



GUIDE D'UTILISATION DES DÉCHETS RECYCLÉS POUR LE BTP À LA RÉUNION

RAPPORT FINAL

BRGM/RP-60807-FR
MARS 2012



GUIDE D'UTILISATION DES DÉCHETS RECYCLÉS POUR LE BTP À LA RÉUNION

RAPPORT FINAL

BRGM/RP-60807-FR
MARS 2012

V. BASTONE, A. REY
Avec la collaboration de
J. DRUON

Vérificateur :
Nom : P. Lebret
Date : 02/02/2012
Signature :



Approbateur :
Nom : S. Bes de Berc
Date : 13/08/12
Signature :



En l'absence de signature, notamment pour les rapports diffusés en version numérique,
l'original signé est disponible aux Archives du BRGM.
Le système de management de la qualité du BRGM est certifié AFAQ ISO 9001:2008.

Mots clés : Guide, Déchet inerte, Pneumatique, Recyclage, Matériau granulaire, Réunion (974).

En bibliographie, ce rapport sera cité de la façon suivante :

V. Bastone, A. Rey, J. Druon (2012) – Guide d'utilisation des déchets recyclés pour le BTP à la Réunion (974). Rapport final. Rapport BRGM/RP-60806-FR, 56 p., 20 fig., 10 tab.

© BRGM, 2012, ce document ne peut être reproduit en totalité ou en partie sans l'autorisation expresse du BRGM.

Le présent guide d'utilisation des déchets recyclés a pour objectif de donner aux acteurs du BTP de la Réunion un cadre pour l'utilisation des matériaux recyclés à partir des déchets produits dans le BTP, dans la construction d'ouvrage. Ce guide s'adresse aux entreprises qui les mettent en œuvre ainsi qu'aux maîtres d'œuvre et maîtres d'ouvrage qui peuvent, par leur choix et décision en marchés publics, initier et favoriser l'utilisation de tels matériaux dans la construction d'ouvrage. L'objectif est de tirer le meilleur parti possible de ces matériaux alternatifs sans pour autant nuire à la qualité des ouvrages et de l'environnement.

Le présent guide s'inscrit dans une démarche de développement durable, conformément aux orientations définies par les lois Grenelle 1 et Grenelle 2, avec pour objectif d'inciter les acteurs du BTP à la valorisation des déchets produits. Ce document vient compléter le Plan Départemental de gestion des déchets du BTP de la Réunion établi en 2004.

Le recyclage des déchets et l'utilisation des matériaux recyclés apportent de nombreux avantages qu'il convient de pérenniser :

- Optimisation des gisements naturels ;
- Réduction des volumes de déchets enfouis ;
- Économie sur les transports lors de réutilisation in situ ;
- Création et/ou maintien d'emplois dans les installations de recyclage.

Afin de favoriser le développement de l'activité de recyclage et l'utilisation des produits valorisés, le présent guide détaille :

- Le gisement et les perspectives d'évolution (nature, quantité) ;
- Les différentes étapes du recyclage avec une sensibilisation sur les conditions d'acceptation des déchets notamment d'un point de vue environnemental (respect du caractère inerte) ;
- Les possibilités d'utilisation des produits recyclés avec les principaux critères techniques à respecter (fiches produit) ;
- L'application en marchés publics.

Étant donné le contexte et les capacités industrielles locales, les principaux déchets concernés par le présent guide sont les suivants :

- Déchets inertes ;
- Agrégats d'enrobés ;
- Pneumatiques usagés.

SOMMAIRE

1.	INTRODUCTION	9
2.	CONTEXTE RÉGLEMENTAIRE	11
3.	GISEMENT DES MATÉRIAUX RECYCLABLES	13
	3.1 PRÉAMBULE SUR LES GRANULATS NATURELS	13
	3.2. NATURE DES MATÉRIAUX RECYCLABLES	14
	3.3. ORIGINE DES MATÉRIAUX : QUANTITÉ ET PERSPECTIVES	15
	3.3.1. Déchets Inertes	15
	3.3.2. Agrégats d'enrobés	16
	3.3.3. Pneumatiques usagés	16
4.	RECOMMANDATIONS PRÉALABLES VIS-À-VIS DES MATÉRIAUX RECYCLÉS	17
5.	GRAVES RECYCLÉES	18
	5.1. INSTALLATION DE RECYCLAGE	18
	5.2. MODE D'EXPLOITATION	19
	5.2.1. Réception et tri des matériaux	19
	5.2.2. Prétraitement	21
	5.2.3. Concassage	21
	5.2.4. Déféraillage	22
	5.2.5. Tri aval	22
	5.2.6. Synoptique de production	23
	5.3. CLASSIFICATION ET CARACTÉRISTIQUES DES MATÉRIAUX RECYCLÉS	24
	5.4. PLAN D'ASSURANCE QUALITÉ DU PRODUCTEUR (PAQ) – FTP	26
	5.5. DOMAINE D'EMPLOI	26
	5.6. PRÉCONISATIONS D'EMPLOI	27
	5.6.1. Particularités d'emploi	27
	5.6.2. Le compactage	27
	5.7. RÉFÉRENCES D'EMPLOI	27
	5.8. PERSPECTIVE D'ÉVOLUTION	28
	5.9. DOCUMENTS DE RÉFÉRENCE	29
6.	AGRÉGATS D'ENROBÉS	30
	6.1. CONTEXTE RÉGLEMENTAIRE	30
	6.2. INSTALLATION DE RECYCLAGE	30

6.3. MODE D'EXPLOITATION	30
6.3.1. Récupération des agrégats	30
6.3.2. Stockage	30
6.3.3. Conditionnement	31
6.3.4. Synoptique de production	31
6.4. CLASSIFICATION ET CARACTÉRISTIQUES DES MATÉRIAUX RECYCLÉS	32
6.5. PLAN D'ASSURANCE QUALITÉ DU PRODUCTEUR (PAQ) – FTP	33
6.6. DOMAINE D'EMPLOI	34
6.7. RÉFÉRENCES D'EMPLOI	34
6.8. PERSPECTIVES D'ÉVOLUTION	35
6.9. DOCUMENTS DE RÉFÉRENCE	35

7. PNEUS RECYCLÉS	36
7.1. INSTALLATION DE RECYCLAGE	36
7.2. MODE D'EXPLOITATION	36
7.3. CARACTÉRISTIQUES DES MATÉRIAUX RECYCLÉS	37
7.4. PLAN D'ASSURANCE QUALITÉ DU PRODUCTEUR – FTP	41
7.5. DOMAINE D'EMPLOI	42
7.5.1. Utilisations	42
7.5.2. Préconisations d'emploi	42
7.6. RÉFÉRENCES D'EMPLOI	43
7.7. PERSPECTIVE D'ÉVOLUTION	44
7.8. DOCUMENTS DE RÉFÉRENCE	45

8. SENSIBILISATIONS DES MAÎTRES D'OUVRAGES	46
8.1. UTILISATION EN MARCHÉS PUBLICS	46
8.1.1. Règles d'utilisation	46
8.1.2. Cas courant pour la prescription de matériaux recyclés	47
8.1.3. Cas des variantes	47
8.2. COÛT DES MATÉRIAUX RECYCLÉS	47

9. FICHE	48
1. LA QUALITÉ DES MATÉRIAUX RECYCLÉS	48
2. PROVENANCE ET CARACTÉRISTIQUES DES MATÉRIAUX	49

10. GLOSSAIRE	50
----------------------	-----------

11. RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES	51
--	-----------

LISTE DES FIGURES

Figure 1 :	Exemple d'installation mobile (source STS)	18
Figure 2 :	Pesée du camion entrant (source STS)	19
Figure 3 :	Matériaux à recycler stockés sur site (source LAFARGE)	20
Figure 4 :	Matériaux à recycler stockés sur site (source SCPR)	20
Figure 5 :	Brise roche hydraulique à gauche et pince béton à droite (source T.Girods)	21
Figure 6 :	Concasseur mobile (source LAFARGE).....	21
Figure 7 :	Déferailleur électromagnétique (source STS)	22
Figure 8 :	Tri visuel en aval du process de fabrication (source STS)	22
Figure 9 :	Schéma synoptique de production de graves recyclés	23
Figure 10 :	Aspect du produit final 0/80mm (source LAFARGE et SCPR)	24
Figure 11 :	0/80 utilisé dans le remblayage de tranchée (source EDF, chantier STEP du PORT) .	27
Figure 12 :	0/80 utilisé comme couche de forme (source GTOI, chantier ouvrage d'art Bœuf Mort) .	27
Figure 13 :	Sables et gravillons recyclés (source SBPTC)	28
Figure 14 :	Fines recyclées (source SBTPC)	28
Figure 15 :	Schéma synoptique de recyclage des agrégats d'enrobés	31
Figure 16 :	Photo du rabotage d'une partie de la chaussée au Cap la Houssaye (source SBTPC)	37
Figure 17 :	Chaine de production des matériaux de recyclages issus de pneus (source Solyval).	36
Figure 18 :	Acier issus du recyclage de pneumatiques (source Solyval).....	41
Figure 19 :	Bourre de textile issues du recyclage de pneumatiques (source Solyval).....	41
Figure 20 :	Tranchée couverte de St-Paul (source www.temoignages.re)	43

LISTE DES TABLEAUX

Tableau 1 :	Estimations du gisement annuel de matériaux issus du BTP à La Réunion	15
Tableau 2 :	Quantité de matériaux collectés et recyclés en fonction du type d'usage en 2010 (données CERBTP)	16
Tableau 3 :	Caractéristiques spécifiques des graves recyclés	25
Tableau 4 :	Références d'emploi des graves recyclées sur l'île	27
Tableau 5 :	Présentation de l'utilisation des agrégats d'enrobés.....	32
Tableau 6 :	Catégories d'agrégats en fonction de la teneur en liant	32
Tableau 7 :	Classification vis à vis de l'étendue de la pénétrabilité ou de la TBA du liant	33
Tableau 8 :	Classification vis à vis de l'homogénéité granulométrique des granulats	33
Tableau 9 :	Caractéristiques intrinsèques et angularité exigés sur les granulats issus de l'agrégat d'enrobé.....	37
Tableau 10 :	Etat des lieux de l'emploi des produits issus du recyclage de pneus sur l'île.....	43

1 INTRODUCTION

Le présent guide d'utilisation des déchets recyclés du BTP de la Réunion s'inscrit dans une démarche de développement durable et vient compléter le plan départemental de gestion des déchets du BTP de la Réunion établi en 2004, qui incitait déjà à la valorisation des déchets produits.

