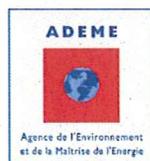
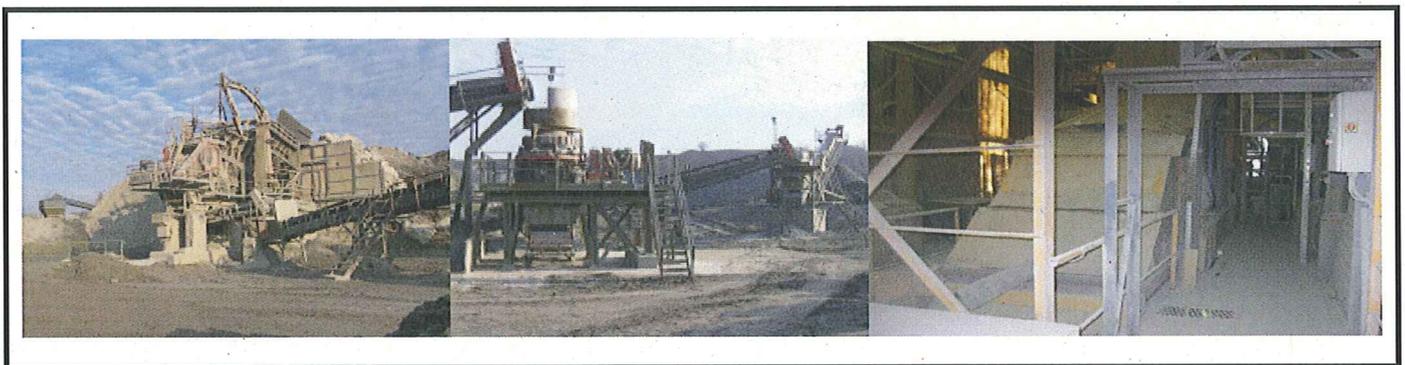


GUIDE TECHNIQUE POUR L'UTILISATION DES MATERIAUX ALTERNATIFS DE BOURGOGNE

LES CO-PRODUITS DE CARRIERES

Les Enduits Superficiels d'Usure (ESU) de
petites granularités :
Monocouche 2/4 et Monocouche Double
Gravillonnage 4/6-2/4



Sommaire

I. INTRODUCTION	3
II. OBJECTIF DES EXPERIMENTATIONS	5
III. DOMAINES ET PRECAUTIONS D'EMPLOI.....	5
A. CARACTERISTIQUES GEOTECHNIQUES DES GRAVILLONS 2/4 ET 4/6 :.....	5
1. Rappel des normes de références	5
2. Spécifications complémentaires du guide	5
3. Spécifications relatives à l'adhésivité liant/gravillons	6
B. ESU MONOCOUCHE 2/4	6
C. ESU MONOCOUCHE DOUBLE GRAVILLONNAGE 4/6 – 2/4	6
D. SPECIFICATIONS RELATIVES AUX MISES EN ŒUVRE : LIANTS ET GRAVILLONS	6
IV. DESCRIPTION DES EXPERIMENTATIONS REALISEES.....	7
A. LES PLANCHES EXPERIMENTALES :	7
B. LES SUIVIS DES PLANCHES EXPERIMENTALES :	9
1. L'ensemble des mesures de suivi	9
2. La macrotecture	10
3. Les mesures acoustiques.....	11
REFERENCES	12
SITES INTERNET	12
V. ANNEXES	13
A. GLOSSAIRE	13
B. GISEMENT RETOURS QUESTIONNAIRE VOLUME ANNUEL MATERIAUX FATALS DEGAGES	14
C. AIDE A LA REDACTION DES MARCHES	15
D. FICHE SYNTHETIQUE ESU M 4/6 ET MDG 4/6-2/4.....	19

I. INTRODUCTION

L'exploitation raisonnée des gisements de granulats naturels, et plus particulièrement des co-produits de carrière, est un enjeu qui s'inscrit durablement dans les politiques publiques initiées par le Grenelle de l'Environnement, tant sur l'aspect environnemental que sur l'aspect économique.

Les objectifs de l'utilisation de ces matériaux sont multiples :

- La promotion de l'emploi d'un matériau régional,
- La valorisation des ressources dites alternatives, mal connues ou peu utilisées, mais disponibles,
- La contribution à la préservation des ressources naturelles traditionnelles,
- La diminution de l'impact et du coût des processus de fabrication et de transport,
- La préservation de l'environnement,
- La dynamisation de l'économie locale.

Le guide des matériaux alternatifs de Bourgogne « Co-produits de carrière – Enduits Superficiels d'Usure de petites granularités » s'inscrit pleinement dans ce schéma d'orientation.

Les granulats naturels de petite granularité : des produits élaborés sous-utilisés

Le développement des formules d'enrobés discontinues, comme les enrobés drainants, par exemple, ou les bétons bitumineux minces, qui comportent une discontinuité de leur courbe granulométrique, favorise la production et la mise en stock définitive de certaines classes (ou coupures) granulaires, essentiellement de la coupure 2/4 mm pour les carrières éruptives.

Ces coupures sont dénommées produits fatals, car elles sont obligatoirement générées au cours du processus d'élaboration par concassage des granulats (cf. synoptique ci-dessous).

