



INFORMER POUR MIEUX VALORISER

Matériaux alternatifs en infrastructures GRAVES DE DÉCONSTRUCTION

MANUEL 4




**CONSULTATION
SIMPLE & RAPIDE**
En un clic, accédez
à la page souhaitée

► MANUELS À DESTINATION
DES ACTEURS DES TRAVAUX PUBLICS



 Pour aller plus loin :
www.myfrtp-normandie.fr



SOMMAIRE

▶ INTRODUCTION	3
▶ GISEMENT	4
▶ ELABORATION DES MATERIAUX	7
Méthodologie	7
Installations de recyclage	8
▶ CARACTERISATION & CLASSIFICATION DES MATERIAUX	9
Caractérisation environnementale	9
Caractérisation et classification géotechnique	12
<i>Dénomination</i>	12
<i>Classification</i>	13
▶ ASSURANCE QUALITE	14
Volet environnemental	14
<i>Cas général</i>	14
<i>Cas des installations fonctionnant en continu</i>	14
Volet géotechnique	15
▶ DOMAINES & CONDITIONS D'EMPLOI	16
Cadre environnemental	16
Cadre technique	19
<i>Remblais généraux</i>	19
<i>Remblais de tranchées</i>	19
<i>Remblais contigus de murs de soutènement et de culées de ponts</i>	20
<i>Couches de forme et assise de chaussées</i>	20
▶ LE COIN DU PRESCRIPTEUR	21
<i>Prescriptions environnementales</i>	21
<i>Remblais généraux</i>	21
<i>Remblais techniques</i>	22
<i>Remblais de tranchées</i>	22
<i>Couche de forme et couche d'assise</i>	23
<i>Cas des graves de déconstruction non traités</i>	24
<i>Cas des graves de déconstruction traitées au liant hydraulique</i>	24
▶ BIBLIOGRAPHIE	25
<i>Guides</i>	25
<i>Normes</i>	26
<i>Remerciements</i>	27

INTRODUCTION

Dans le cadre du développement économique, des restructurations de zones industrielles, d'aménagement d'ouvrages existants ou des travaux urbains de réhabilitation, l'activité BTP normande génère un volume considérable de matériaux de démolitions issus de bâtiments, d'ouvrages de génie civil ou de structures routières.

Ces matériaux granulaires appelés « bétons et produits de démolition » ou plus récemment « matériaux de déconstruction issus du BTP », présentent dans la majeure partie des cas un caractère inerte au sens de l'arrêté du 12 décembre 2014 [1]. Ils sont une source de substitution aux matériaux naturels.

Leur processus de transformation et d'élaboration en matériaux granulaires de type « graves recyclées » est maintenant bien connu et maîtrisé par les producteurs qui sont le plus souvent des entreprises du BTP. Toutefois les maîtres d'ouvrage et maîtres d'œuvre manquent probablement encore de repères suffisants ou de réflexes pour avoir recours à ces matériaux, et contribuer à ce que leurs chantiers puissent être de bons gisements de granulats.

Champ d'application du manuel

Les matériaux faisant l'objet du manuel sont issus des travaux de déconstruction de bâtiments, d'ouvrages de génie civil ou de structures de chaussées, non ou peu pollués par des matières argileuses.

Ils sont ainsi produits à partir des matériaux récupérés tels que :

- Matériaux naturels non liés,
- Produits formulés, comme les sables ou graves cimentés,
- Bétons
- Enrobés qui n'ont pas pu être isolés lors de la déconstruction.

Les couches d'enrobés doivent être déconstruites de façon sélective pour privilégier une valorisation à plus forte valeur ajoutée des agrégats d'enrobés dans les usines d'enrobage. Cette valorisation est aujourd'hui très courante et bien maîtrisée dans les enrobés hydrocarbonés dits « à chaud », « tièdes » ou « à froid ». On se doit de l'encourager

et c'est pourquoi l'utilisation d'agrégats d'enrobés « purs » ne fait pas l'objet de ce manuel.

Les matériaux de déconstruction sont essentiellement élaborés sur des plateformes de recyclage indépendantes des chantiers, mais ils peuvent aussi être produits par des équipements mobiles installés temporairement sur le chantier d'origine où ils peuvent être directement valorisés.