Le présent guide a pour objectif de donner aux acteurs du BTP local un cadre pour l'utilisation des matériaux recyclés à partir des déchets produits dans le BTP, dans la construction d'ouvrage. Ce guide s'adresse aux entreprises qui les mettent en œuvre ainsi qu'aux maîtres d'œuvre et maîtres d'ouvrage qui peuvent, par leur choix et décision en marchés publics, initier et favoriser l'utilisation de tels matériaux dans la construction d'ouvrage. L'objectif est de tirer le meilleur parti possible de ces matériaux alternatifs sans pour autant nuire à la qualité des ouvrages et de l'environnement.

Le contexte réglementaire applicable à la gestion des déchets incite tous les acteurs au recyclage des déchets et à l'utilisation des produits ainsi générés dans la mesure où les conditions techniques et économiques le permettent. Le recyclage des déchets et l'utilisation de matériaux recyclés apportent plusieurs avantages :

- L'optimisation des gisements naturels, qui sont de plus en plus restreints et difficiles à exploiter localement et qu'il convient de réserver aux usages adaptés à leur qualité ;
- L'optimisation des capacités des installations de stockage de déchets qu'il convient de réserver aux seuls déchets ultimes ;
- Une économie de transport pour les matériaux directement réemployés ou recyclés sur site (valable pour les chantiers d'envergure où des installations de recyclage sont intégrés aux installations de chantier) ;
- La création et/ou le maintien d'emplois grâce à l'ouverture d'installations de recyclage.

Cette vérité à l'échelle nationale est d'autant plus vraie à l'échelon local réunionnais étant donné le contexte délicat des ressources naturelles en granulats et les perspectives limitées pour le stockage des déchets (saturation à court terme des ISDnD locales, pas d'ISDI déclarées). Le recyclage est donc à favoriser.

Une sensibilisation des acteurs du BTP sur ce sujet est à mener au quotidien afin de pérenniser ces pratiques du recyclage des déchets et du réemploi des matériaux ainsi produits.

Dans ce cadre, le présent guide apporte des éléments pratiques pour l'utilisation des matériaux recyclés dans la construction d'ouvrage, qu'il conviendra de mettre à jour au fur et à mesure des évolutions réglementaires et des développements mis en place par les acteurs locaux dans les années à venir.

La définition d'un déchet est donnée par l'article L. 541-1 du Code de l'environnement :

« Est un déchet tout résidu d'un processus de production, de transformation ou d'utilisation, toute substance, matériau, produit ou plus généralement tout bien meuble **abandonné** ou que son détenteur destine à l'**abandon** ».

Le cadre réglementaire relatif à la gestion des déchets issus du BTP s'appuie sur les textes suivants :

- La **loi du 15 Juillet 1975** modifiée par la loi du 13 Juillet 1992, retranscrite dans le Code de l'Environnement, a renforcé les exigences en matière de traitement, de valorisation et d'élimination des déchets et a imposé à compter du 1er juillet 2002 la limitation de la mise en décharge aux seuls déchets ultimes ;
- La **circulaire interministérielle du 15 février 2000** planifie la gestion des déchets de chantiers en fixant les principaux objectifs à atteindre : éradication des pratiques illégales d'élimination, mise en place de réseaux de traitement et organisation des circuits financiers, implication des maîtres d'ouvrage... ;
- La **circulaire du 18 juin 2001** relative à la gestion des déchets routiers du réseau national demande la valorisation et le recyclage des déchets issus de la route ainsi que la réutilisation des matériaux recyclés issus du B.T.P. et de la route, dans la construction routière ;
- La **directive cadre sur les déchets du 20 octobre 2008**, décline des orientations majeures comme le principe du pollueur-payeur, le principe de proximité « gérer les déchets au plus près du lieu de production », et la responsabilité élargie du producteur ;
- La **circulaire du 09 février 2009** concerne spécifiquement le recyclage d'agrégats d'enrobés bitumineux, issus notamment de fraisage des chaussées, dans le cadre de la réalisation de couches de chaussées aux liants hydrocarbonés ;
- La **convention du 25 mars 2009** engageant des acteurs majeurs de l'infrastructure de transport dans la mise en œuvre des conclusions du Grenelle de l'environnement ;
- La **loi d'août 2009 dite Loi Grenelle 1** et la **loi du 12 juillet 2010 dite Loi Grenelle 2**, dont l'objectif est d'instaurer des plans départementaux de gestion des déchets issus du BTP en privilégiant notamment l'utilisation de matériaux recyclés ;
- L'**arrêté ministériel du 28 octobre 2010** relatif aux installations de stockage de déchets inertes (ISDI), fixe la liste des types de déchets inertes admissibles dans les installations de stockage de déchets inertes et les conditions d'exploitations de ces installations. Les annexes de cet arrêté fixent notamment les critères analytiques d'admission des déchets inertes dans les ISDI ;
- L'**ordonnance n°2010-1579 du 17 décembre 2010** sur la transposition en droit français de la directive européenne n°2008/98/CE du 19 novembre 2008, dite « Directive Cadre Déchets ». Ce texte incite notamment à la mise en place d'une hiérarchisation des modes de traitement des déchets en privilégiant la réutilisation et le recyclage.
- L'**arrêté ministériel du 19 décembre 2011** relatif au diagnostic portant sur la gestion des déchets issus de la démolition de catégories de bâtiments

En complément, on peut également citer les guides suivants :

- Le **Guide de réutilisation hors site de terres excavées en technique routière et en projets d'aménagement**, rapport BRGM/RP-60013-FR d'octobre 2011, qui définit le cadre environnemental à respecter pour la réutilisation de terres excavées ;
- Le Guide du SETRA de mars 2011 : « **Acceptabilité de matériaux alternatifs en technique routière - Évaluation environnementale** ».

En termes de responsabilité des producteurs, les principes à retenir sont les suivants :

- Chaque entreprise est responsable de l'élimination des déchets qu'elle produit et/ou détient, elle doit s'assurer que leur élimination est conforme à la réglementation. (Article L 541-2 du Code de l'environnement) ;
- La responsabilité commence dès que le déchet est produit. Elle s'étend jusqu'à l'étape finale d'élimination du déchet (traitement ou mise en installation de stockage) ;
- La responsabilité du producteur ne cesse pas au moment où il remet ses déchets à un tiers, elle reste engagée conjointement à celles des tiers qui assurent l'élimination.

Le présent guide d'utilisation des déchets recyclés du BTP, s'inscrit dans ce cadre réglementaire.

3 GISEMENT DES MATÉRIAUX RECYCLABLES

3.1 PRÉAMBULE SUR LES GRANULATS NATURELS

La valorisation des produits ou matériaux (et/ou déchets) générés par l'activité du BTP de l'île de la Réunion, dont la réutilisation ou le recyclage présente un intérêt économique et/ou environnemental pour l'île, constitue l'une des orientations définies au Schéma Départemental des Carrières, révisé en 2009, dont l'un des principes précisés dans le décret n° 94 -603 du 11 juillet 1994, codifiés aux articles R.515-2 à R. 515-7 est « une utilisation économe et rationnelle des matériaux ».

En terme de gisement, le Schéma Départemental des Carrières de 2009 établit une perspective des besoins en granulats à l'horizon 2020 de l'ordre de 80 Mt⁽¹⁾ sur la période (soit environ 6,5 à 7 Mt/an). L'estimation des ressources naturelles exploitables sur la même période est de l'ordre de 200 Mt dans les espaces carrières, avec toutefois de nombreuses contraintes qui limitent leur exploitation, notamment pour les raisons suivantes :

- ▶ L'urbanisation croissante proche des centres de production de granulats limitent l'extension des espaces carrières ;
- ▶ La composition des formations géologiques locales limite l'exploitation des roches massives et induit des coûts de production plus élevés ;
- ▶ L'ouverture de nouvelles exploitations est soumise à des démarches réglementaires strictes.

Par ailleurs, certaines réserves alluvionnaires sont insuffisantes dans certaines microrégions (Sud et Nord) ce qui engendre des coûts de transport pour subvenir aux besoins.

Enfin, certains projets d'envergure comme celui de la nouvelle route du littoral génèrent d'importants besoins en matériaux sur des périodes relativement courtes (quelques années). A titre d'exemple, les besoins en granulats du projet de la route du littoral sont estimés à environ 10 Mm³ soit environ 20 Mt.

En conséquence :

- ▶ Les ressources naturelles en granulats sont donc à économiser autant que possible afin de les pérenniser pour pouvoir répondre aux besoins dans le temps ;
- ▶ Dans ce cadre, la valorisation par recyclage des déchets produits par l'activité du BTP réunionnais et l'utilisation des matériaux recyclés sont des activités à promouvoir et à favoriser par tous les acteurs du BTP. Ces démarches de valorisation des déchets du BTP et d'utilisation des produits s'inscrivent dans une logique de développement durable qui permettra :
 - De minimiser la consommation de matériaux de carrières (préservation des ressources naturelles) ;
 - De diminuer les volumes de stockage de déchets, ce qui est l'objectif du présent guide.

(1) Mt = Millions de tonne

Les déchets produits par l'activité du BTP local sont de nature variée :

- Les déchets inertes : déblais des chantiers de terrassements (matériaux granulaires), déchets de chantier de démolition : bétons ferraillés ou non ou en mélange, céramiques, verre ;
- Les déchets banals : plâtres, métaux, plastiques, bois ;
- Les emballages : papier, carton, bois, plastique ;
- Les déchets dangereux : peintures, huiles, batteries ;
- Les déchets non inertes et non dangereux : pneus, fraisats et déblais d'enrobés.

Rappel : Les déchets inertes sont des déchets qui ne subissent aucune modification physique en cas de stockage, ne brûlent pas, ne se décomposent pas et ne sont pas dangereux pour l'environnement.

Le présent guide s'applique principalement aux déchets inertes produits par l'activité du BTP mais également aux pneus usagés et aux déblais et fraisats d'enrobés (déchets non inertes et non dangereux). La liste détaillée des déchets pouvant constituer une source de matériaux pour la production de granulats recyclés sont les suivants (d'après la nomenclature européenne des déchets, en annexes à l'article R. 541-8 du code de l'environnement) :

Déchets inertes :

- Les briques (17 01 02) ;
- Les carrelages, la faïence, les céramiques (17 01 03) ;
- Les verres propres (17 02 02) ;
- Les parpaings, les bétons armés et non armés (17 01 01) ;
- Les pierres, les graves-ciment et graves naturelles non traitées (17 05 04) ;
- Les déchets précédemment cités, en mélange ne contenant pas de substances dangereuses (17 01 07) ;

Déchets non inertes et non dangereux :

- Les fraisats d'enrobés ne contenant pas de goudron (17 03 02) ;
- Les déblais d'enrobé et d'émulsion (croutes, rebus) ne contenant pas de goudron (17 03 02) ;
- Les pneus usagés essentiellement exploités sous forme de chips ou de granulats (16 01 03).