Les granulats naturels, élaborés à l'issue de 3 cycles de concassage/criblage, puis lavés, possèdent une empreinte carbone conséquente et un coût de fabrication relativement élevé. Il est donc essentiel d'optimiser l'utilisation de ces matériaux élaborés et de tendre vers leur plein emploi.

Les objectifs du guide technique ESU de petites granularités :

- La préservation de la ressource naturelle par l'optimisation de l'utilisation des co-produits de carrière,
- La réduction de l'impact des processus de fabrications des granulats tertiaires,
- La validation et la diffusion de techniques d'ESU de petites granularités utilisant des coupures granulaires 2/4 mm et 4/6 mm.

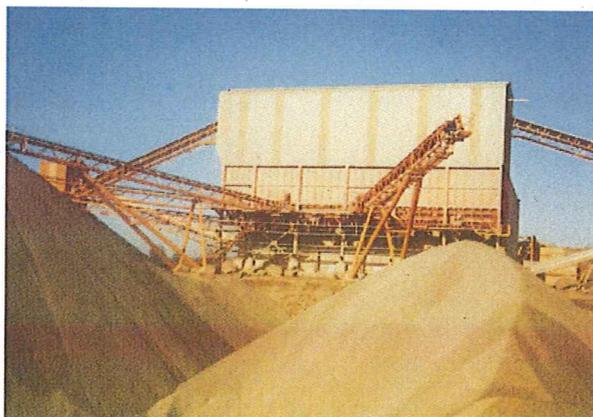


Figure 1 : Carrière de roche massive Moulin Neuf

Production de produits routiers en roches éruptives

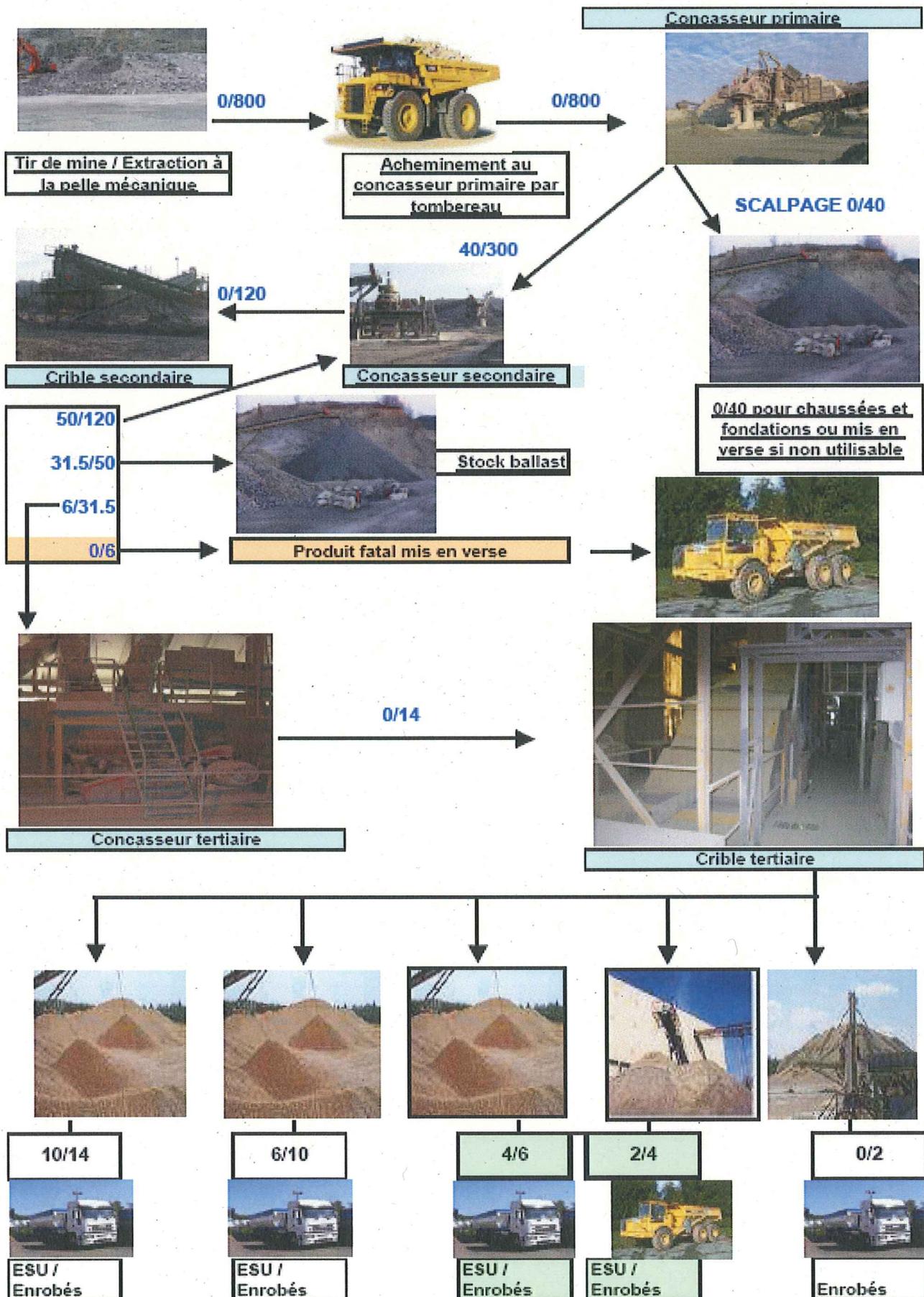


Figure 2 : Synoptique de production de granulats naturels à usage routier en roche massive

II. OBJECTIF DES EXPERIMENTATIONS REALISEES

Plusieurs expérimentations ont été menées en utilisant des granulats tertiaires 2/4 et 4/6 mm, granulats ne dérogeant pas par leurs caractéristiques intrinsèques aux exigences normatives de la NF P 18-545, mais n'étant quasiment pas utilisés en techniques d'ESU.