IMPORTANT

La qualité des graves de déconstruction est très dépendante des modalités de déconstruction des ouvrages qui en sont à l'origine. Les diagnostics en amont des chantiers de déconstruction sont donc essentiels pour pouvoir identifier les gisements et programmer les tris adéquats « suivant les meilleures technologies disponibles à un coût économiquement acceptable ».

I 3

Les guides et monographies de mars 2000 sur les matériaux de Haute-Normandie ne traitaient les dits « matériaux de démolition » que dans le groupe des monographies [2]. Depuis les plateformes de recyclage se sont multipliées.

Comme pour les sols et craies, le présent manuel actualise les données, les modalités de réemploi ou de réutilisation présentés dans la monographie de mars 2000, ceci pour les matériaux aujourd'hui dénommés "matériaux de déconstruction issus du BTP". Le nouveau manuel fait référence aux documents nationaux en vigueur, en particulier ceux récents relatifs à l'acceptabilité environnementale aujourd'hui particulièrement bien cadrée.

GISEMENT

► **L'activité BTP de Normandie a généré près de 3,6 millions de tonnes de déchets inertes en 2015. Il s'agit ici de la quantité sortie des chantiers sachant par ailleurs qu'une partie des matériaux de déconstruction, difficile à quantifier, est déjà réemployée sur les chantiers d'origine.**

Les matériaux issus de démolitions, que nous nommerons « *Matériaux de déconstruction du BTP* » dans la suite de ce manuel, représentent près de 18% de la quantité de déchets inertes, soit un potentiel de 650 000 tonnes (source enquête régionale « *État des lieux « déchets et recyclage dans la filière du BTP en Normandie - Volumes et flux de déchets et de matériaux recyclés du BTP en 2015* »)[3].

Elles ont été répertoriées par la profession et on peut en retrouver la liste, la localisation et un certain nombre d'informations complémentaires, sur différents sites internet professionnels.

A la date de rédaction du présent manuel on peut citer :

→ Le site de la FRTP dédié¹ :

www.myfrtp-normandie.fr

→ Le site de la FNTP² et de l'UNICEM³ :

<http://materrio.construction/>

La carte ci-dessous donne une image de la répartition des plateformes en 2018, il convient toutefois de *consulter les sites internet pour disposer des données actualisées.*

EN 2017

47

PLATEFORMES DE RECYCLAGE

Réparties sur l'ensemble de la Normandie

4 |



Carte extraite du site MyFRTP Normandie

¹ Fédération Régionale des Travaux Publics de Normandie

² Fédération Nationale des Travaux Publics

³ Union Nationale des Industries des Carrières et de Matériaux de Construction

Les plateformes de recyclage de matériaux granulaires sont visibles sur cette carte.

Le gisement est essentiellement celui des matériaux inertes répertoriés dans l'annexe I de l'Arrêté du 12 décembre 2014 relatif aux conditions d'admission des déchets inertes dans les installations relevant des rubriques 2515, 2516, 2517 et dans les installations de stockage de déchets inertes relevant de la rubrique 2760 de la nomenclature des installations classées.

Il est aujourd'hui complété par les matériaux non dangereux non inertes, tel que définis dans le guide d'acceptabilité relatif aux matériaux de déconstruction du BTP.



► Broyage de poteaux béton déposés (14) - SMC

Les principaux déchets qui constituent le gisement sont ceux répertoriés dans le tableau suivant :

Extrait de la liste des déchets admissibles sans réalisation de la procédure d'acceptation préalable inscrite dans l'arrêté du 12 décembre 2014 relatif aux conditions d'admission des déchets inertes.

Code déchet ⁽¹⁾	Description ⁽¹⁾	Restrictions
17 01 01	Béton	Uniquement les déchets de production et de commercialisation ainsi que les déchets de construction et de démolition ne provenant pas de sites contaminés, triés
17 01 02	Briques	
17 01 03	Tuiles et céramique	
17 01 07	Mélanges de béton, tuiles et céramiques ne contenant pas de substances dangereuses	Uniquement les déchets de construction et de démolition ne provenant pas de sites contaminés, triés
17 02 02	Verre	Sans cadre ou montant de fenêtres
17 03 02	Mélanges bitumineux ne contenant pas de goudron	Uniquement les déchets de production et de commercialisation ainsi que les déchets de déconstruction et de démolition ne provenant pas de sites contaminés, triés
17 05 04	Terre et cailloux ne contenant pas de substances dangereuses	A l'exclusion de la terre végétale, de la tourbe et des terres et cailloux provenant de sites contaminés

⁽¹⁾Annexe II à l'article R. 541-B du code de l'environnement.

