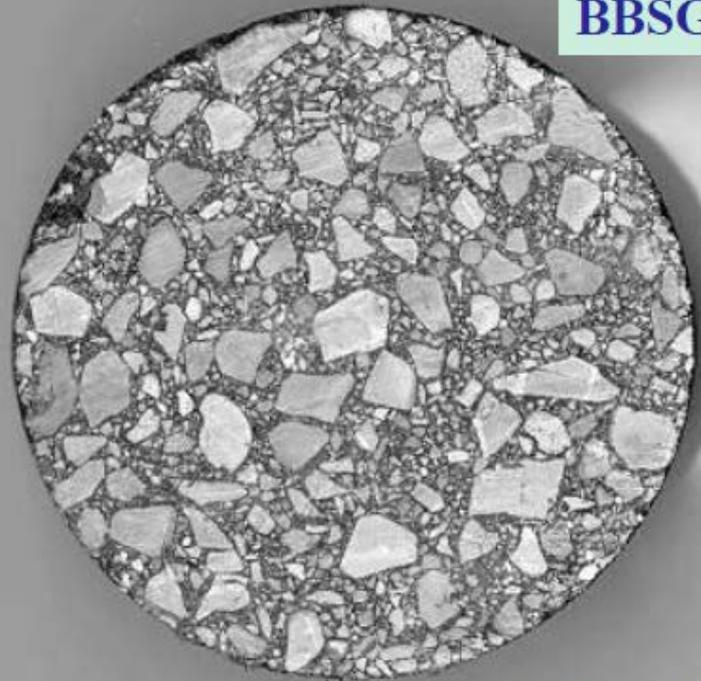


Comparison: SMA 0/11 vs BBSG 0/10

SMA

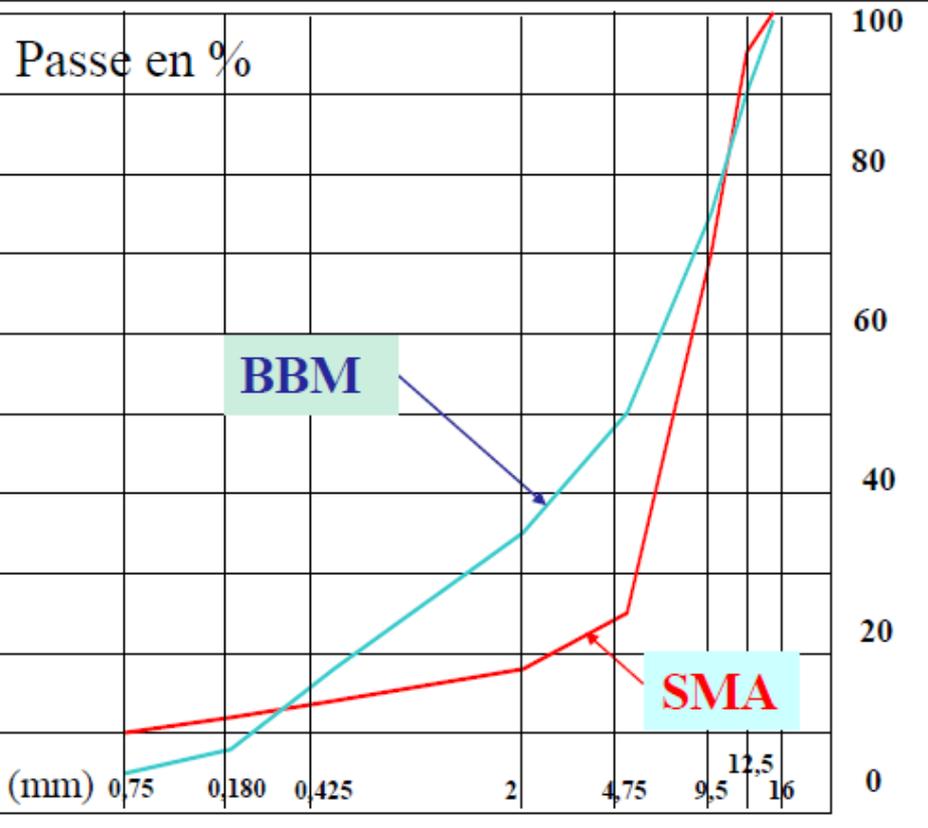
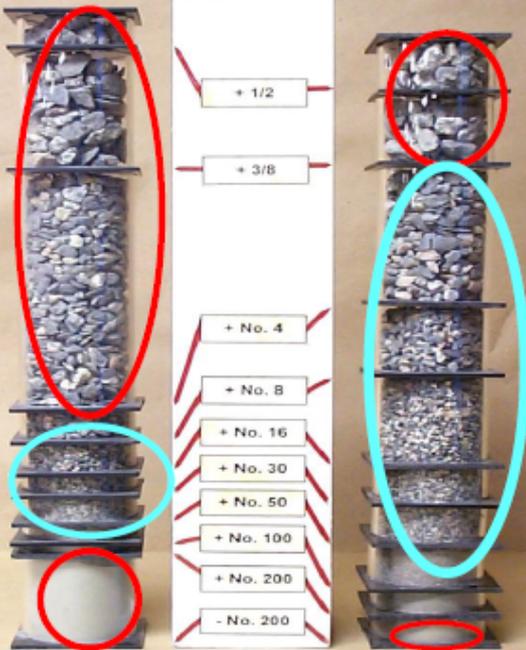