Ne sont pas concernés par le présent guide les déchets suivants :

- La terre végétale contenant plus de 5 % de matière organique telle que bois ou restes végétaux.
- Les déblais de chantier de terrassements non inertes. A ce titre, afin d'éviter tout risque environnemental dans la réutilisation des matériaux recyclés, les critères définis dans l'arrêté ministériel du 28 octobre 2010 pourront être considérés par les exploitants d'installation de recyclage comme critères d'acceptation des matériaux⁽²⁾.
- Les déchets réutilisés directement in situ dans le cadre d'un même chantier ;
- Les cendres industrielles et les mâchefers ;
- Les déchets dangereux.

Des perspectives d'évolution sont d'ores et déjà envisagées pour le recyclage de matériaux tels que les résidus de béton des centrales à béton et/ou les retours de toupies, ainsi que les boues de curage des bassins de décantation des installations de production de granulats et de béton. Dans la mesure où ces matériaux sont inertes, ils peuvent s'inscrire dans une logique de recyclage pour une réutilisation en technique routière et/ou en projets d'aménagement.

⁽²⁾ Les critères de l'arrêté ministériel du 28 octobre 2010 sont notamment repris par le guide du SETRA de mars 2011 « Acceptabilité de matériaux alternatifs en technique routière - Évaluation Environnementale ».

3.3

ORIGINE DES MATÉRIAUX : QUANTITÉ ET PERSPECTIVES

3.3.1 Déchets Inertes

L'évaluation quantitative du gisement des déchets recyclables produits par le BTP local est établie à partir du Plan Départemental de Gestion des Déchets du BTP de novembre 2004 et d'informations recueillies auprès de la CERBTP. Le plan indique les estimations suivantes pour le gisement des matériaux et déchets inertes produits par l'activité du BTP :

Année	Gisement matériaux inertes total (100 %)	Gisement réutilisé sur site directement (40 %)	Gisement de déchets captable pour du recyclage (60 %) ⁽³⁾
2005	3 626 800 t	1 450 700 t	2 176 100 t
2010	5 390 600 t	2 156 200 t	3 234 400 t
2015	5 929 700 t	2 371 900 t	3 557 800 t

Tableau 1 : Estimations du gisement annuel de matériaux issus du BTP à La Réunion

Les critères de l'arrêté ministériel du 28 octobre 2010 sont notamment repris par le guide du SETRA de mars 2011 « Acceptabilité de matériaux alternatifs en technique routière – Evaluation Environnementale ». Les pourcentages sont variables d'année en année et sont donnés ici à titre indicatif

La part de matériaux inertes non réutilisés sur site et considérés comme déchets pouvant être captés par l'activité du recyclage est évaluée en appliquant un taux de 60 %.

Ces estimations amènent à un gisement de déchets inertes produits annuellement par l'activité du BTP et potentiellement captable pour une activité de recyclage de l'ordre de 3 à 3,5 Mt entre 2010 et 2015 (Source CERBTP - Plan de Gestion des Déchets du BTP - 2004).

Etant donné le contexte actuel du BTP local, ces chiffres sont probablement surestimés et une estimation proche de 2 Mt/an de déchets inertes captables est probablement plus raisonnable.

En termes de répartition du gisement de déchets inertes recyclables, par nature de déchets, peu d'informations précises sont à disposition. D'après les témoignages recueillis auprès des acteurs locaux, la majeure partie des déchets inertes produits par l'activité du BTP sont des matériaux granulaires en mélange issus de chantier de terrassement. Ensuite les déchets de démolition de type béton constitue la deuxième famille de déchets recyclables.

(3) Les pourcentages sont variables d'année en année et sont donnés ici à titre indicatif.

D'après les informations communiquées par la CERBTP, la part collectée et recyclée dans les installations de l'île de la Réunion en 2010 sont les suivantes (sur la base de données transmises par les exploitants à la CERBTP) :

Type d'usage	Quantité collectée en 2010	Quantité recyclée en 2010	Rendement du recyclage
Recyclage	210 200 t	174 500 t	83 %
Remblaiement carrières, enfouissement ISDnD	57 800 t ⁽⁴⁾	/	0 %
Total	268 000 t	174 500 t	65 %

Tableau 2 : Quantité de matériaux collectés et recyclés en fonction du type d'usage en 2010 (données CERBTP)

Comparativement au 2 Mt/an de gisement de déchets inertes estimés, moins de 10 % seraient captés pour un usage de recyclage. Malgré une probable surestimation du gisement de déchets inertes, une sensibilisation est à faire auprès des acteurs du BTP, maîtres d'œuvres et maîtres d'ouvrages, pour favoriser et développer le recyclage.

Ces données sont ponctuelles, elles sont probablement majorées par rapport à la réalité et sont fluctuantes selon les années.

3.3.2. Agrégats d'enrobés

En ce qui concerne le recyclage des agrégats d'enrobés, d'après les témoignages recueillis auprès des acteurs locaux, une part est directement recyclée sur site et la part recyclée en centrale d'enrobage n'est pas comptabilisée systématiquement étant donné la possibilité d'incorporer jusqu'à 10 % d'agrégats dans les formulations sans étude spécifique (circulaire du 18 juin 2001).

La quantité réutilisée, recyclée localement dans les centrales d'enrobages est estimée à environ 5 000 t en 2011.

3.3.3. Pneumatiques usagés

D'après les données transmises par la CERBTP et les informations communiquées par SOLYVAL (ICPE locale dont l'activité est le recyclage des pneumatiques usagées de tous types), les données de gisement sont les suivantes :

- Pneus usagés collectés en 2010 : 4 300 t/an
- Pneus recyclés en 2010 : 2 500 t/an
- Capacité de production actuelle : 3 500 t/an
- Capacité de production maximale : 7 000 t/an

(4) Ces données sont ponctuelles, elles ont probablement majorées par rapport à la réalité et sont fluctuantes selon les années.

4 RECOMMANDATIONS PRÉALABLES VIS-À-VIS DES MATÉRIAUX RECYCLÉS

Le présent guide a pour objectif de donner aux acteurs du BTP local un cadre pour l'utilisation des matériaux recyclés à partir des déchets produits dans le BTP, dans la construction d'ouvrage.

Il s'agit de favoriser et de développer l'activité de recyclage des déchets du BTP pour une réutilisation dans les ouvrages à construire, tout en garantissant l'utilisation de matériaux recyclés n'ayant pas d'impact sur l'environnement.

Dans ce cadre, seuls certains déchets sont concernés par cette activité de recyclage afin d'éviter toute dérive environnementale, comme présenté précédemment.

Pour garantir aux utilisateurs un matériau recyclé de qualité, il convient dès le stade de l'acceptation des déchets dans les installations de recyclage de mettre en place des règles strictes.

Le présent guide recommande ainsi de :

- ▶ Réceptionner les déchets entrants :
 - Formation du personnel à l'accueil sur le type de déchets acceptés ;
 - Contrôle visuel systématique des camions entrants ;
 - Refus du camion en cas de doute ;
 - Registre d'entrée renseigné avec information du producteur et détail du contenu livré ;
 - Pesée.

- ▶ Définir des zones de stockage provisoires (avant recyclage) clairement définies et identifiées sur les sites de recyclage : selon la nature des déchets entrants, plusieurs stockages (par nature de déchets) sont à réaliser ;

- ▶ Effectuer un tri des déchets indésirables qui pourraient se retrouver dans le ou les gisements stockés avec élimination vers les filières adaptées.

L'objectif est d'éviter autant que possible de retrouver au sein de la production de déchets recyclés des indésirables et/ou des éléments à caractère polluant.

À l'issue de la production de matériaux recyclés, il est recommandé de mettre en place un contrôle analytique afin d'apporter aux utilisateurs et maîtres d'ouvrage une garantie sur la qualité environnementale du matériau produit. Il est recommandé de s'inspirer des critères d'acceptation définis dans **l'arrêté ministériel du 28 octobre 2010**. Les résultats de ces contrôles pourront être transmis, au même titre que la fiche technique produit. La fréquence des contrôles sera à l'appréciation du producteur, selon le gisement entrant. Il est recommandé de procéder à au moins **1 contrôle par semestre**.

5 GRAVES RECYCLÉES

5.1 INSTALLATION DE RECYCLAGE

De manière générale, les installations de recyclage peuvent être fixes ou mobiles.

Les installations de graves recyclées recensées à l'heure actuelle à la Réunion sont de type **mobile**.

Les capacités de production journalières de ces installations mobiles sont estimées entre 500 t et 700 t et les capacités annuelles comprises entre 100 000 t/an et 200 000 t/an.



Figure 1 : Exemple d'installation mobile (source STS)

5.2 MODE D'EXPLOITATION

Les différentes phases d'élaboration des produits issus du recyclage des matériaux inertes sont les suivantes :

5.2.1. Réception et tri des matériaux

Un contrôle des entrants est effectué à l'entrée du centre de recyclage par contrôle visuel.

À l'issue de ce contrôle, les camions jugés trop riches en éléments indésirables (bois, plâtre, plastique...) sont refusés, les autres sont acceptés.

Les camions acceptés sont alors pesés puis déchargés. Un second contrôle visuel est effectué au déchargement. Si celui-ci s'avère satisfaisant les matériaux sont alors stockés sur site, sinon ils repartent avec le camion pour une mise à l'enfouissement selon une autre gestion.

La qualité du contrôle des entrants est primordiale pour obtenir des matériaux recyclés homogènes et propres à des emplois dans le BTP.



Figure 2 : Pesée du camion entrant (source STS)



Figure 3 : Matériaux à recycler stockés sur site (source LAFARGE)



Figure 4 : Matériaux à recycler stockés sur site (source SCPR)

5.2.2 Prétraitement

Le prétraitement consiste à réduire de façon primaire les éléments les plus volumineux (poutre béton, dalle ferrillée) à l'aide d'un brise roche hydraulique (BRH) et à y extraire la ferraille avec une pince mécanique.



Figure 5 : Brise roche hydraulique à gauche et pince béton à droite (source T.Girods)

5.2.3 Concassage

Un concassage primaire avec des concasseurs à mâchoire ou à percussion permet de réduire les gros éléments et d'obtenir des matériaux dont la taille n'excède pas 100 à 150 mm.