Les bétons, graves et cailloux de déconstruction sont généralement de très bonne qualité en Normandie compte tenu des gisements d'origines, locaux ou voisins (essentiellement des gisements alluvionnaires silico-calcaires et de roches éruptives normands, ou des calcaires durs en provenance des Hauts de France). Il peut toutefois trouver localement des matériaux de déconstruction relativement tendres (calcaire Jurassique) dans le Pays de Bray et ses alentours (en haute Normandie), et

sur une bande Caen - Argentan - Falaise et ses alentours (en basse Normandie).

Dans le cas de déconstructions de bâtiments il faut toutefois surveiller les taux de présence de briques et tuiles qui pourraient fortement impacter les caractéristiques des granulats de recyclage qui en contiendraient.

Des éléments plus précis sur les caractéristiques mécaniques sont présentés au chapitre « Caractérisation géotechnique ».

► Les multiples origines des matériaux de déconstruction nécessitent une identification rigoureuse et un tri sur le chantier même qui les génère. Des justifications et des contrôles s'imposent avant et/ou en entrée du recyclage :

→ Identifier les matériaux lors de l'élaboration des projets de déconstruction

Il faut distinguer les natures de matériaux de déconstruction conformément aux désignations du tableau précédent. Dans le cas de présence de matériaux bitumineux il faut souligner que le producteur de ces matériaux doit apporter des informations permettant d'écartier les risques de présence de fibres d'amiante, et de HAP (goudron et dérivés) en excès (voir les seuils HAP au chapitre Caractérisation Environnementale), la dilution étant interdite. En l'absence de ces informations, le matériau est isolé afin de procéder aux caractérisations réglementaires.

6 |

→ Déconstruire de façon sélective, séparer dès que possible

Il faut pousser les chantiers producteurs à faire de la déconstruction sélective pour permettre la meilleure valorisation des matériaux de déconstruction. En particulier la séparation des matériaux bitumineux dans un objectif de réutilisation dans des enrobés doit être systématisée.

Le tri ultérieur sur plateforme de recyclage est très difficile, voire illusoire, et les matériaux bitumineux mélangés avec ceux d'autres techniques ne sont généralement pas acceptés par les usines d'enrobage.

Dans le cadre du présent manuel qui ne concerne pas le recyclage des agrégats d'enrobés, il est raisonnable de faire en sorte que les agrégats d'enrobés ne représentent pas plus de trente pour cent en masse des matériaux à recycler.

→ Réceptionner les matériaux bruts à l'entrée du centre de recyclage

La procédure à suivre pour réceptionner les entrants est détaillée dans le tableau 2 du chapitre 2.2.1 du Guide d'acceptabilité environnementale dédié aux matériaux de déconstruction issus du BTP [4]. Ce tableau met en particulier l'accent sur la connaissance de résultats d'analyses environnementales avant acceptation.

Ainsi la réception se fait à l'entrée du centre de recyclage par un premier contrôle du bordereau de suivi. Son contenu doit être conforme à la réglementation et, lorsque cela s'impose, en adéquation avec la demande d'acceptation préalable et ses justificatifs (attestation motivées et/ou résultats d'analyses).

Il est ensuite procédé au contrôle visuel et olfactif (recherche de plâtre, présence d'hydrocarbures, et autres indésirables...). Un contrôle au déchargement complète les observations possibles en entrée. Le matériau est refusé en cas de détection de matières prohibées ou fait au moins l'objet d'un tri en cas de simples indésirables à écarter.

Ces contrôles en entrée peuvent être complétés par les analyses jugées nécessaires, complémentaires ou contradictoires.

Les matériaux peuvent ensuite être stockés en fonction de leur nature et du prétraitement qu'ils devront recevoir : brise roche hydraulique, pinces à ferrailles, tri manuel des plastiques, bois, etc...