BBSG



SMA

BBM



Granulométrie 0/16 : Courbe comparées BBM (resserré) et SMA (plate)

Comparaison: BBM 0/10 vs SMA 0/11 S

BBM

- Formule discontinue
- Macrorugosité élevée (PMT > 1,0 mm)
- Epaisseur codifiée (2,5 - 3; 3 - 4)
- Formulation :
PCG, Duriez, Orniérage
- Pourcentage de vides minimal
- Bitume 35/50
- Module de richesse K = 3,4

SMA

- Formule faiblement discontinue
- Macrorugosité moyenne (PMT = 0,6 mm)
- Epaisseur plus étendue (2,5 – 5)
- Formulation :
Marshall
- Pourcentage de vides maximal
- Bitume 50/70 + fibres
- Module de richesse K = 3,9

Le SMA 0/10 version française



	BBTM 0/10	BBM 0/10 EB 10 roul 35/50 10 % AE 0/10	SMA 0/10 SMA 10 roul B83r	BBSG 0/10 EB 10 roul 50/70 10 % AE 0/10
% de passant à 16 mm	100,0	100,0	100,0	100,0
10	94,8	95,5	86,2	95,7
8	71,1	75,7	60,7	78,7
6,3	48,8	54,5	42,2	61,3
4	35,5	41,7	33,3	41,3
2	24,9	31,2	23,7	28,2
1	18,1	22,5	18,3	19,8
0,125	8,7	9,8	11,1	8,3
0,08	7,5	8,0	9,9	6,9
0,063	6,9	7,4	9,0	6,3
Fibres cellulose (ppc)			0,3	
% de Bitume	5,40	5,43	6,40	5,20
Module de richesse	3,41	3,42	3,90	3,35
% vides PCG C40	12,3	9,5	7,5	11,5
% vides PCG C60	10,7	7,5	5,7	9,9
Orniérage à 10.000 cycles (%)			4,6	5,3
Orniérage à 30.000 cycles (%)			5,2	5,9
% vides			6,7	7,4
Marshall fluage (mm)			6,0	
Marshall stabilité (kN)			13,2	

Avantages - Inconvénients

- Durée de service SMA: 15 à 25 à ramener à 12-15ans
- BBSG - BBTM 10 à 20ans
- BBDr 10 à 12ans
- En résumé : Très bonne durabilité
- Adhérence bonne
- Orniérage bon comportement
- Coût initial élevé

RD 1083 ERSTEIN (67) : Expérimentation d'enrobés SMA

Le contexte du chantier

RD1083, ex RN83, axe Nord-Sud bas-rhinois, 2x2 voies, parallèle à A35, malgré cela très fréquenté, en particulier par les PL qui évitent le réseau autoroutier allemand taxé

Trafic sur chaussée (sens N-S) : 22 000 v/j dont 2 130 PL (9,7%, TS).