Ces expérimentations ont pour objectif de :

- mettre au point des structures d'ESU utilisant des gravillons concassés de petites granularités (2/4 et 4/6 mm), provenant d'excédents tertiaires de carrières de roches éruptives de Bourgogne,
- réaliser des structures d'ESU satisfaisantes dans le temps en terme de tenue mécanique, de texture superficielle et d'imperméabilisation de la surface de chaussée,
- suivre l'ensemble des performances de ces structures afin d'identifier d'autres éventuels avantages à leur utilisation.

Empreinte environnementale :

L'empreinte carbone d'une carrière produisant un ou plusieurs coproduits(s) est aujourd'hui évaluée de manière globale. Elle tient notamment compte de la mise en dépôt de ces coproduits lorsqu'ils ne sont pas commercialisés. Leur vente et donc leur utilisation n'entraîne pas de dépense énergétique supplémentaire (le coût carbone du chargement compense le coût carbone du transport nécessaire à la mise en dépôt).

Par ailleurs, l'empreinte carbone de la carrière concernée est plus faible, si elle est évaluée, à la tonne commercialisée.

III. DOMAINES ET PRECAUTIONS D'EMPLOI des ESU de petites granularités

A. Caractéristiques géotechniques des gravillons 2/4 et 4/6 mm

1. Rappel des normes de référence

- Les gravillons 4/6 et 2/4 mm utilisés pour la réalisation d'enduits superficiels d'usure doivent être conformes à la norme **NF EN 13043** «Granulats pour mélanges hydrocarbonés et pour enduits superficiels utilisés pour la construction des chaussées, aérodromes et d'autres zones de circulation » appropriée à l'emploi envisagé et donc à la performance requise.
- **NF P 18 545** « Granulats – Eléments de définition, conformité et codification » - Article 8 : Granulats pour chaussées - couches de roulement utilisant des liants hydrocarbonés – Gravillons Code B II (Ang1 pour 4/6 mm)
- **NF EN 12271** « Enduits superficiels : Spécifications ».

2. Spécifications

Spécifications attendues pour les gravillons 4/6 et 2/4 :

- **Gravillons bien calibrés, propres et secs,**
- **Aplatissement < 20 % (concernant la granulométrie 4/6)**
- **Propreté < 0,5 %**

(Une attention particulière devra être portée sur la teneur en eau des granulats, du fait du faible dosage en liant des formules. A titre informatif, les valeurs constatées dans le cadre des contrôles des gravillons approvisionnés pour les expérimentations n'excédaient pas 3%).

3. Spécifications relatives à l'adhésivité liant/gravillon (conformément à la NF EN 12 271) :

- Adhésivité globale $\geq 90 \%$
- Adhésivité active $\geq 90 \%$

B. ESU Monocouche 2/4 mm

Dosage cible gravillons 2/4 : 5 l/m²

Dosage cible liant : de 0.8 à 1.0 Kg/m² de liant anhydre de viscosité moyenne

A pondérer en fonction des caractéristiques du support, du trafic, du climat, du tracé et de la période de réalisation.

En tout état de cause, il convient de limiter cette formulation aux caractéristiques suivantes :

- Trafic : **limité à T₃ -**
- Profil en long : **pas d'effort tangentiel important**
- Support : **pas de ressuage ni de support trop rugueux, non poinçonnable et homogène**
- Epoque de réalisation : **de mai à août**

C. ESU Monocouche Double Gravillonnage 4/6 - 2/4 mm

Dosage cible gravillons 4/6 et 2/4 : respectivement 5 et 3 l/m²

**Dosage cible liant : 1.3 kg/m² d'émulsion modifiée
de 0.9 à 1.1 kg/m² de liant anhydre de viscosité moyenne**

A pondérer en fonction des caractéristiques du support, du trafic, du climat, du tracé et de la période de réalisation.

Les limites de cette formulation sont les suivantes :

- Trafic : **limité à T₃ -**
- Support : **non poinçonnable et homogène, pas de ressuage.**
- Epoque de réalisation : **de mai à août**

D. Spécifications relatives aux mises en œuvre : Liants et Gravillons

Caractéristiques d'épandage des gravillons :

- * précision de dosage en gravillons : $\leq \pm 10 \%$
- * répartition transversale en gravillons : $\leq 10 \%$

Caractéristiques d'épandage du liant :

- * précision dosage en liant : $\leq \pm 5 \%$
- * répartition transversale du liant : $\leq 10 \%$

(Seuils extraits de la norme NF EN 12271 "Enduits Superficiels : Spécifications").