Figure 6 : Concasseur mobile (source LAFARGE)

5.2.4 Déféraillage

Un déféraillage est réalisé sur certaines installations en sortie du concasseur par bande électromagnétique.



Figure 7 : Déférailleur électromagnétique (source STS)

5.2.5 Tri aval

Un tri manuel est effectué sur certaines installations, pour éliminer les impuretés résiduelles avant stockage.

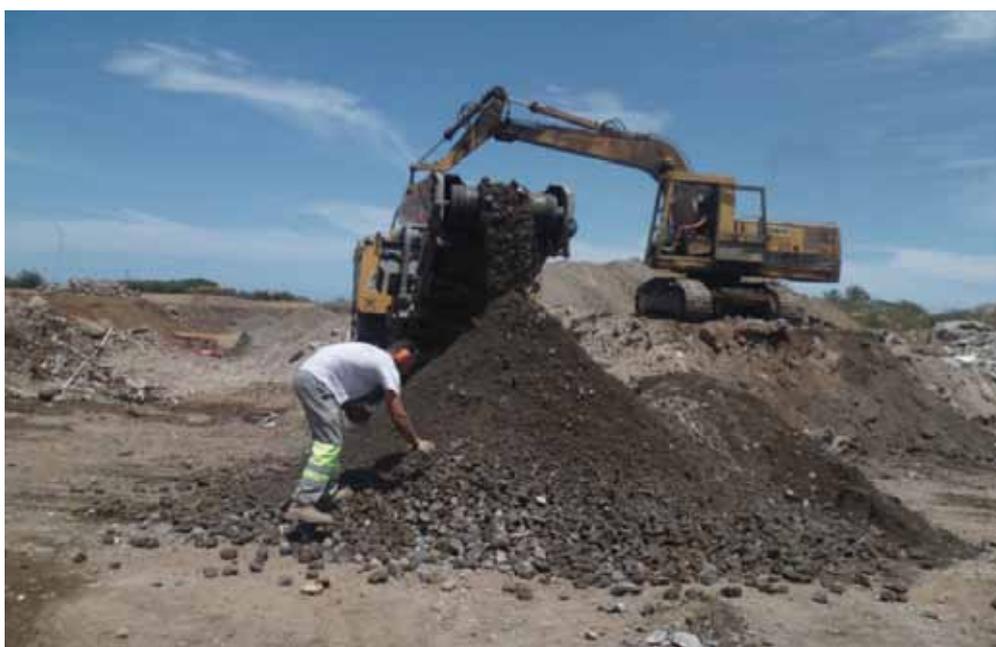


Figure 8 : Tri visuel en aval du process de fabrication (source STS)

5.2.6 Synoptique de production



Figure 9 : Schéma synoptique de production de graves recyclés

5.3

CLASSIFICATION ET CARACTÉRISTIQUES DES MATÉRIAUX RECYCLÉS



Figure 10 : Aspect du produit final 0/80mm (source LAFARGE et SCPR)

A ce jour, la production de matériaux recyclés sur l'île est principalement concentrée sur le **0/80 mm** que l'on peut qualifier de **mixte** se composant approximativement :

- ▶ De 20 à 50 % de béton selon les arrivages ;
- ▶ Le reste de la composition comprend des matériaux granulaires naturels courants, des agrégats d'enrobés (principalement croûtes d'enrobés mélangés avec déblais).

La caractérisation géotechnique du matériau est établie en référence aux normes :

- ▶ NF P 11 300 pour les sols ;
- ▶ NF EN 13 285 pour les granulats.

Le tableau de classification ci-après présente l'ensemble des caractéristiques spécifique de cette grave recyclée.⁽¹⁾

Classification comme matériau selon nf p 11-300		
Catégorie de grave ⁽⁵⁾	GR1	
Classe granulaire	0/80	
Composition des granulats	Mixte	
	enrobés	0 – 10 %
	béton	30 – 60 %
	matériaux granulaires	30 – 60 %
Paramètre de nature		
% fines (tamisat à 0,08mm) NF P 94-056	Vsi	
	Vss	10 %
Propreté (VBs) NF P 94-068	Vss	0,2
Paramètre de comportement mécanique		
LA (NF EN 1097-2)	Vss	< 45
MDE (NF EN 1097-1)	Vss	< 45
Caractéristiques physico-chimiques		
Teneur en sulfate soluble (plâtre) NF EN 1744-1 art.12	Vss	0,8 %
% contaminants déterminés selon le projet de norme Pr EN 933-11	Plastique + matières putrescibles + métaux	≤ 1 %
Classement géotechnique et assimilation – domaine utilisation		
Classement GTR (NF P 11-300)		F 71
Pour le compactage : assimilation après analyse géotechnique		B31, C1B31 ou D31

Tableau 3 : Caractéristiques spécifiques des graves recyclés

[5] Les catégories de graves sont issues du Guide technique pour l'utilisation des matériaux régionaux d'Ile-de-France et sont largement utilisé dans les autres guides techniques régionaux.

5.4

PLAN D'ASSURANCE QUALITÉ DU PRODUCTEUR (PAQ) – FTP

Etant donné l'hétérogénéité des déchets inertes destinés à la fabrication des matériaux recyclés, chaque producteur doit établir :

- ▶ Un PAQ dans lequel sont décrits :
 - Les procédures de tri avant recyclage ;
 - Les prétraitements ;
 - Les procédés d'élaboration ;
 - Le plan de contrôle* ;
 - Le type et la qualité des matériaux élaborés ;
- ▶ Des Fiches techniques Produits (FTP) avec :
 - La classification des matériaux ;
 - Les caractéristiques mécaniques ;
 - La teneur en sulfates.

Le plan de contrôle devra être effectué pour chaque lot de fabrication.
La nature des contrôles porteront sur :

- ▶ Les paramètres de nature (granulométrie, teneur en fines, propreté) ;
- ▶ Les paramètres de comportement mécanique (LA, MDE) ;
- ▶ Les caractéristiques physico-chimiques (vérifier que les matériaux recyclés sont inertes).

5.5

DOMAINE D'EMPLOI

La grave 0/ 80 recyclée peut être utilisable :

- ▶ En remblai, selon les conditions d'emploi définies dans le GTR pour le sol naturel auquel ses caractéristiques géotechniques permettent de l'assimiler (en général B31, C1B31 ou D31)
- ▶ En couche de forme :
 - Si les caractéristiques sont assimilées à la classe B31, les conditions d'emploi du GTR sont applicables ;
 - Si les caractéristiques sont assimilées à la classe C1B31 ou D31, on pourra imposer selon le cas de chantier et en particulier si la couche de forme est traitée, une élimination de la fraction grossière (>50mm ou même 31,5mm) qui conduirait à de la ségrégation et à des difficultés de réglage ;
 - Si le projet envisage de retenir une couche de forme traitée, il est nécessaire de disposer d'une vérification de l'aptitude au traitement (selon NF P 94 100).
- ▶ En remblai de tranchée.

5.6 PRÉCONISATIONS D'EMPLOI

5.6.1 Particularités d'emploi

- Bien homogénéiser le produit afin de permettre une bonne mise en place sur le chantier ;
- par rapport à des granulats naturels, les matériaux issus du recyclage de béton et de couches de chaussée présentent une absorption d'eau plus élevée.

Il convient donc de réaliser une planche d'essais préalablement aux travaux, afin de valider : la qualité des matériaux, leur état hydrique, les conditions de mise en œuvre, ainsi que les performances à obtenir.

5.6.2 Le compactage

Le compactage en terrassement devra suivre les prescriptions définies par le GTR.

Le compactage en tranchée devra suivre les prescriptions définies par le Guide technique « remblayage des tranchées » de mai 1994.

5.7 RÉFÉRENCES D'EMPLOI

Quelques références d'emploi sur l'île de la Réunion sont citées ci-après :

Chantier	Localisation	Niveau de mise en œuvre	Date
Centre de Tri STS	ST PIERRE	Couche de forme	2009
Raccordement de la STEP du Port	LE PORT	Remblayage de tranchée sous accotement	2010
Chantier AEP Bœuf Mort	POSSESSION	Remblayage de tranchée	2011
Ouvrage d'art Bœuf Mort	POSSESSION	Couche de forme	2011
Quai Papillon	ST-DENIS	Couche de forme	2011
Stade de Bellemène, Chemin Bellemont	ST-PAUL	Couche de forme	2011
Chantier la Ferme	LES AVIRONS	Remblai	2011

Tableau 4 : Références d'emploi des graves recyclées sur l'île



Figure 11 : 0/80 utilisé dans le remblayage de tranchée (source EDF, chantier STEP du PORT)



Figure 12 : 0/80 utilisé comme couche de forme (source GTOI, chantier ouvrage d'art Bœuf Mort)

Certaines installations présentes sur l'île ont mis en place d'autres techniques de valorisation des déchets issus du BTP, qui pourraient être plus largement développées :

- ▶ Recyclage des boues de bétons issues du lavage des toupies (installations existantes depuis début 2011 et gérées par la société SBTPC) :
 - Sables et gravillons recyclés, utilisation possible en béton bas de gamme ou béton de propreté (sous la fondation par exemple). Gisement : 10 m³ d'agrégats/semaine.
 - Fines recyclées, utilisation possible en produits de compactage ou mélangées avec du sable (constitueraient un bon liant) pour utilisation en ciment. Gisement de 5 m³ de fines/semaine.



Figure 13 : Sables et gravillons recyclés (source SBTPC)



Figure 14 : Fines recyclées (source SBTPC)

- ▶ Recyclage des retours béton (15 000 t/an) et boues de lavages des toupies béton par Holcim : une partie des boues béton est valorisée dans le 0/80 (une fois sèche) ;
- ▶ Valorisation de 4 000 t de verre par Holcim qui dispose d'une usine de concassage à Bras-Panon et qui est notamment incorporé dans son 0/80 naturel ;
- ▶ Réalisation d'autres granulométries telles que le 0/31,5 et le 0/20, sable et gravillons.

CLASSIFICATION DES MATÉRIAUX :

- **NF P 11 300 (sept 92)** : Exécution des terrassements – Classification des matériaux utilisables dans la construction des remblais et couche de forme d'infrastructure routière ;
- **La norme NF EN 13 285 (mai 2004)** : Graves non traitées Spécifications (remplacement NF P 98-129) ;
- **La norme NF EN 13 242 (aout 2003)** : Granulats pour matériaux traités aux liants hydrauliques et matériaux non traités utilisés pour les travaux de génie civil et pour la construction de chaussée ;
- **La norme NF P 18-545 (septembre 2011)** : Granulats – éléments de définition, conformité et codification ;
Conditions de mise en œuvre :
- Guide technique « **réalisation des remblais et des couches de forme** » - 2000 ;
- Guide technique « **remblayage des tranchées et réfection des chaussées** » - 2004.