Longueur: 500m

Largeur: 8.80m

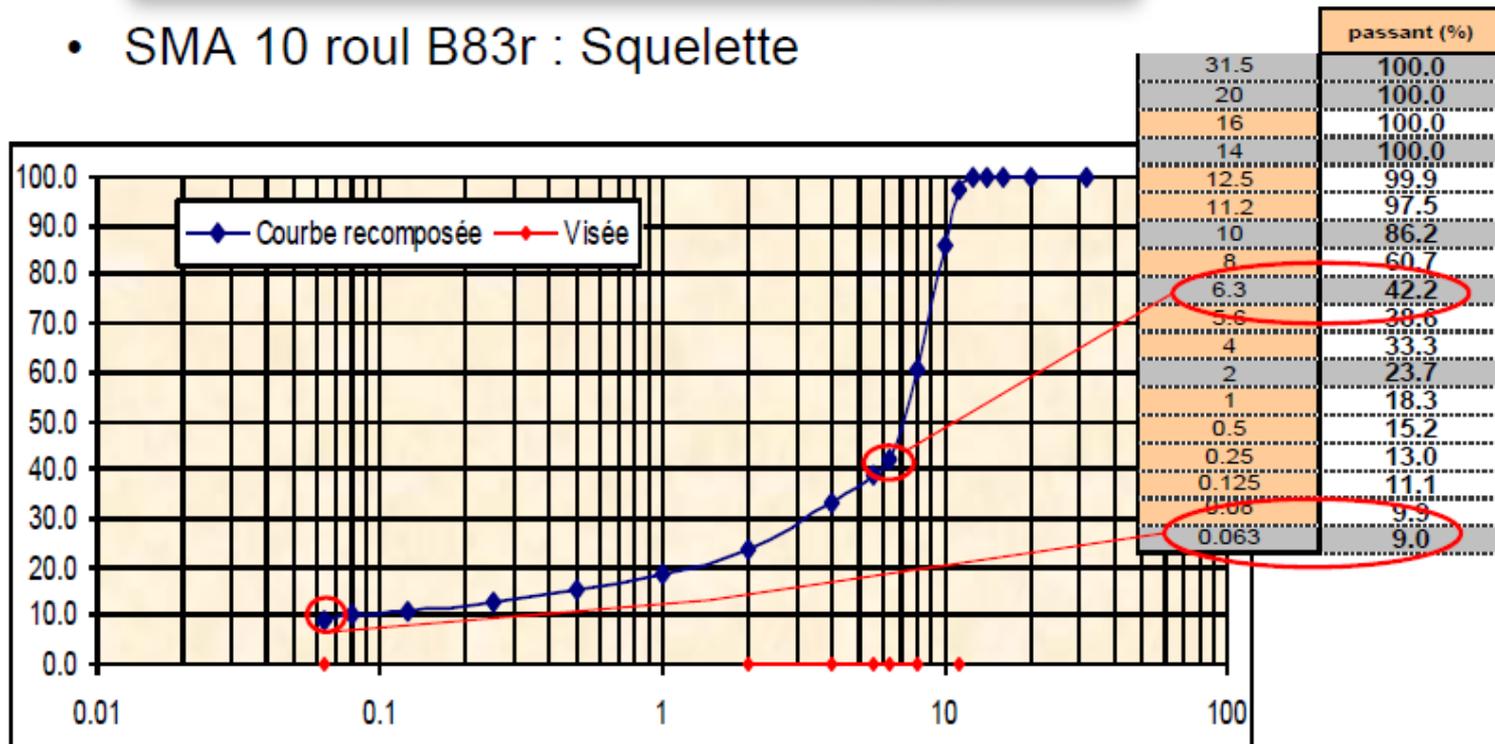
Support sain, une fissure longitudinale pontée

Couche de roulement existante: BBSG datant de 9 ans

Distance depuis le poste d'enrobage: env.25km

SMA sur RD 1083 Erstein (67)

- SMA 10 roul B83r : Squelette



Spécificités de fabrication : Un taux de filler d'apport élevé: 6.5%
Un dosage précis de fibres: 0.3%

Une fourchette de température de production réduite: 175°C à 180°C

EIFEACE

SMA sur RD 1083 Erstein

- SMA 10 roul B83r : résultats d'essais



	Etude EY-10-0477	Spécifications
PCG (NF EN 12697-31)	$V_{10} = 13.5 \%$ $V_{40} = 7.5 \%$	- -
Sensibilité à l'eau (NF EN 12697-12)	$i/C = 96 \%$	$i/C > 70 \%$
Orniérage (NF EN 12697-22)	$OR_{10\ 000} = 4.6 \%$ $OR_{30\ 000} = 5.2 \%$	$OR_{10\ 000} \leq 10 \%$ -
Marshall (NF EN 12697-34)	$\% \text{ de vides} = 4.5 \%$ $S = 13.2 \text{ kN}$ $F = 6.0 \text{ mm}$ $Q = 2.2 \text{ kN/mm}$	$3 \text{ à } 4 \%$ - - -