IV. DESCRIPTION DES EXPERIMENTATIONS REALISEES

A. Les planches expérimentales

Ces expérimentations ont été mises en oeuvre par l'Entreprise TRACYL (Groupe EUROVIA) sur les RD5, 34 et 124 du département de la Nièvre, dans le cadre des travaux d'entretien programmés par le Conseil Général de la Nièvre (CG58). Elles ont été conduites par le CETE de Lyon – Départements Laboratoire d'Autun – sous la responsabilité technique du SETRA.

Deux planches contiguës d'ESU d'au moins 400 m de longueur chacune ont été réalisées sur les RD 5, RD 34 et RD 124, en technique Monocouche (M) 2/4 mm et Monocouche Double Gravillonnage 4/6-2/4 mm (MDG), et avec en témoin pour les deux premières RD un Monocouche Double Gravillonnage 6/10-4/6 mm (MDG).

Planches expérimentales	Types d'enduits	CG	Route	PR Début	PR Fin	Classe de trafic	Configuration / Travaux préparatoires
RD5	M 2/4	58	RD5	5+600	6+000	T5	Hors agglomération Largeur chaussée 6.00 m Travaux préparatoires BBSG 0/10
	MDG 4/6-2/4			5+200	5+600		
	Témoin MDG 6/10-4/6			Avant et après les planches expérimentales			
RD34	M 2/4	58	RD34	35+915	36+515	T3-	Hors agglomération Largeur chaussée 6.00 m Travaux préparatoires GB 0/14
	MDG 4/6-2/4			35+315	35+915		
	Témoin MDG 6/10-4/6			Avant et après les planches expérimentales			
RD124	MDG 4/6-2/4	58	Traverse de Millay	7+420	7+720	T5	Section en traverse de village. Travaux préparatoires : reprise d'1 tranchée et 1 purge

Tableau 1 : Caractéristiques des planches expérimentales

Les valeurs de propreté et d'aplatissement constatées sur les gravillons prélevés sur les approvisionnements des chantiers sont les suivantes :

Chantiers	Granulométries	Propreté (%)	Aplatissement (%)
RD5	2/4	0.6	N.A
	4/6	0.6	16.7
RD34	2/4	0.6	N.A
	4/6.3	0.3	19.2
RD124	2/4	0.6	N.A
	4/6.3	0.3	15.8

Tableau 2 : Vérifications des gravillons utilisés pour les chantiers de référence

(N.A : Non Applicable)

Les valeurs des dosages de gravillons et de liants préconisés et constatés sur chantier sont les suivants :

Chantiers	Types d'enduits	Types de liants	Dosages (préconisés et (constatés))			
			2/4 (l/m ²)	4/6 (l/m ²)	6/10 (l/m ²)	Liant (kg/m ²)
RD5	M 2/4	Liant anhydre	5 (4.2)	–	–	0.8 à 0.9 (0.9)
	MDG 4/6-2/4		3 (2.8)	5 (-)	–	0.9 à 1 (1)
	Témoin MDG 6/10-4/6		–	5	7	1.6
RD34	M 2/4	Liant anhydre	5 (5)	–	–	0.8 à 0.9 (1)
	MDG 4/6-2/4		3 (3.5)	5 (4)	–	0.9 à 1 (1.1)
	Témoin MDG 6/10-4/6		–	5	7	1.6
RD124	MDG 4/6-2/4	Emulsion modifiée	3 (3)	5 (4)	–	1.3 (1.3)

Tableau 3 : Dosages des matériaux utilisés pour les planches expérimentales

Les gravillons éruptifs employés provenaient des carrières de Pont de Colonne (RD5), et de Moulin Neuf (RD34 et 124) exploitées par l'Entreprise Granulats Bourgogne Auvergne (Filiale LAFARGE). Ils étaient résistants, peu polissables, bien calibrés, de bonne forme, anguleux, propres et secs, donc parfaitement aptes et normativement conformes à une utilisation en ESU.

Le même liant anhydre fluxé aux fluxants d'origine végétale a été employé pour les RD5 et 34, le bitume étant modifié par un élastomère de synthèse réticulé.

L'émulsion modifiée par un élastomère de synthèse réticulé a été employée pour le chantier de la RD 124.

La spécificité des structures d'ESU testées a nécessité une adaptation des réglages de l'atelier de répandage (sans modification du matériel).



Figure 3 : CG 58 – RD 5 Mise en œuvre juin 2008

Les faibles dosages en liant retenus, ainsi que les granulométries 4/6 et 2/4 mm utilisées ici, nécessitent une vigilance particulière concernant les bons réglages des matériels de mise en œuvre. Une validation systématique du respect de ces dosages doit être réalisée sur les premiers mètres des travaux (dosage et répartition transversale du liant / dosage des gravillons).

B. Les suivis des planches expérimentales

Les suivis de ces chantiers ont été pilotés par le SETRA, et réalisés par le DL Autun. En complément des états avant travaux, et des essais réalisés en contrôle au cours des chantiers, ces suivis ont été programmés à 1 an, 2 ans et 3 ans. Ils se basent essentiellement sur les états visuels des sections, et les valeurs de macrotexture PMT. Ils ont été complétés pour le premier chantier de la RD 5 par des mesures acoustiques (méthode de mesure au passage VI/VI).

1. L'ensemble des mesures de suivi

Le suivi technique effectué à 1,2 et 3 ans sur le chantier de la RD5 permet de mettre en évidence un état de surface homogène, sans dégradation ni déformation, un niveau de macrotexture satisfaisant, mais également un niveau sonore intéressant.