CARACTÉRISTIQUES ENVIRONNEMENTALES :

- **Guide méthodologique pour l'acceptabilité de matériaux alternatifs en technique routière (2010).**

LIENS UTILES :

<http://www.afnor.org/>

<http://www.setra.equipement.gouv.fr/>

6 AGRÉGATS D'ENROBÉS

6.1 CONTEXTE RÉGLEMENTAIRE

- ▶ Circulaire du MEEDDAT du 09 février 2009
 - Autoriser systématiquement l'incorporation de 10 % d'agrégats dans les formulations d'enrobés. L'application à taux supérieurs est possible dans les conditions prévues par les guides techniques (cf. § 6.4), dès que les agrégats sont homogènes et de bonne qualité ;
 - Pour les chantiers avec fraisage, réutiliser les fraisats obtenus à hauteur de 20 % minimum dans la formule des enrobés qui seront mis en œuvre.
- ▶ Circulaire du 18 juin 2001
 - Incorporation de 10 % d'enrobés recyclés sans étude spécifique sur enrobés pour couche de base et liaison ;
 - De même pour couche de roulement BBSG avec $T \leq T1$ ou BBM pour $T < T3$.

6.2 INSTALLATION DE RECYCLAGE

Lorsqu'il n'est pas réalisé sur place, le recyclage des agrégats d'enrobés nécessite une centrale d'enrobage et des installations identiques à celles utilisées pour le recyclage des graves (concassage – criblage).

6.3 MODE D'EXPLOITATION

Les différentes étapes du recyclage des agrégats d'enrobés sont la récupération des agrégats sur les chaussées, le stockage et le conditionnement avant réutilisation.

6.3.1 Récupération des agrégats

Récupération des croutes et plaques par pelles et brises-roches et des fraisats par rabotage de la chaussée sur 5-6 cm de hauteur.

6.3.2 Stockage

Deux types de considération sont à prendre en compte pour le stockage des agrégats d'enrobés :

- ▶ Considérations environnementales :
 - Selon la nouvelle classification des déchets, les agrégats sans goudron sont des déchets non dangereux (classification 17 03 02) ;
 - Selon le guide technique relatif aux installations de stockage de déchets inertes (MATE, 2001), les agrégats d'enrobés bitumineux, sans goudron, sont considérés comme admissibles dans la catégorie des déchets inertes.
- ▶ Considérations pratiques :

La mise en conformité d'agrégats de provenances diverses comprend trois parties :

 - Les stockages successifs des différents enrobés à recycler ;
 - La reprise dans le stock ainsi constitué ;
 - Le conditionnement de ces agrégats repris.

Ces trois opérations sont menées dans l'optique de favoriser l'homogénéité des agrégats d'enrobés. A cet effet, un stockage par couches horizontales des différents approvisionnements, suivi d'une reprise par tranches verticales, permet de prélever avant conditionnement une quantité d'agrégats la plus représentative possible du stock total. Après conditionnement par concassage, criblage ou fraisage avant réutilisation immédiate, les agrégats d'enrobés ne doivent pas être stockés sur une hauteur importante (supérieure à 3 m) et la durée de stockage doit être limitée afin d'éviter la prise en bloc du matériau.

6.3.3 Conditionnement

► Recyclage en centrale à chaud

Il consiste à réduire la taille maximale des matériaux et à pratiquer une homogénéisation des agrégats pour les rendre conformes à la norme. Ce conditionnement, réalisé par concassage - criblage, conduit à constituer des stocks temporaires d'agrégats dont la granularité dépend du type de formulation envisagée (béton bitumineux ou grave bitume).

Dans tous les cas, il reste des refus au criblage réalisé, qui sont destinés aux techniques autres que celle du recyclage à chaud en centrale.

► Pour la réutilisation en remblais et couches de forme

La réutilisation en terrassements est subordonnée au classement des agrégats d'enrobés, par la taille maximale de ces agrégats et par la connaissance de leurs caractéristiques géotechniques. Les documents de référence sont la norme NF P 11-300 (AFNOR, 1992) et le Guide Technique de réalisation des Remblais et couches de forme (GTR) (SETRA, LCPC, 2000)

6.3.4 Synoptique de production

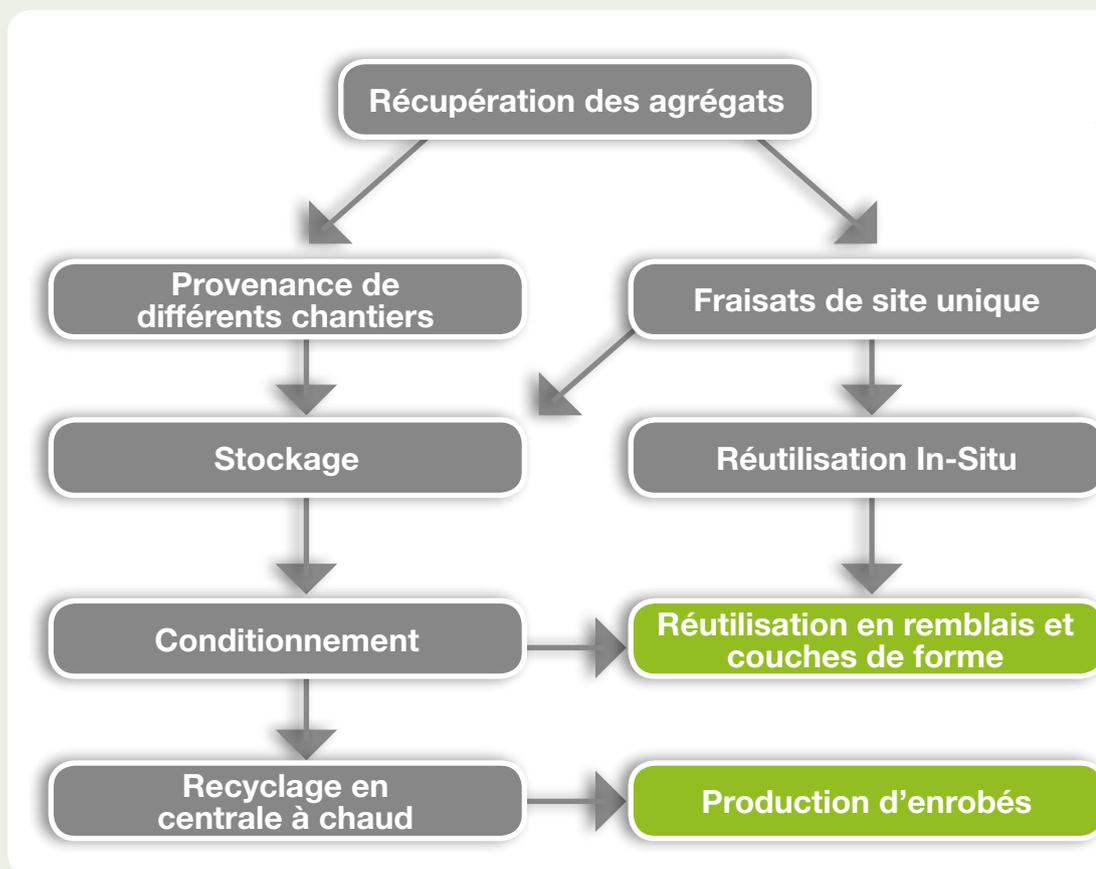


Figure 15 : Schéma synoptique de recyclage des agrégats d'enrobés

6.4

CLASSIFICATION ET CARACTÉRISTIQUES DES MATÉRIAUX RECYCLÉS

La valorisation à chaud en centrale des fraisats d'enrobés permet d'obtenir des agrégats d'enrobés en référence à la norme NF EN 13108-8.

Cette norme permet la classification des agrégats d'enrobés. Le tableau suivant (tableau 1) la complète et précise l'emploi possible des agrégats d'enrobés dans la formulation d'enrobés neufs suivant leur composition et caractérisation.

Utilisation des agrégats d'enrobés							
Usage dans la chaussée	Couche de roulement		0 %	10%	30 %	10 %	40 %
	Couche de liaison		10%	20%	30%	40%	
	Couche d'assise						
Composants de l'agrégat d'enrobés	Liant bitumineux	Teneur	TLNS	TL2		TL1	
		Pénétrabilité ou TBA	B _{NS}		B ₂	B ₁	
	Granulat	Granularité	G _{NS}		G ₂		G ₁
		Caractéristiques intrinsèques	RNS			R ₁	R _{NS}

Tableau 5 : Présentation de l'utilisation des agrégats d'enrobés

Les pourcentages d'agrégats d'enrobé indiqués dans ce tableau peuvent être augmentés sous réserve de la caractérisation des lots d'agrégats ou des provenances maîtrisées de ceux-ci tout en garantissant l'homogénéité et le respect des spécifications. Il ne faut pas oublier que le pourcentage d'introduction des agrégats dans les formules d'enrobés est également très dépendant des outils de production.

Pour pouvoir utiliser les agrégats d'enrobés aux pourcentages définis dans le tableau 1, il faut connaître :

- La teneur en liant (TL) moyenne et étendue (cf. tableau 2) ;
- La pénétrabilité minimale ou la température bille et anneau maximale (B) du liant de l'agrégat et l'étendue (cf. tableau 3) ;
- L'homogénéité granulométrique (G) des agrégats d'enrobé (cf. tableau 4) ;
- Les caractéristiques intrinsèques et l'angularité (R) (cf. tableau 5).