- Spécificités de mise en œuvre**

- Une couche d'accrochage au bitume modifié: 250 à 300g/m²
- Une mise en œuvre en pleine largeur avec deux finisseurs: vitesse env. 2.5m/min
- Un compactage avec deux cylindres type VT2 oscillo-vibrants: 2 passes en petite vibration

SMA sur RD 1083 Erstein

Contrôles de PMT



MESURE DE LA PROFONDEUR DE MACROTEXTURE

Norme NF EN 13036 -1

Etude : 2010-73-006 Date des essais : 30/09/2010
 N° d'intervention : 10-090
 Maître d'œuvre : Conseil Général du Bas-Rhin
 Chantier : RD 1083 – Erstein
 Section : PR 27 à 29 sens Strasbourg → Colmar

Nature du revêtement : SMA 0/10

VALEURS DE REFERENCE (CCTP) PMT moyenne / ligne \geq PMT spé. 0,6
PMT mini pour 2 valeurs consécutives \geq 0,4

Moyenne	Valeurs exprimées en mm	0,99	0,99
Mini		0,81	0,80
Ecart-Type σ		0,11	0,10
OBSERVATIONS:		Strasbourg, le 04/10/2010	
		pour le Chef du groupe chaussées	
		et par délégation	
		Le Chargé d'étude	
		<i>L. AUBRY</i>	
PRE-CH-73-12		IMP-02 du 21/11/2008	

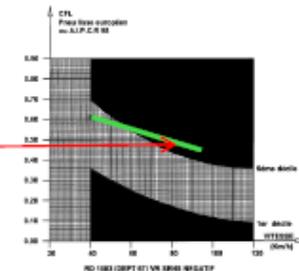
Adhérence

SMA sur RD 1083 Erstein : Mesures d'adhérence

CFL à 7 mois

(Mai 2011)

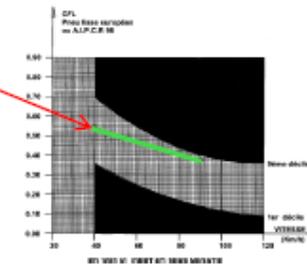
	Vitesse (km/h)	20	40	60	80	90	100	120
V	moyenne		0,610	0,550		0,460		
R	Ecart-type		0,015	0,059		0,013		
V	moyenne		0,540	0,470		0,380		
L	Ecart-type		0,035	0,015		0,015		



CFL à 13 mois

(Octobre 2011)

	Vitesse (km/h)	20	40	60	80	90	100	120
V	moyenne		0,610	0,530		0,440		
R	Ecart-type		0,005	0,014		0,021		
V	moyenne		0,530	0,470		0,410		
L	Ecart-type		0,021	0,012		0,019		



(LRPC Lille)

SMA sur RD 1083 Erstein (67)



Un compactage avec deux cylindres type VT2 oscillo-vibrants:
2 passes en petite vibration

SMA (technique intéressante)

- **Pourquoi ??**
- **Arguments favorables : sa durabilité!**
 - solutionne les Pb d'étanchéité
 - bonnes caractéristiques de surface
- **Inconvénients : Ne rentre pas dans le contexte de la culture routière française**
 - son coût initial élevé
- Demande des clients TWS démarchés par entreprises allemandes certaines Ent.françaises

SMA ERASMUS

- Deux fiches prototypes figurant dans E.TOOLS:
- SMA au bitume modifié ci-joint fac-similé
- SMA au bitume pur
- Un exemple d'application

SMA-0/10-BITUME-MODIFIE

Caractéristiques Economiques

Coût min TTC (€)	8.0	Coût max TTC (€)	11.0
Unité de vente	m2		

Caractéristiques Intrinsèques

Liant	c60/70	Nature granulats	silix
Teneur en liant (%)	6.4	Compacité (%)	96.0
Masse volumique (t/m³)	2.36		

Caractéristiques Thermiques

Teneur en eau (%)	1.0	Lambda g (J/m².K)	2.1
Lambda ng (J/m².K)	2.0	Géllivité Intrinsèque	0
Chaleur spécifique (Cal/g/deg C)	0.21		