ÉLABORATION DES MATERIAUX

MÉTHODOLOGIE

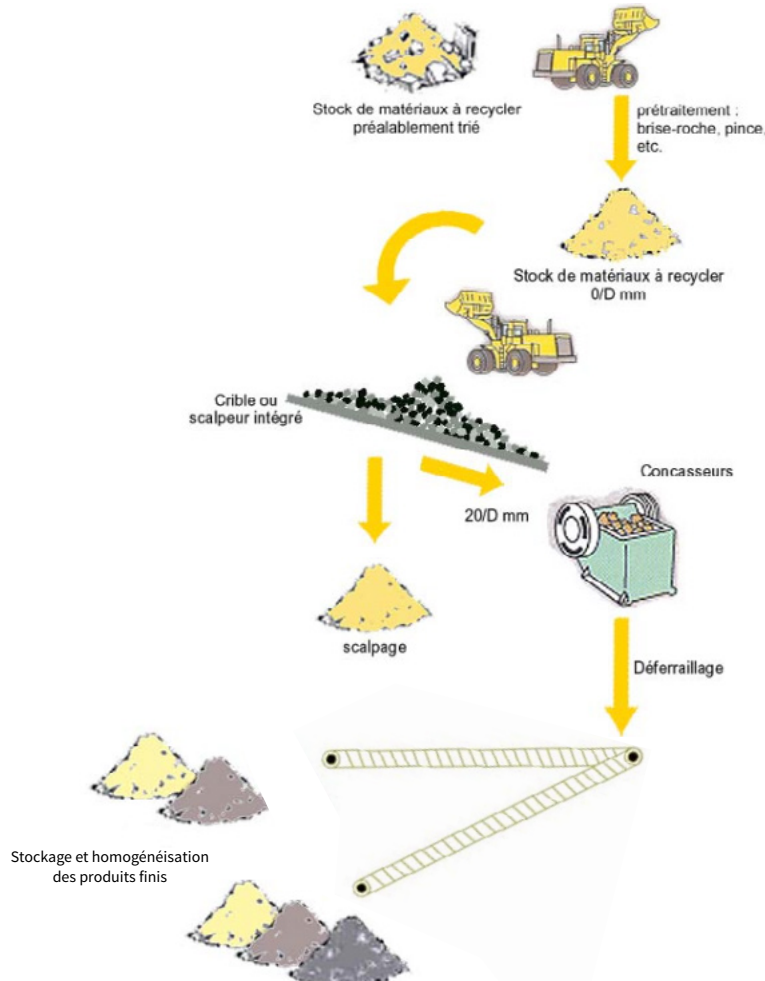
► **L'hétérogénéité du gisement rend indispensable l'application d'une méthodologie d'élaboration rigoureuse, notamment dès le début de la filière. C'est à cette condition qu'il sera possible de produire des matériaux dont les caractéristiques géotechniques seront suffisamment homogènes. Il faut ainsi :**

→ **Homogénéiser au stockage** et lors de l'alimentation de l'installation de recyclage les matériaux entrants

→ **Elaborer les matériaux selon le type d'installation fixe ou mobile**

Les principes d'élaboration sont bien connus. Ils s'apparentent à ceux des installations de carrières à la différence que le gisement est le plus souvent hétérogène et qu'il contient souvent des ferrallages, parfois denses, et plus ou moins d'éléments indésirables qu'il faut extraire et orienter vers les filières de valorisation ou d'élimination adéquates.

Schéma classique de l'élaboration d'une grave de déconstruction



INSTALLATIONS DE RECYCLAGE

► **Les installations de recyclage sont souvent désignées sous le terme plateformes de recyclage. Parmi celles-ci on peut distinguer :**

→ **Celles permanentes disposant d'équipements fixes**, généralement situées à proximité des grands centres de production, où se justifie la mise en place de matériels de recyclage concassage à grand débit, et qui permettent une gestion des matériaux adaptée à la quantité et à la diversité du gisement,

→ **Celles permanentes qui font appel à des équipements mobiles** mis en place lors d'interventions ponctuelles de plusieurs jours à plusieurs semaines dès que la quantité des stocks à traiter atteint 500 à 15 000 t. Cette solution permet de minimiser les coûts de traitement en mutualisant les équipements,

8 |

→ **Celles installées temporairement sur un chantier** le temps d'y traiter les matériaux de déconstruction qui y sont valorisables.