Étendue de la teneur en liant	Catégorie
≤ 1 %	TL1
≤ 2 %	TL2
> 2 % ou non spécifié	TLNS

Tableau 6 : Catégories d'agrégats en fonction de la teneur en liant

Pénétrabilité en 1/10 mm	TBA en °C	Fréquence des essais	Catégorie
Minimale = 5 et étendue ≤ 15	Maximale = 77 et étendue ≤ 8	1 essai pour 1000 tonnes avec un minimum de 5 essais	B ₁
Minimale = 5	Maximale = 77	1 essai pour 1000 tonnes avec un minimum de 5 essais	B ₂
A déclarer	A déclarer	Non spécifiée	B _{NS}

Tableau 7 : Classification vis à vis de l'étendue de la pénétrabilité ou de la TBA du liant

% passant à 1,4 D	% passant à D	% passant à 2 mm	% passant à 0,063 mm	Catégorie
Vsi 99	Li 85 Ls 99 e 10	e 15	e 4	G1
Vsi 99	Li 80 Ls 99 e 15	e 20	e 6	G2
Non spécifiée	Non spécifiée	Non spécifiée	Non spécifiée	GNS

Note : les définitions de D, Vsi, Li, Ls et e sont celles de la norme XP P 18-545

Tableau 8 : Classification vis à vis de l'homogénéité granulométrique des granulats

Catégorie des granulats	Fréquence des essais	Catégorie
Code A ou B et code Ang 1 pour les gravillons et sables	1 par lot	R1
Code C ou non caractérisé	Non spécifiée	RNS

Tableau 9 : Caractéristiques intrinsèques et angularité exigés sur les granulats issus de l'agrégat d'enrobé

6.5 PLAN D'ASSURANCE QUALITÉ DU PRODUCTEUR (PAQ) – FTP

Si la part de produit recyclé incorporée dans le produit final est inférieure à 10 %, il n'y a aucune étude spécifique complémentaire à faire. Si le taux est supérieur, il faut respecter les conditions prévues par les guides techniques cités du § 6.9.

6.6 DOMAINE D'EMPLOI

Les différents domaines d'emploi sur l'île sont les suivants :

- ▶ Réutilisation à chaud en centrale pour production de Grave Bitume (GB) et Enrobé à Module Elevé (EME) :
 - Si l'origine des agrégats est unique, incorporation à hauteur de 20 % à 30 %, pour produire des couches de roulements ;
 - Si les agrégats résulte du mélange de plusieurs couches de rabotage de chantier, incorporation à hauteur de 10 %, pour produire les couches inférieures d'enrobés.
- ▶ Réutilisation in situ des fraisats comme remblai, en couches de forme et accotements.

Les autres techniques sont complètement décrites dans des documents spécifiques, tels que les guides techniques du SETRA (CFTR).

6.7 RÉFÉRENCES D'EMPLOI

Chantier rabotage et mise en œuvre d'enrobés au Cap la Houssaye.



Figure 16 : Photo du rabotage d'une partie de la chaussée au Cap la Houssaye (source SBTPC)

Il y a peu de référence d'emploi recensée sur l'île car si la part de produit recyclé incorporé dans le produit final est inférieure à 10 %, celui-ci est non distinct d'un produit naturel. Cependant, on peut estimer la quantité de matériaux recyclés à au moins 5000 t/an.

Production d'agrégats d'enrobés recyclés de granularité 0/14 (AE14 ns), fiche technique produit en cours de réalisation par GTOI.

► Normes produits :

- NF EN 13108-1, pour les enrobés bitumineux ;
- NF EN 13108-2, pour les bétons bitumineux très minces ;
- NF EN 13108-6, pour les enrobés coulés routiers ;
- NF EN 13108-7, pour les enrobés drainants ;
- NF EN 13108-8, pour les agrégats d'enrobés ;
- NF EN 13108-20 et 21 : mélanges bitumineux ;
- NF P 98 150 – 1 : fabrication et mise en œuvre des enrobés à chaud.

► Guide technique :

- Utilisation des normes enrobés à chaud (SETRA - janvier 2008) ;
- Retraitement des chaussées et recyclage des matériaux bitumineux de chaussées (SETRA – juillet 2004).

7 PNEUS RECYCLÉS

7.1 INSTALLATION DE RECYCLAGE

L'île de La Réunion est équipée d'une installation de recyclage (SOLYVAL) fixe recyclant les pneumatiques usagés à l'aide d'un procédé de traitement mécanique à température ambiante (MTB Recycling) sans aucun ajout d'additif.

Ce processus mécanique à température ambiante ne consomme ni ne rejette dans l'environnement aucune matière solide, liquide ou gazeuse autres que celles constitutives des pneumatiques, utilise exclusivement l'énergie électrique et ne produit aucun résidu non valorisable.

7.2 MODE D'EXPLOITATION

Les matériaux arrivent sur l'installation de recyclage et sont stockés pour traitement.



La réduction de volume par l'intermédiaire d'un premier broyage permet d'obtenir les chips de pneu.



Deux autres broyages successifs sur la matière obtenue vont produire les granulats et la poudrette.

Les matériaux broyés subissent ensuite une déferrisation et un retrait des textiles qui seront eux aussi valorisés.



La dernière étape consiste en une séparation densimétrique et un tamisage des matériaux obtenus.



Figure 17 : Chaîne de production des matériaux de recyclages issus de pneus (source Solyval)

7.3

CARACTÉRISTIQUES DES MATÉRIAUX RECYCLÉS

► Broyat de pneumatique ou « chips de pneus » :

Photo du produit



Dénomination	Broyat issu du recyclage des pneumatiques ou « chips de pneus »
Origine	Broyat issu du recyclage d'un mélange de pneumatiques usagés de différentes catégories (VL, PL, TP, GC et industriels, agraires, manutentions, motos, etc...)
Procédé de fabrication	Broyage mécanique à température ambiante des pneumatiques. Le procédé ne nécessite ni ne rejette aucun additif solide, liquide ou gazeux de quelque nature que ce soit.
Composition	Caoutchouc (mélange de caoutchouc naturel et synthétique (SBR et NBR), acier et textile (imbriqués dans le broyat de caoutchouc)

Paramètres de nature et mécanique

Densité apparente (sans tassement)	506 kg/m ³ ou 0,506 (adimensionnel)
Masse volumique	Selon la taille du broyat, de 2 à 4 fois inférieure aux matériaux naturels utilisés
Dimensions caractéristiques	De 5,5 à 18 cm, moyenne 12 cm
Porosité – Indice des vides	De 37 à 79% selon la taille contre 12 à 50 % pour les matériaux naturels
Conductivité hydraulique	De 5.10 ⁵ à 0,55 m/s, même sous une pression de 1000 T/m ² , contre 10-4 m/s pour un sol poreux par exemple
Compressibilité	De 30 à 60 %, soit 7 fois plus que les matériaux naturels
Compactage	De 35 à 73 KN/m ³ contre 20 à 25 KN/m ³ pour les graviers
Résistance au cisaillement	Equivalente aux matériaux habituels
Conductivité thermique	3 fois moindre que l'équivalent en matériaux naturels

► Granulats 1,5/4 mm :

Photo du produit



Dénomination	Granulat de caoutchouc recyclé de granulométrie comprise entre 1,5 mm et 4 mm
Origine	Broyat issu du recyclage d'un mélange de pneumatiques usagés de différentes catégories (VL, PL, TP, GC et industriels, Agraires, manutentions, Motos, etc...)
Procédé de fabrication	Broyages mécaniques successifs à température ambiante de pneumatiques. Le procédé ne nécessite ni ne rejette aucun additif solide, liquide ou gazeux de quelque nature que ce soit.
Composition	Caoutchouc (97,7 %) qui est un mélange de caoutchouc naturel et synthétique (SBR et NBR), acier (1,1 %), textile (1,3 %)

Paramètres de nature

Densité apparente	512 Kg/m3 ou 0,512 (adimensionnel)
Courbe granulométrique XPP90-112	<p style="text-align: center;">COURBE GRANULOMÉTRIQUE</p>

► Granulats 0,5/2,5 mm :

Photo du produit



Dénomination	Granulat de caoutchouc recyclé de granulométrie comprise entre 0,5 mm et 2,5 mm
Origine	Broyat issu du recyclage d'un mélange de pneumatiques usagés de différentes catégories (VL, PL, TP, GC et industriels, Agraires, manutentions, Motos, etc...)
Procédé de fabrication	Broyages mécaniques successifs à température ambiante de pneumatiques. Le procédé ne nécessite ni ne rejette aucun additif solide, liquide ou gazeux de quelque nature que ce soit.
Composition	Caoutchouc (99,6 %) qui est un mélange de caoutchouc naturel et synthétique (SBR et NBR), acier (0,64 %), textile (0,4 %)

Paramètres de nature

Densité apparente	482Kg/m ³ ou 0,482 (adimensionnel)
Courbe granulométrique XPP90-112	<p>—■— Moyenne</p>

Photo du produit



Dénomination	Poudrette de caoutchouc recyclé de granulométrie comprise entre 0 et 0,08 mm
Origine	Broyat issu du recyclage d'un mélange de pneumatiques usagés de différentes catégories (VL, PL, TP, GC et industriels, Agraires, manutentions, Motos, etc...)
Procédé de fabrication	Broyages mécaniques successifs à température ambiante de pneumatiques. Le procédé ne nécessite ni ne rejette aucun additif solide, liquide ou gazeux de quelque nature que ce soit.
Composition	Caoutchouc (97,5 %) qui est un mélange de caoutchouc naturel et synthétique (SBR et NBR), acier (1,5 %), textile (1 %)

Paramètres de nature

Densité apparente	428 Kg/m3 ou 0, 428 (adimensionnel)																		
Courbe granulométrique XPP90-112	<table border="1"> <caption>Data points for the granulometric curve (Moyenne)</caption> <thead> <tr> <th>TAMIS (mm)</th> <th>% PASSANT</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>0,075</td> <td>~2</td> </tr> <tr> <td>0,15</td> <td>~5</td> </tr> <tr> <td>0,3</td> <td>~10</td> </tr> <tr> <td>0,6</td> <td>~18</td> </tr> <tr> <td>1,2</td> <td>~28</td> </tr> <tr> <td>2,5</td> <td>~42</td> </tr> <tr> <td>5,0</td> <td>~100</td> </tr> <tr> <td>10,0</td> <td>100</td> </tr> </tbody> </table>	TAMIS (mm)	% PASSANT	0,075	~2	0,15	~5	0,3	~10	0,6	~18	1,2	~28	2,5	~42	5,0	~100	10,0	100
TAMIS (mm)	% PASSANT																		
0,075	~2																		
0,15	~5																		
0,3	~10																		
0,6	~18																		
1,2	~28																		
2,5	~42																		
5,0	~100																		
10,0	100																		

► Acier : tringles, câbles et carcasses en acier fortement carboné et faible présence de granulats (< 2 %).



Figure 18 : Acier issu du recyclage de pneumatiques (source Solyval)

► Bourre de textile composé de rayonne, polyester, nylon et aramide et faible présence de granulats (< 2 %).



Figure 19 : Bourre de textile issues du recyclage de pneumatiques (source Solyval)

7.4

PLAN D'ASSURANCE QUALITÉ DU PRODUCTEUR – FTP

Le stockage de pneus est considéré comme une activité à risque qui doit être planifiée en conséquence et qui nécessite une forte sécurisation des lieux.

Le site de transformation type comprend des équipements de prévention et de lutte contre les incendies, une zone à étanchéité renforcée et des zones paysagées en périmètre.