Les suivis techniques effectués à 1 et 2 ans sur les chantiers des RD 34 et 124 permettent de constater des résultats similaires, en termes de tenue mécanique et de texture superficielle.

Les résultats des mesures réalisées sont présentés dans le tableau ci-dessous :

Chantiers	Types d'enduits	Mesures	Suivis			
			Point zéro	1 an	2 ans	3 ans
RD5 (2008)	M 2/4	PMT (mm)	1.10	0.89	0.89	0.96
		Etat visuel	Ss objet	Pas de dégradations	Pas de dégradations	Pas de dégradations
		Mesures acoustiques	75.4 dB(A)	—	—	73.9 dB(A)
	MDG 4/6-2/4	PMT (mm)	1.35	1.12	1.16	1.22
		Etat visuel	Ss objet	Pas de dégradations	Pas de dégradations	Pas de dégradations
		Mesures acoustiques	78.1 dB(A)	—	—	73.1 dB(A)
	Témoins MDG 6/10-4/6	PMT (mm)	—	1.71	1.78	1.79
		Etat visuel	Ss objet	Pas de dégradations	Pas de dégradations	Pas de dégradations
		Mesures acoustiques	80.7 dB(A)	—	—	80.1 dB(A)
RD34 (2009)	M 2/4	PMT (mm)	0.7	0.89	0.92	Ss objet
		Etat visuel	Ss objet	Pas de dégradations	Pas de dégradations	Ss objet
	MDG 4/6-2/4	PMT (mm)	1.05	1.26	1.28	Ss objet
		Etat visuel	Ss objet	Pas de dégradations	Pas de dégradations	Ss objet
	Témoins MDG 6/10-4/6	PMT (mm)	—	1.61	1.75	Ss objet
		Etat visuel	Ss objet	Pas de dégradations	Pas de dégradations	Ss objet
RD124 (2009)	MDG 4/6-2/4	PMT (mm)	—	0.93	1.00	Ss objet
		Etat visuel	Ss objet	Pas de dégradations	Pas de dégradations	Ss objet

Tableau 4 : Mesures des suivis des planches expérimentales

2. La macrotexture

Les différentes valeurs de PMT mesurées sur les planches de référence réalisées sont conformes aux spécifications de la Circulaire n° 2002-39 du 16 mai 2002 relative à l'adhérence des couches de roulement neuves et au contrôle de la macrotexture de la Direction des routes.

En effet, dans le cas de milieu urbain et périurbain, où la vitesse autorisée est de 90 km/h, les spécifications définies sont les suivantes :

PMT Spécif. ≥ 0.6 mm

PMT Mini ≥ 0.4 mm



Figure 4 : Mesures PMT de la RD 5 MDG 4/6-2/4



Figure 5 : Mesures PMT de la RD 5 M 2/4

REFERENCES

- Guide Technique – Enduits Superficiels d'Usure – SETRA – LCPC Ed. 1995.
- Note d'information CFTR n°9 – Décembre 2004 – « Validation des guides techniques régionaux », B. Dailly (CG 93), C. Drouaux et P. Dupont (SETRA), Y. Fourment (RMC), D. Gandille (Guintoli), H. Goacolou (Eurovia), M. Kergoet (LREP Melun), V. Ledee (LCPC), F. Leroy (GSM), Jacques Pereme (CTPL), V. Rellier (Eurovia), B. Roussel (LRPC Blois), J. Vecoven (Holcim).
- AFNOR - NF EN 13043 : « Granulats pour mélanges hydrocarbonés et pour enduits superficiels utilisés dans la construction des chaussées aérodromes et d'autres zones de circulations » Aout 2003.
- AFNOR - NF P 18-545 « Granulats – Eléments de définition, conformité et codification » de Septembre 2011.
- AFNOR - NF EN 12271 : « Enduits superficiels : Spécifications » Juillet 2007.
- Carte géologique simplifiée de la Bourgogne – Site internet Pierre de Bourgogne.
- Circulaire n° 2002-39 du 16 mai 2002 relative à l'adhérence des couches de roulement neuves et au contrôle de la macrotexture - Direction des routes – NOR : EQUR0210090C.
- AFNOR - NF EN ISO 11819-1 : « Mesurage de l'influence des revêtements de chaussées sur le bruit émis par la circulation - Acoustique – Partie 1 : méthode statistique au passage » Mars 2002.

SITES INTERNET

- <http://www.ademe.fr/>
- <http://www.cete-lyon.developpement-durable.gouv.fr/>
- <http://www.bourgogne.developpement-durable.gouv.fr/>
- <http://www.frtpbourgogne.com/>
- http://www.unicem.fr/lunicem/les_unions_regionales/bourgogne
- <http://www.unpg.fr/>
- <http://www.setra.equipement.gouv.fr/>
- <http://www.idrim.com/>
- <http://www.afnor.org/>