Qu'elles soient fixes ou mobiles, les installations de recyclage comprennent des équipements qui permettent de transformer les matériaux de déconstructions issus du BTP en des matériaux granulaires réemployables ou réutilisables sur les chantiers, en passant ou non par d'autres installations de transformation ou de traitement (centrale à béton, centrale de malaxage de graves, poste d'enrobage....

À SAVOIR

Dès que la puissance de l'ensemble des machines fixes pouvant concourir simultanément au fonctionnement de l'installation est supérieure à 40 kW, il s'agit réglementairement d'une Installation Classée Pour l'Environnement (ICPE) soumise à déclaration, enregistrement ou autorisation.

Parmi ces 3 régimes administratifs, celui qui s'applique dépend du caractère ponctuel ou permanent et du niveau de la puissance précédente.

A la date de rédaction du présent manuel la réglementation était en cours d'évolution, avec pour projet de supprimer le régime d'autorisation au profit d'une extension du régime d'enregistrement.

Pour connaître la réglementation en vigueur il convient de consulter la nomenclature des ICPE sur le site AiDA (INERIS) : https://aida.ineris.fr/liste_documents/1/18016/1



► Concassage criblage de poteaux béton déposés - SMC

CARACTERISATION & CLASSIFICATION DES MATERIAUX

CARACTÉRISATION ENVIRONNEMENTALE

► **Les principaux documents nationaux de référence pour aborder les aspects environnementaux de la réutilisation des matériaux de déconstruction issus du BTP sont :**

1 **Le guide d'application Cerema** «*Acceptabilité environnementale de matériaux alternatifs en technique routière, les matériaux de déconstruction issus du BTP*», de janvier 2016 [4]

2 **La note d'information n° 32 de l'IDRRIM** : Acceptabilité environnementale des matériaux alternatifs en technique routière, d'avril 2017 [5]



Il faut ajouter à cela la note technique du 29 mars 2016 de la Direction Générale de la Prévention des Risques (DGPR) du Ministère de l'Environnement, de l'Energie et de la Mer, relative à la «*nature des ouvrages de travaux publics dont l'examen de l'acceptabilité environnementale est comparable à celle des ouvrages routiers*» [6]. (Voir aussi son courrier d'accompagnement à l'attention des DREAL précisant la nature des ouvrages de travaux publics comparables aux ouvrages routiers pour l'examen de cette acceptabilité).

En résumé, le guide d'application du Cerema [4] distingue trois familles de matériaux dont les différents constituants sont identifiés par tri, pour pouvoir appliquer à chacune de ces familles des critères environnementaux spécifiques à leurs risques associés de présence d'éléments chimiques à caractère polluant :

- **La famille « ENROBE »**, constituée de matériaux bitumineux qui ne fait pas partie du champ d'application du manuel.
- **La famille « BETON »**, et la **famille « MIXTE »**, dont les constituants sont précisés dans les deux tableaux suivants.

9

Nom de la famille	Nature des matériaux constituant cette famille	Rubrique*
Béton Rcug + Rb ≥ 90** NF EN 933-11	Bétons de déconstruction de bâtiments ou d'ouvrages de génie civil, y compris les retours de bétons prêts à l'emploi non appliqués durcis. Poteaux, bordures et pavés en béton. Sables et graves traités aux liants hydrauliques à usage routier	17 01 01
	Briques non réfractaires	17 01 02
	Tuiles et céramiques	17 01 03
	Verre	17 02 02
	Graves et granulats non traités, pavés	17 05 04
	Mélanges de béton, tuiles et céramiques ne contenant pas de substances dangereuses	17 01 07

Nom de la famille	Nature des matériaux constituant cette famille	Rubrique*
Mixte	Matériaux en mélange issus de tranchées ou de déconstructions d'assises de chaussée ou de couches de forme, traitées ou non aux liants hydrauliques ou hydrocarbonés, même si ces matériaux contiennent des matériaux alternatifs élaborés à partir de déchets minéraux d'origine industrielle (laitiers sidérurgiques, mâchefers d'incinération de déchets non dangereux, cendres volantes de charbon, sables de fonderie, etc...)	17 01 01
		17 01 02
		17 01 03
		17 02 02
		17 03 02
		17 05 04
		17 01 07 (en mélange)

* Rubrique de la nomenclature « Déchets » de l'annexe II de l'article R.541 du code de l'environnement.