Ce site type a également été conçu pour satisfaire les critères environnementaux : intégration dans le paysage, impact sur les écosystèmes et les milieux naturels, impact sur la commodité du voisinage, utilisation rationnelle de l'énergie naturelle et des zones paysagées en périmètre.

Le producteur doit réaliser une fiche technique produit pour chacun des produits :

- Broyat de pneumatiques « Chips de pneus » ;
- Granulats (0,5 - 2,5 mm et 2 - 4 mm) ;
- Poudrette.

7.5.1 Utilisations

► Valorisation énergétique : les chips de pneumatique possède un fort pouvoir calorifique (équivalent au charbon). Au-delà de 1450 °C, la combustion des chips ne nécessite aucun traitement supplémentaire ni pour les fumées, ni pour les scories issus de leur combustion.

► Valorisation matière :

■ Pneu entier :

- Rechapage ;
- Réalisation d'ouvrages géotechniques « PNEUSOL » tels que des remblais routiers, des ouvrages de soutènement, des murs anti-bruit, des massifs renforcés, des dispositifs de protection de berges, etc...

Dans ces applications, le pneu est utilisé soit entier, soit uniquement avec la bande de roulement, soit uniquement avec les flancs découpés ;

■ Chips :

- Travaux de remblais légers (e.g. ouvrage de soutènement) ;
- Sous-couches routières ;
- Puits perdus, bassin d'orage ;
- Surface et sous-couches drainantes.

■ Granulats et poudrette :

- Sols sportifs ou récréatifs souples et amortissants ;
- Enrobés bitumeux phoniques ;
- Mobilier urbain ;
- Écrans acoustiques et murs anti-bruits ;
- Tous produits moulés en caoutchouc.

■ Bourre de textile : assouplir les sols hippiques, mélange au compost afin de retenir l'humidité, additifs pour augmenter la siccité de produits liquides, par exemple pour les boues des stations d'épuration.

■ Acier : valorisation par les ferrailleurs et aciéries.

7.5.2 Préconisations d'emploi

Des essais en laboratoire et des essais sur planche expérimentale ont été réalisés en 2001 par le CETE Méditerranée pour caractériser le comportement de broyats de pneus pour l'utilisation en techniques routières.

Ces essais ont permis de conclure :

- Que le coefficient de perméabilité des matériaux «broyats de pneus» était de l'ordre de 10-2 m/s (matériau très perméable) - mesure en laboratoire ;
- Que ces matériaux, au vu de leur comportement élastique, ne permettait pas d'obtenir les performances attendues pour une utilisation en techniques routières (déformabilité) ;
- Par la suggestion de mélanger ces matériaux à des matériaux granulaires ou sableux.

7.6 RÉFÉRENCES D'EMPLOI

► Route des Tamarins – Tranchée couverte de St- Paul

4000 t de chips de pneumatiques utilisés, disposés en 6 couches de 80 cm (soit 7000 m³ de pneus recyclés qui ont permis d'alléger le remblai appuyé sur la tranchée couverte).

Ces remblais allégés étant dans la moitié supérieure environ du remblai de la tranchée couverte de St Paul (sous la centrale solaire), ils n'ont pas fait l'objet d'essais permettant de les caractériser, les exigences de portance du remblai final n'étant pas contraignantes et essentiellement obtenues par les couches de remblais classiques de couverture.

Ces matériaux ne sont pas compactables et rendent difficile le compactage des couches de sols classique les surmontant (le remblai avec chips de pneus est fait en alternant couches de chips et couches de sols). Les essais classiques sont difficilement réalisables dans ces matériaux.



Figure 20 : Tranchée couverte de St-Paul (source : www.temoignages.re)

► Terrain de sport synthétique (lestage de granulats) et sous-couche pour aire de jeux pour enfants (usage des granulats 1,5 – 4 mm en sous-couche mélangé avec de la résine) :

Client	Localisation	Chantier	Produit	Usage	Source donnée
Tom Player	-	-	Granulat	Aire de Jeux	SOLYVAL
Equilibre	-	-	Granulat	Aire de jeux	SOLYVAL
Citec	-	-	Granulat	Aire de jeux	SOLYVAL
Département	Saint-Pierre	Collège Ligne des bambous	-	Terrain de sport	Département
-	Saint-André	Collège terrain Fayard	-	Terrain de sport	Département
HCB	Saint-Pierre	-	Granulat	Aire de jeux	Reportage TV SOLYVAL sur Daylimotion

Tableau 10 : Etat des lieux de l'emploi des produits issus du recyclage de pneus sur l'île

► Réalisation de gabions : les pneus usagés entiers (en particulier les pneus poids lourds) sont comprimés et encagés par un grillage métallique sous forme de ballots et utilisés ensuite comme matériau dans les ouvrages de type murs et remblais. Cette technique utilise également les « chips de pneus » ;

► Utilisation de granulats de pneus pour drainer les eaux de pluies sur les chaussées ;

► Incorporation des fibres textiles dans les enrobés :

On peut intégrer dans les enrobés les fibres textiles issues du pneu, après nettoyage et traitement de celles-ci. Plusieurs études ont été réalisées afin de vérifier les caractéristiques de ce produit et d'en optimiser le dosage. Il en résulte que l'incorporation des fibres traitées permet d'améliorer de 20 % la résistance à la fatigue du revêtement, entraînant ainsi une augmentation de la durée de vie de l'enrobé de plusieurs années (Études Aliapur, Ademe, PR Industrie, RINCENT BTP - 2005) ;

► Incorporation de granulats ou de fibres textiles issus du broyage de pneus usagés dans des mortiers et bétons à base cimentaire :

Des études sont en cours afin d'étudier les opportunités résultant de l'incorporation de granulats ou de fibres textiles issus du broyage de pneus usagés dans des mortiers et bétons à base cimentaire.

Par cette incorporation, il s'agit à la fois d'alléger le béton et d'en augmenter les performances (accroissement de la résistance à la fissuration et de la capacité de déformation de ces matériaux).

Au-delà des applications pour lesquelles la résistance à la fissuration due à une déformation est une priorité, le recours aux fibres textiles est également un atout pour les techniques de renforcement de sol.

Ces différentes utilisations des granulats ou de fibres textiles de pneus usagés dans des matériaux à base cimentaire représentent de voies de valorisation à exploiter.

► Normes :

- XP T47-751 : Détermination du format des produits issus du broyage primaire. Méthode manuelle basée sur la mesure de la plus grande longueur projetée ;
- XP T47-752 : Détermination de la granulométrie des granulats issus de pneus usagés non réutilisables. Méthode basée sur le tamisage mécanique des produits ;
- XP T47-753 : Détermination du format des produits issus du broyage primaire. Méthode basée sur la mesure automatisée de la plus grande longueur projetée ;
- XP T47-754 : Détermination du taux de fils métalliques ferreux dans les granulats issus de PUNR à l'issue de procédés de granulation. Méthode basée sur le tri magnétique des produits ;
- XP T47-755 : Échantillonnage de granulats issus de PUNR. Méthode basée sur la réalisation d'un échantillon représentatif du contenu d'un big-bag par prélèvements successifs à différentes hauteurs ;
- XP T 47-757 : Détermination du format des produits issus du broyage primaire. Méthode d'évaluation de barbules.
- XP T47-761-1 : Détermination du taux d'impuretés résiduelles des fils métalliques ferreux issus du broyage primaire ou de la granulation de PUNR - Méthode de référence basée sur la décomposition thermique en atmosphère inerte ;
- XP T47-765 : Caractérisation des granulats issus de procédés de granulation - Guide pour une campagne d'essai ;
- XP T47-762-1 : Échantillonnage et prélèvement de fils métalliques issus de broyage primaire ou granulation - Partie 1 : scénario convoyeur.

► Documents techniques :

- La publication « AIPCR - association mondiale de la route « matériaux légers pour remblais - 1997 » fixe des règles pour l'utilisation comme remblais légers de pneumatiques broyés (matériaux qui restent soumis au risque de combustion interne).
- SETRA (Service d'Etudes Techniques des Routes et Autoroutes), 1989. « *Le PNEUSOL (Soutènement-Répartiteur de contraintes)*. » Note d'Information Technique n° 47.

8.1 UTILISATION EN MARCHÉS PUBLICS

8.1.1 Règles d'utilisation

Le présent guide montre que les matériaux recyclés produits sur l'île de la Réunion sont propres à être employés pour de multiples usages, dans la mesure où les productions respectent les critères d'utilisation. Il convient de rappeler aux Maîtres d'ouvrage que seules les installations de recyclage locales agréées (installations déclarées et/ou autorisées au titre du code de l'Environnement) sont à promouvoir dans le cadre de marchés où des matériaux recyclés peuvent être utilisés.

Conformément à la charte des bonnes pratiques pour la gestion des déchets du BTP de la Réunion de 2006, la valorisation et l'utilisation de matériaux recyclés doivent être privilégiées. En conséquence, les marchés publics ne doivent pas en entraver leur utilisation, ni la valorisation des déchets produits. Au contraire, les maîtres d'ouvrage publics doivent encourager le recours à l'utilisation de matériaux recyclés, de façon volontariste, sous réserve que cette exigence ne se traduise pas dans les faits comme une clause discriminatoire en faveur d'un ou deux fournisseurs.

En application d'une stratégie environnementale, un maître d'ouvrage peut aider à promouvoir l'utilisation de graves recyclées produits dans des installations agréées locales, par les moyens suivants :

- ▶ Établir le projet avec une solution de base en grave de recyclage ou dans le cas contraire avec la possibilité aux candidats de proposer une variante intégrant ces matériaux ;
- ▶ Définir au règlement de consultation, des objectifs environnementaux favorisant l'utilisation et/ou la production de matériaux recyclés (gestion des déchets de chantier avec valorisation sur site ou hors site en recyclage par exemple).

Il est rappelé que l'article 18 de la loi du 15 juillet 1975 (code de l'environnement L-541-33) interdit de refuser un produit de recyclage sur le seul fait de son origine. Ce sont donc les caractéristiques présentées dans la fiche technique produit (FTP) qui sont les outils d'acceptation ou non d'un matériau dans un ouvrage de construction.

Dans le cadre d'une démarche volontariste d'un maître d'ouvrage, pour favoriser l'utilisation de matériaux recyclés dans la construction de son ouvrage, il conviendra au préalable, lors des phases de conception de vérifier :

- ▶ Que cela ne conduise pas à constituer un critère discriminatoire susceptible de fausser le jeu de la concurrence ;
- ▶ Que les volumes exigés soient compatibles, sur la période des travaux, avec les capacités de production locales (aspect technique) et que leur utilisation n'induit pas de surcoûts de transport (aspect financier) comparativement à un approvisionnement en matériaux de carrières.