Caractéristiques Elastiques

Module minimal (MPa)	1000.0	Module fatigue (MPa)	2000.0
Module nominal (MPa)	5400.0	Module maximal (MPa)	6000.0
Coefficient de Poisson	0.35	Epsilon 6 (10-6)	145.0
Module nominal 10degC (MPa)	7700.0	Kc (calage)	1.1
Pente courbe fatigue	0.2	Dispersion loi fatigue	0.43
Variation liée à Fatigue	Loi-p-2(M-sans-defaut, M-fatigue, dommage), entre M-min et M-sans-defaut	Variation liée à Cisaillement	Loi-p-2(M-sans-defaut, M-min, dommage)(couche-inférieure)
Variation liée à FissTherm	Loi-regression(M-sans-defaut, M-fatigue, % de fissuration thermique)		

Caractéristiques de Comportement			
Loi N cycles admissibles (conc)	LCPC	Résistance à la fatigue	forte
Résistance au fluage	forte	Résistance à la fissuration thermique	forte
Modes de dégradations			
Critères de Fatigue	Niveau de dommage (1)	Critères de Cisaillement	décroissance module
Critères de fissuration thermique	Etendue de fissuration	Critères heuristiques	Epaisseur mini si couche en dessous fissurée
Caractéristiques Industrielles			
Rôle fonctionnel	Couche de surface	Type de travaux	Pose d'une couche de roulement
Supports possibles	bb gb	Epaisseur min (cm)	4.0
Epaisseur max (cm)	4.0	Loi de choix d'épaisseur Init	Fonction croissante du trafic
Trafic Min (PL/jour/sens)		Trafic Max (PL/jour/sens)	2000.0
Travaux préparatoires	pose couche d'accrochage	Loi dispersion épaisseur	SH=Loi-linéaire(1, 2.5, épaisseur)
Dispersion épaisseur (cm)	1.0		
Caractéristiques de Surface			
Adhérence	bonne	Étanchéité	bonne
Atténuation du bruit	moyenne	Amélioration de l'uni	bonne
Intégration dans ERASMUS			
Label Matériau	Normé	Document de référence	EN 13108-5
Nom raccourci	ema-bit-modifie		

Application ERASMUS

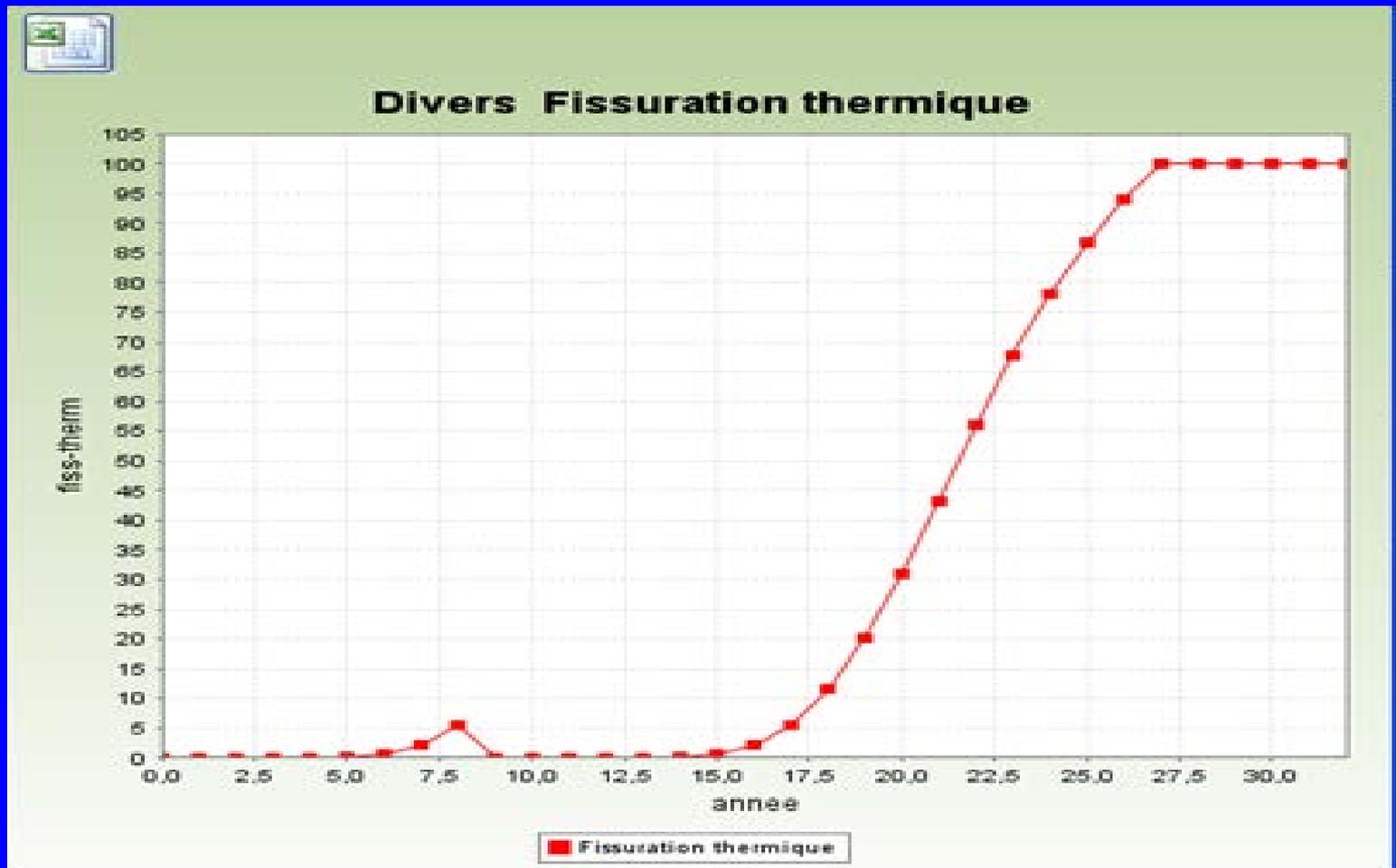
- Le fort dosage en bitume (possible grâce aux fibres)
- Le faible % de vides
- L'utilisation d'un bitume moins dur
- *Confère à ce type d'enrobé une meilleure résistance à la fissuration thermique* : ex