V. ANNEXES

A. GLOSSAIRE

- A**
- **ADEME** : Agence De l'Environnement et de la Maîtrise de l'Energie
- C**
- **CETE de LYON DLAutun** : Centre d'Etudes Techniques de l'Equipement de LYON – Département Laboratoire d'Autun
 - **Classe granulaire (ou coupure granulaire)** : désignation des granulats en termes de dimension inférieure (d) et supérieure (D) de tamis, exprimée en d/D
 - **CFTR** : Comité Français pour les Techniques Routières
 - **CG** : Conseil Général
- D**
- **DREAL Bourgogne** : Direction Régionale Bourgogne de l'Environnement, de l'Aménagement et du Logement
- E**
- **ESU** : Enduit Superficiel d'Usure
- F**
- **Fines** : fraction granulaire passant au tamis de 0,063 mm
 - **F RTP Bourgogne** : Fédération Régionale des Travaux Publics de Bourgogne
- G**
- **Granularité** : distribution dimensionnelle des grains exprimée en pourcentage de masse passant au travers d'un ensemble spécifié de tamis
 - **Granulat** : matériau granulaire utilisé dans la construction. Un granulat peut-être naturel, artificiel ou recyclé
 - **Granulat naturel** : granulat d'origine minérale n'ayant subi aucune transformation autre que mécanique
 - **Gravillon** : désignation des classes granulaires de grande dimension, pour laquelle D est \leq à 45 mm et d \geq à 2 mm
- I**
- **IDRRIM** : Institut des Routes, des Rues et des Infrastructures pour la Mobilité
- M**
- **M** : Enduit Monocouche
 - **MDG** : Enduit Monocouche Double Gravillonnage
- S**
- **SETRA** : Service d'Etudes sur les Transports, les Routes et leurs Aménagements

U

- **UNICEM** : Union Nationale des Industries de Carrières Et Matériaux de construction
- **UNPG** : Union Nationale des Producteurs de Granulats

P

- **PMT** : Profondeur Moyenne de Texture (en mm)
- **PR** : Point repère

B. GISEMENT

Retours questionnaire volume annuel matériaux fatals dégagés

Volume annuel de matériaux fatals dégagés en activité normale			
Dép.	Fraction	Tonnage	Type
21 Côte d'Or	2/4	30000	Gravillons tertiaires
58 Nièvre	2/4	30000	Gravillons tertiaires

Tableau 5 : Retours questionnaires UNICEM B-FC sur les invendus 2010 en carrières bourguignonnes

ELEMENTS d'AIDE A LA REDACTION DES MARCHES

CHAPITRE I : DESCRIPTION DE L'OUVRAGE

Article 1-1 Consistances des travaux

Article 1-2 Description des travaux

Les types d'enduits sont les suivants :

- Enduit monocouche M 2/4,
- Enduit monocouche double gravillonnage MDG 4/6, 2/4.

Article 1-3 Spécifications techniques réglementaires

La réalisation des enduits se fera conformément aux spécifications de la norme NF EN 12271, pour ce qui concerne en particulier :

- Les classes de performances des enduits, de leurs constituants et du matériel d'application,
- La réalisation des planches test pour essais de type initiaux (TAIT) en fonction des niveaux de trafic,
- La maîtrise de la production (FPC) et la certification du marquage CE des matériaux.

CHAPITRE II : NATURE, PROVENANCE ET PREPARATION DES MATERIAUX

Article 2-1 Liant

Selon les sections, le liant sera soit un liant anhydre de viscosité moyenne, soit une émulsion de bitume moyennement modifiée. Ces liants seront conformes à la norme NF EN 15322 ou NF EN 13808.

Pour chacun des types de liants, l'entrepreneur en soumettra la provenance au maître d'œuvre. De plus, il remettra une fiche de caractérisation et d'utilisation établie par le fabricant.

Les liants proposés par les entreprises titulaires doivent répondre aux caractéristiques demandées précédemment et être conformes à celles des fiches techniques ou des avis techniques concernant les liants. (Si les caractéristiques indiquées sur ces fiches techniques ou avis techniques sont supérieures à celles demandées au CCTP, elles seront alors prises comme références lors des contrôles).

Article 2-2 Granulats :

Les granulats devront être conformes à la norme NF P 18-545, et répondront à la catégorie suivante :
BII – Ang1

Enduit monocouche M :

Les gravillons pour enduits superficiel monocouche simple gravillonnage seront de granularité 2/4.

Enduit monocouche double gravillonnage MDG :

Les gravillons pour enduits superficiel monocouche double gravillonnage seront de granularité 4/6, 2/4.

Article 2-3 Dope d'adhésivité :

Le dope d'adhésivité sera fourni par l'entrepreneur qui devra soumettre sa provenance au maître d'œuvre et apporter toutes les justifications permettant d'identifier les produits approvisionnés sur le chantier.

L'ajout du dope directement (sans dispositif assurant l'homogénéité du mélange) dans la cuve de la répandeuse est interdit.

Article 2-4 Stockage des liants :

La température ainsi que la durée de stockage des liants seront réalisées conformément aux fiches techniques produits des entreprises.

CHAPITRE III : MODE D'EXECUTION DES ENDUITS SUPERFICIELS :

Article 3-1 Programme d'exécution :

Le programme d'exécution comportera nécessairement les points suivants :

- La qualification et les références du personnel responsable sur le chantier,
- La composition précise et les cadences d'exécution prévues pour chaque atelier,
- Le programme d'exécution des différentes sections faisant apparaître outre le répandage lui-même, le nettoyage de la chaussée avant enduisage, les déplacements de matériels, le balayage,
- Le programme global.