Dans une logique de développement durable, le recours à des matériaux recyclés doit intégrer une réflexion sur le transport de ces matériaux entre les sites de production et les zones de travaux concernés. Cela est d'autant plus justifié dans le contexte réunionnais étant donné le nombre limité des centres de production de matériaux recyclés.

8.1.2 Cas courant pour la prescription de matériaux recyclés

Les matériaux recyclés élaborés et caractérisés sont assimilables à des matériaux de carrière, et conduisent pour la plupart des usages à un dimensionnement comparable de la structure routière.

Le CCTP doit être rédigé de façon à permettre cette utilisation. Notamment il est recommandé d'exprimer le plus clairement possible le niveau de performances mécaniques à atteindre à court et long terme, plutôt que d'indiquer des clauses de mise en œuvre des graves qui ne seraient pas applicables à tous les matériaux proposés.

Dans le cas général, la réponse d'une entreprise à un appel d'offre avec une grave de recyclage n'est pas une variante si cela ne change pas le dimensionnement de l'ouvrage et le quantitatif du bordereau estimatif. Le cas courant correspond donc à l'obligation de fourniture d'une FTP actualisée, ce qui peut être simplement précisé dans le CCTP.

8.1.3 Cas des variantes

Dans le cas où la proposition d'utilisation de grave de recyclage conduit à un changement de dimensionnement de la structure ou à des dispositions particulières de mise en œuvre, cela peut correspondre à une variante. Il est rappelé que, par défaut de stipulations particulières, le code des marchés publics prévoit que les variantes sont autorisées.

Si, pour des raisons fondées, le maître d'ouvrage veut limiter les possibilités de variante, il est vivement recommandé de laisser ouverte la possibilité aux entreprises d'en proposer une avec l'emploi de matériaux recyclés, à charge pour elles d'en définir les conditions (dimensionnement, dispositions relatives à la mise en œuvre). Elles pourront utilement s'inspirer en ce sens du présent guide.

8.2 COÛT DES MATÉRIAUX RECYCLÉS

D'après les informations communiquées par les acteurs du BTP local pour l'élaboration du présent guide, les prix de vente pratiqués pour les graves recyclées **sont inférieurs d'environ 30 % à ceux des matériaux naturels.**

Cette diminution du prix s'explique par des étapes de concassage et de lavage moins nombreuses ainsi qu'un transport sur de plus courtes distances.

La répartition du coût pour les matériaux recyclés est la suivante :

- 10 à 20 % lié au tri ;
- 20 à 25 % lié au transport sur le lieu de traitement ;
- 60 à 65 % lié aux matériels utilisés pour la transformation (pelle, chargeur concasseur) ;
- 5 à 10 % lié au stockage et au rechargement.

Ces pourcentages ainsi que le prix d'une grave recyclée varient selon la qualité des matériaux à recycler et donc sur le besoin ou non d'avoir un tri fin (mécanique et / ou manuel). L'optimisation des phases de tri via une procédure stricte pour l'acceptation des déchets entrants sur les installations de recyclage peut permettre de diminuer le coût d'une grave recyclée.



“PRÉCONISATION DES MATÉRIAUX RECYCLÉS TYPE GRAVES RECYCLÉES DANS LES CHANTIERS DE BTP” POUR L’ÉLABORATION D’UN DCE

Partie à intégrer au Cahier des Clauses Administratives Particulières (CCAP) :

Préambule :

Cette fiche de préconisation est à insérer dans les pièces contractuelles du marché dans le cas où le maître d’ouvrage responsable souhaite promouvoir l’utilisation des matériaux recyclés sur les chantiers de BTP et lorsque les conditions techniques le permettent.

Généralités :

Le maître d’ouvrage responsable qui souhaite s’engager dans une démarche volontariste de préservation des ressources naturelles peut promouvoir l’utilisation de matériaux recyclés quand les conditions techniques et économiques le permettent et en se référant au guide « **Utilisation des déchets recyclés pour le BTP à La Réunion** » (BRGM 2012/RP-60807-FR de Mars 2012).

Cette volonté s’inscrit dans le cadre des prescriptions réglementaires :

- Circulaire du 18 Juin 2001 relative à la gestion des déchets routiers du réseau national demande la valorisation et le recyclage des déchets issus de la route ainsi que la réutilisation des matériaux recyclés issus du BTP et de la route, dans la construction routière
- Circulaire du 25 Mars 2009 concerne spécifiquement le recyclage d’agrégats d’enrobé bitumineux, issus notamment de fraisage des chaussées aux liants hydrocarbonés.
- Loi N°2009-967 du 03 Août 2009 de programmation relative à la mise en œuvre du Grenelle de l’environnement (dite loi Grenelle 1) et Loi N°2012-788 du 12 Juillet 2010 portant engagement national pour l’environnement (dite loi Grenelle 2), dont l’objectif est d’instaurer des plans départementaux de gestion des déchets issus du BTP en privilégiant l’utilisation des matériaux recyclés.

Partie à intégrer au Cahier des Clause Techniques Particulières (CCTP) – Chapitre/ Article : « Provenance – Qualité des matériaux » :

1 LA QUALITÉ DES MATÉRIAUX RECYCLÉS :

Le producteur de matériaux recyclés doit :

- ▶ Fournir des FTP (Fiche Technique Produit) pour les produits utilisés, dans lesquelles sont mentionnés :
 - la classification des matériaux
 - les caractéristiques mécaniques
 - les caractéristiques physico-chimiques (garantir le caractère inerte)
- ▶ Fournir l’ensemble des derniers contrôles et analyses effectués.

2

PROVENANCE ET CARACTÉRISTIQUES DES MATÉRIAUX :

► L'unité de recyclage (plateforme de tri des déchets du BTP) doit être obligatoirement **déclarée ou autorisée ICPE au titre du code de l'environnement**. Si les matériaux proviennent d'une l'Installation de Stockage des Déchets Inertes (ISDI), celle-ci doit disposer d'une autorisation d'exploitation délivré par la préfecture.

► **Protocole de réception** des déchets entrants : le producteur de matériaux recyclés a en charge la sélection des matériaux entrants à recycler et assure selon les gisements acceptés, un contrôle périodique adapté des caractéristiques environnementales des graves de recyclage (Emission et réception Bordereau de suivi des déchets). Le producteur doit donc fournir le processus de production avec mention des contrôles effectués :

- Les procédures de tri avant recyclage
- Les prétraitements
- Les procédés d'élaboration

► Fournir le processus de production des matériaux ou **PAQ (Plan assurance qualité)** contenant :

- Granulométrie
- Teneur en fines
- Propreté
- Test LA et MDE
- Caractère inerte des lots

La présente fiche sera listée aux pièces contractuelles du marché.

10 GLOSSAIRE

AEP	Alimentation en Eau Potable
AFNOR	Agence Française de Normalisation
BBM	Béton Bitumineux Mince
BBSG	Béton Bitumineux Semi-Grenu
BTP	Bâtiment et Travaux Publics
BRGM	Bureau de Recherches Géologiques et Minières
CCTP	Cahier des Clauses Techniques Particulières
CERBTTP	Cellule Economique Régionale du BTP
CFTR	Comité Français pour les Techniques Routières
EN	Norme Européenne
FTP	Fiche Technique Produit
GC	Génie Civile
GNT	Grave Non Traitée
GTOI	Grands Travaux de l'Océan Indien
GTR	Guide des Terrassements Routiers
ICPE	Installation Classée pour la Protection de l'Environnement
ISDnD	Installation de Stockage de Déchets Non Dangereux
ISDI	Installation de Stockage des Déchets Inertes
LA	Los Angeles
LCPC	Laboratoire Central des Ponts et Chaussées
MDE	Micro Deval
MEEDDAT	Ministère de l'Ecologie, de l'Energie du Développement Durable et de l'Aménagement du Territoire
NBR	Nitrile Butadiene Rubber
NF	Norme Française
PAQ	Plan d'Assurance Qualité
PL	Poids Lourds
SBR	Styrène-Butadiène
SBTPC	Société Bourbonnaise de Travaux Publics et Construction
SCPR	Société Concassage Préfabriqué Réunion
SETRA	Service d'Etudes sur le Transports, les routes et leurs Aménagements
STS	Sud Traitement Services
TP	Travaux Publics
VBs	Valeur de Bleu de méthylène du Sol
VL	Véhicule léger
Vsi	Valeur Spécifiée Inférieure
Vss	Valeur Spécifiée Supérieure
XP	Norme Expérimentale

Blanc C., avec la participation de F.Lefevre (MEDDTL), G.Boissard (BRGM) et B.Hazebrouck (INERIS) (2011), Guide de réutilisation hors site des terres excavées en technique routière et dans des projets d'aménagement, version n°3, rapport Brgm-RP-60013-FR, 38 p.

Le Berre P., Françoise L., Colin S., (2010), Schéma Départemental des Carrières de la Réunion, rapport Brgm-RP-57788-FR, 200 p.

SETRA - Service d'Études Techniques des Routes et Autoroutes (2010) – Guide méthodologique - Acceptabilité de matériaux alternatifs en techniques routières -Évaluation environnementale, 43 p.

SETRA - Service d'Études Techniques des Routes et Autoroutes (1989) – Note d'information technique n°47 – Le Pneusol (soutènement – répartiteur de contraintes), 4 p.

SETRA - Service d'Études Techniques des Routes et Autoroutes (2000) – Guide technique - Réalisation des remblais et des couches de forme – fascicules I et II, 211 p.

SETRA - Service d'Études Techniques des Routes et Autoroutes (1994) – Guide technique - Remblayage des tranchées et réfection des chaussées, 71 p.

SETRA - Service d'Études Techniques des Routes et Autoroutes (2004) – Guide technique – Retraitement des chaussées et recyclage des matériaux bitumineux de chaussées à chaud – 36 p.

SETRA - Service d'Études Techniques des Routes et Autoroutes (2008) – Guide technique – Utilisation des normes enrobés à chaud – 39 p.

Trivalor, Sicle AB, CERBTP (2004), Plan départemental de gestion des déchets du bâtiment et des travaux publics de la Réunion, 154 p.



Géosciences pour une Terre durable

brgm

Centre scientifique et technique
3, avenue Claude-Guillemin
BP 36009 - 45060 – Orléans Cedex 2 – France
Tél. : 02 38 64 34 34

Service géologique régional Réunion
5, rue Sainte Anne
97478 Saint Denis
Tél. : 02 62 21 22 14