Enrobé ancien, très fissuré (23ans)

The screenshot displays a software interface with several panels:

- Climat:** Shows a sun icon and the location "Marseille".
- Trafic:** Includes a "Type de progression" dropdown, a "Taux d'accroissement à l'origine" input, and a truck icon with "2012" and "Voie 1 : 2700 PL/j".
- Structure:** Shows a cross-section of the road structure for "Voie 1" in 2013. The layers are:
 - BBSG-0/10-CLASSE-2 - 6,0 cm - 23 ans
 - BBSG-0/14-CLASSE-2 - 7,0 cm - 32 ans
 - GB3.5 - 15,0 cm - 32 ans
 - GRAVE-RECONSTITUEE-HUMIDIFIEE - 25,0 cm - 32 ans
 - Sol
- Essais: Voie 1:** Shows test results for "Déflexion" (45.35) and "Carottage" (??? ???).
- Dégradations: Voie 1:** Shows a list of degradation types for the year 2012:
 - Nids de poule
 - Faiencage sur BDR
 - Fissure longitudinale hors BDR
- Courant:** An empty panel.

Taux de fissuration d'origine Thermique(BBSG de surface 23ans)

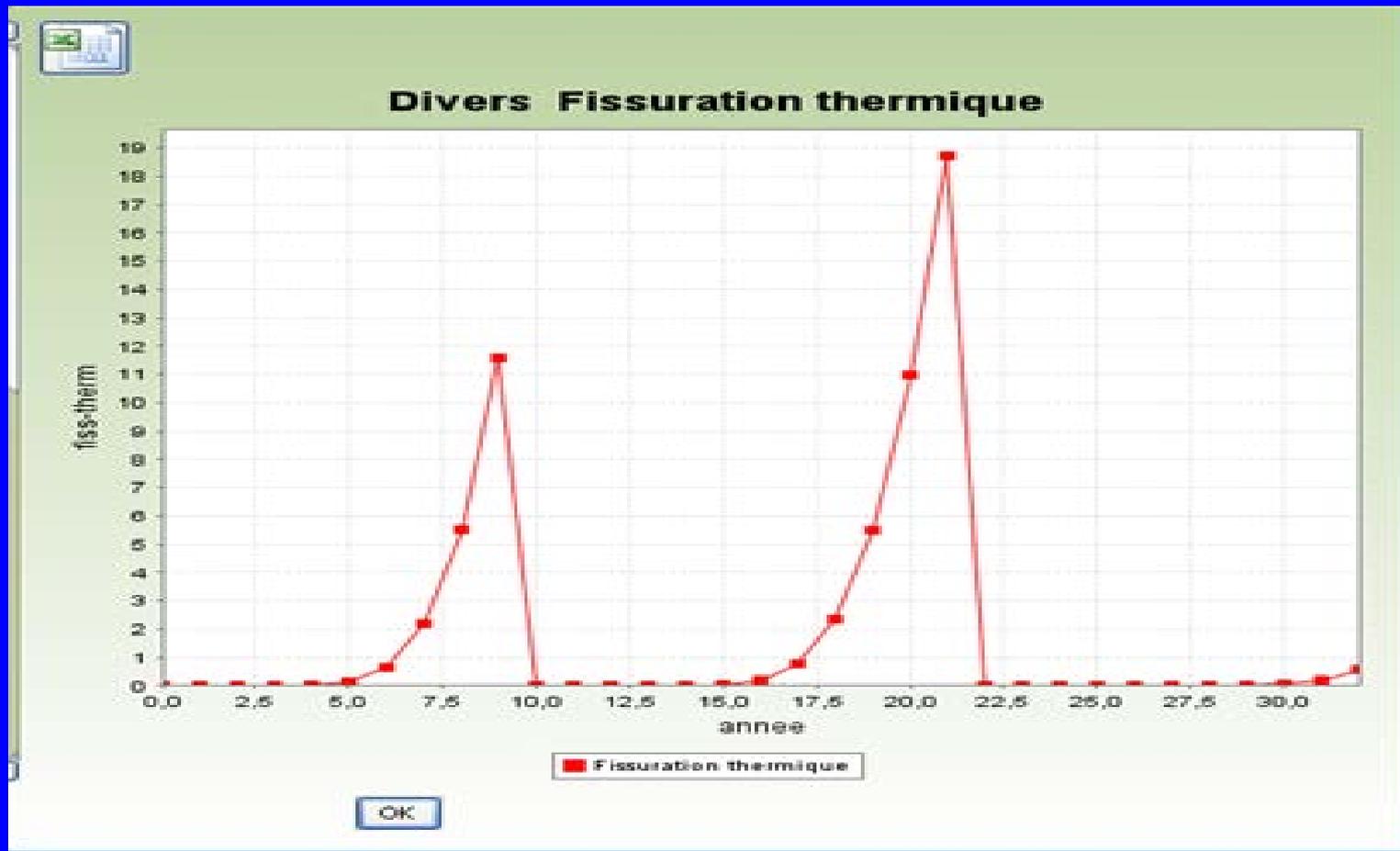


Rechargement de la structure précédente par un SMA à 10ans

The screenshot displays a software interface with several panels:

- Climat:** Shows a sun icon and the location "Marseille".