Le maître d'œuvre se réserve la possibilité d'imposer une réalisation de sections dans un ordre déterminé compte tenu du type de liant employé.

Article 3-2 Formulation :

La structure des enduits figure à titre indicatif dans les tableaux de l'article 1-2.

Après que le maître d'œuvre et l'entrepreneur aient procédé à la reconnaissance des sections à enduire et établi un constat contradictoire d'état de la chaussée, l'entreprise propose, pour chacune des sections homogènes à enduire, la structure de l'enduit qu'il compte mettre en œuvre et les dosages correspondants en liant, en dope et en granulats. Le maître d'œuvre vise alors la formulation.

Les dosages cibles en gravillons et en liants sont extraits du « Guide Technique pour l'Utilisation des Matériaux Alternatifs en Bourgogne – ESU de petites granularités »

Article 3-3 Agrément des matériels :

A la réunion de pré-démarrage, la totalité des matériels fera l'objet d'un agrément du maître d'œuvre :

- Répanduses,
- Gravillonneurs,
- Compacteurs,
- Balayeuses aspiratrices,
- Camions et chargeurs.

Pour les répanduses, l'entreprise devra présenter un certificat justifiant de leur contrôle au banc d'essai du laboratoire de Blois datant de moins de deux ans.

Pour la mise en œuvre obligatoire du dope, quelles que soient les conditions climatiques, les répanduses et /ou les gravillonneurs devront être équipés de rampe d'épandage.

Il est précisé que les répanduses seront obligatoirement dotées d'un système d'asservissement du dosage lié à la vitesse d'avancement.

Les gravillonneurs seront soit automoteurs, soit autoportés. S'ils sont autoportés, ils devront obligatoirement comporter un rouleau extracteur.

Article 3-4 Contrôle du liant :

Avant le début des travaux d'enduisage, l'entrepreneur fera parvenir au maître d'œuvre un échantillon de liant ayant les mêmes caractéristiques et qualités que ceux qui seront approvisionnés pour les travaux, objet du marché. Une fiche technique jointe à chaque échantillon définira toutes les qualités et caractéristiques du liant.

Au cours de la réalisation des enduits, un prélèvement conservatoire sera réalisé par l'entreprise sur chaque porteur. La fourniture des récipients nécessaires au stockage de ces échantillons est à la charge de l'entreprise. La quantité minimum de chaque prélèvement ne pourra être inférieure à 1 kg.

Afin d'identifier chaque prélèvement, une étiquette sera apposée sur le récipient et portera les renseignements suivants : date, heure, type de produit, origine, numéro du porteur, lieu de mise en œuvre.

Article 3-5 Stockage et contrôle des granulats :

Les granulats seront soit stockés en carrière, soit sur des dépôts qui seront à la charge de l'entrepreneur. Le stockage en carrière ou en dépôt des granulats est de la responsabilité de l'entrepreneur. Il comprend notamment :

- La recherche des dépôts,
- Les démarches administratives à effectuer avec le propriétaire des dépôts (état des lieux à la réception, nettoyage avant stockage et à la fin de la campagne),
- Tous travaux nécessaires pour assurer un stockage correct des granulats,
- Signalisation aux abords du dépôt,
- Maintien en état et accès, ...

Préalablement au chantier, l'entrepreneur indiquera ses lieux de stockage.

Les contrôles de conformité aux prescriptions du CCTP sur les granulats seront effectués à partir des prélèvements effectués sur les lieux de stockage. Ces contrôles sont à la charge de l'entrepreneur. Le maître d'œuvre pourra à ses frais réaliser des essais complémentaires sur les granulats.

Article 3-6 Vérification des caractéristiques d'adhésivité liant/gravillons :

Avant le début des travaux d'enduisage, l'entrepreneur fera réaliser des essais de vérification des caractéristiques d'adhésivité liant/gravillons, essais d'adhésivité globale et passive, conformément à la norme NF EN 12 271. Le maître d'œuvre pourra à ses frais réaliser des essais contradictoires.

Article 3-7 Réception du support – choix du type d'enduit :

Avant la réunion de prédémarrage, l'entrepreneur devra procéder au constat contradictoire du support avec le maître d'œuvre.

Ce constat comportera la localisation précise et la nature des particularités du support.

A partir de ce constat, un type d'enduit sera proposé par l'entrepreneur au maître d'œuvre (nature, dosage...)

Article 3-8 Nettoyage de la chaussée avant enduisage :

(Annexe 3 du fascicule 26 du CCTG).

Les clauses du CCTG sont applicables.

Article 3-9 Transport et répannage du liant :

Les clauses du CCTG sont applicables.

Le chauffage direct du liant par tube de fumée dans la citerne de répannage n'est autorisé que si l'élévation de température à obtenir n'excède pas 20 °C.

Les autres clauses du CCTG sont applicables, notamment pour ce qui concerne la protection des bordures, caniveaux, tampons, grilles, passages piétons et accessoires de la chaussée dans les sections en agglomérations.

A chaque démarrage, l'entreprise répandra le liant, sur quelques dizaines de centimètres, sur une bande de papier placée transversalement à l'épandage en début et en fin de section afin d'obtenir des extrémités nettes.

Températures :

Les températures minimale et maximale de répannage sont celles indiquées par le fabricant.

La température atmosphérique minimale doit être de 15 °C.