- Trafic:** Includes a "Type de progression" dropdown, "Taux d'accroissement à l'origine" input, and a truck icon with "2012" and "Voie 1 : 270".
- Essais: Voie 1:** Contains two test icons: "Déflexion" (with values 45 35 and ??? ???) and "Carottage".
- Dégradations: Voie 1:** Shows "Année du relevé" as 2012 and three degradation icons: "Nids de poule", "Faiencage sur BDR", and "Fissure longitudinale hors BDR".
- Structure:** A central panel for the year 2013, titled "Voie 1", showing a cross-section of road layers:
 - SMA-0/10-BITUME-PUR - 4,0 cm - 10 ans
 - BBSG-0/14-CLASSE-1 - 6,0 cm - 22 ans
 - BBSG-0/14-CLASSE-2 - 7,0 cm - 32 ans
 - GB3.5 - 15,0 cm - 32 ans
 - GRAVE-RECONSTITUEE-HUMIDIFIEE - 25,0 cm - 32 ans
 - Sol
- Courant:** An empty panel at the bottom right.

Taux de fissuration d'origine Thermique(SMA bitume pur 10ans)



Conclusions

- Cette technique très peu ou pas utilisée en France :
- assure une très bonne étanchéité ,
- avec des caractéristiques de surface de bon niveau
- *Remarque* : la mise en œuvre d'un « super parapluie » pour éviter les infiltrations à partir de la surface n'est pas suffisant, il faut traiter le problème en amont :
 - en vérifiant l'efficacité du drainage interne ,
 - en effectuant les travaux d'assainissement nécessaires