Article 3-10 Répannage des granulats :

(Annexe 3 du fascicule 26 du CCTG).

Le nombre de passe du compacteur est d'au moins 3 en chaque point de la surface couverte.

Lorsqu'il n'y a qu'un compacteur sur le chantier, toute panne de celui-ci implique un arrêt immédiat du répannage de liant. L'enlèvement des granulats en excédent sur les sections en agglomération doit être effectué dès la fin du répannage et doit être soigné.

Les autres clauses du CCTG sont applicables.

Article 3-11 Maintien de l'enduit en état :

Pendant toute la durée du délai de garantie, l'entrepreneur est tenu de maintenir l'enduit dans un état tel qu'il ne puisse en aucun cas nuire à la sécurité des usagers. A cet effet, il devra procéder notamment :

- Au balayage des granulats excédentaires à l'aide de balayeuses aspiratrices ou mécaniques pour toutes les sections dans un délai compatible avec le trafic supporté. En tout état de cause, l'excédent balayé ou aspiré devra être évacué par l'entreprise,
- Au sablage ou gravillonnage des zones qui présenteraient des ressues caractérisés immédiatement après l'apparition de ceux-ci,
- Et d'une façon générale à toute demande expresse du maître d'œuvre.

Ces prestations, ainsi que les fournitures correspondantes sont entièrement à la charge de l'entrepreneur.

Article 3-12 Dispositif de protection :

A chaque arrêt de fin de journée, la totalité du matériel doit être repliée sur un emplacement, à proximité immédiate du chantier en dehors des voies de circulations et des bandes d'arrêt d'urgence ou des accotements, qui sera défini le moment venu par le maître d'œuvre.

La signalisation de chantier, mise en place par l'entreprise sera maintenue jusqu'au balayage, pendant un délai de sept jours minimum et de dix jours maximum après l'exécution des travaux d'enduisage de chaque section distante entre elle de plus de 500 mètres.

Article 3-13 Contrôle d'exécution :

L'entrepreneur procédera par section homogène, à des contrôles de dosage du liant et de sa répartition transversale, et des granulats en présence du représentant du maître d'œuvre, par prélèvement d'une surface d'enduit d'au moins 0.50 x 0.50 m selon un procédé qu'il soumettra auparavant au maître d'œuvre.

Pour les sections inférieures à 10 000 m², 2 contrôles minimum seront effectués : un au début et un au milieu de la section.

Pour les sections supérieures à 10 000 m², 3 contrôles minimum seront effectués : un au début, et un tous les 5 000 m².

L'entreprise tiendra un registre du contrôle sur lequel doivent figurer tous les résultats des opérations et essais de contrôles qu'il aura pu effectuer.

En outre, il remettra chaque jour au maître d'œuvre un compte rendu journalier

De plus, le maître d'œuvre se réserve la possibilité d'effectuer tous les prélèvements et contrôles qu'il souhaite sans que l'entrepreneur ne puisse s'y opposer. Ces interventions seront assurées par un laboratoire de contrôle désigné par le maître d'ouvrage.

FICHE SYNTHETIQUE ESU M 4/6 et MDG 4/6-2/4

✚ Spécifications attendues pour les gravillons 4/6 et 2/4 :

- granulats conformes aux normes NF EN 13043 et NF P 18-545
- gravillons bien calibrés, propres et secs,
- aplatissement < 20 % (concernant la granulométrie 4/6)
- propreté < 0,5 %

✚ ESU Monocouche 2/4 (M 2/4):

Dosage cible gravillons 2/4 : 5 l/m²

Dosage cible liant : de 0.8 à 1.0 Kg/m² de liant anhydre de viscosité moyenne

A pondérer en fonction des caractéristiques du support, du trafic, du climat, du tracé et de la période de réalisation.

Limiter cette formulation aux caractéristiques suivantes :

- Trafic : **limité à T₃ -**
- Profil en long : **pas d'effort tangentiel important**
- Support : **pas de ressuage ni de support trop rugueux, non poinçonnable et homogène**
- Epoque de réalisation : **de mai à août**

✚ ESU Monocouche Double Gravillonnage 4/6 - 2/4 (MDG 4/6-2/4) :

Dosage cible gravillons 4/6 et 2/4 : respectivement 5 et 3 l/m²

**Dosage cible liant : 1.300 kg/m² d'émulsion modifiée
0.9 à 1.1 kg/m² de liant anhydre de viscosité moyenne**

A pondérer en fonction des caractéristiques du support, du trafic, du climat, du tracé et de la période de réalisation.

Limiter cette formulation aux caractéristiques suivantes :

- Trafic : **limité à T₃ -**
- Support : **non poinçonnable et homogène, pas de ressuage**
- Epoque de réalisation : **de mai à août**

• Spécifications relatives à l'adhésivité liant/gravillons (conformément à la NF EN 12 271) :

- * adhésivité globale ≥ 90 %
- * adhésivité active ≥ 90 %

✚ Spécifications relatives aux mises en œuvre : liants et gravillons (conformément à la NF EN 12 271) :

Caractéristiques d'épandage des gravillons :

- * précision de dosage en gravillons : ≤ +/- 10 %
- * répartition transversale en gravillons : ≤ 10 %

Caractéristiques d'épandage du liant :

- * précision dosage en liant : ≤ +/- 5 %
- * répartition transversale du liant : ≤ 10 %