** R_{cug} + R_b est le taux d'éléments de béton, produits à base de béton et mortier, granulats traités ou non au liant hydraulique, pierres naturelles, verre, terre cuite, béton cellulaire non flottant

Comme le prévoit le guide d'application [4] ces deux familles de matériaux ne sont pas soumises aux mêmes caractérisations environnementales. Les analyses en lixiviation (métaux, fluorures, chlorures et sulfates) sont

quasiment les mêmes mais les analyses en contenu total sont plus complètes pour la famille Mixte. Les paramètres chimiques à analyser sont précisés dans les tableaux suivants extraits du guide [4].

Paramètres d'analyses et valeurs limites pour la famille "Béton"

10 |

Paramètres	BÉTON	
	R _{cug} + R _b ≥ 90	NF EN 933-11
Tableau 2A du guide [4]		
Usages de type 3		
Analyse en lixiviation NF EN 12457-2 ou NF EN 12457-4 (mg/kg de matière sèche)		
As	0,6	
Ba	25	
Cd	0,05	
Cr total	0,6	
Cu	3	
Hg	0,01	
Mo	0,6	
Ni	0,5	
Pb	0,6	
Sb	0,08	
Se	0,1	
Zn	5	
Fluorures	13	
Chlorures	1000	
Sulfates	1300*/**	
Analyse en contenu total (mg/kg de matière sèche)		
Hydrocarbures (C10-C40)	500	

* Pour les installations fonctionnant en continu et dont la production répond aux conditions fixées en annexe 2D du guide [4], il est possible d'utiliser de manière alternative, le tableau 2D pour la vérification de la conformité de la production vis-à-vis du paramètre "sulfates".

** Jusqu'au 31/12/2018, l'échantillon est jugé conforme vis-à-vis du paramètre "sulfates" si la teneur mesurée est inférieure à 1800 mg/kg de matière sèche.



Paramètres d'analyses et valeurs limites pour la famille Mixte

Tableau 2C du guide [4]

Paramètres	MIXTE		
	Usages de type 1	Usages de type 2	Usages de type 3
Analyse en lixiviation NF EN 12457-2 ou NF EN 12457-4 (mg/kg de matière sèche)			
As	0,6	0,6	0,6
Ba	36	25	25
Cd	0,05	0,05	0,05
Cc total	4	2	0,6
Cc VI*	1,2	0,6	/
Cu	10	5	3
Hg	0,01	0,01	0,01
Mo	5,6	2,8	0,6
Ni	0,5	0,5	0,5
Pb	0,6	0,6	0,6
Sb	0,6	0,3	0,08
Se	0,5	0,4	0,1
Zn	5	5	5
Fluorures	60	30	13
Chlorures	10 000	5 000	1 000
Sulfates	10 000	5 000	1 300**/**
Analyse en contenu total (mg/kg de matière sèche)			
COT	30 000/60 000****	30 000/60 000****	30 000/60 000****
BTEX	6	6	6
PCB	1	1	1
Hydrocarbures (C10-C21)	300	300	300
HAP	50/500*****	50	50

* Si la teneur en chrome hexavalent (Cr VI) est supérieure à celle mesurée en chrome total, la valeur à retenir pour le chrome hexavalent est celle obtenue pour le chrome total. D'autre part, la mesure de la teneur en chrome hexavalent n'est pas à effectuer si la teneur mesurée en chrome total est inférieure à 0,6 mg/kg de matière sèche.
 ** Pour les installations fonctionnant en continu et dont la production répond aux conditions fixées en annexe 2D du guide [4], il est possible d'utiliser, de manière alternative, le tableau 2D pour la vérification de la conformité de la production vis-à-vis du paramètre "sulfates".
 *** Jusqu'au 31/12/2018, l'échantillon était jugé conforme vis-à-vis du paramètre "sulfates" si la teneur mesurée est inférieure à 1 800 mg/kg de matière sèche.
 **** Une valeur limite de 60 000mg/kg de matière sèche peut être admise, à condition que la valeur limite de 500 mg/kg de matière sèche soit respectée pour le carbone organique total sur état (analyse en lixiviation).
 ***** Une valeur limite de 500 mg/kg de matière sèche est admise dans le cas d'un recyclage à froid, c'est-à-dire sans réchauffage des agrégats d'enrobés.



CARACTÉRISATION & CLASSIFICATION GÉOTECHNIQUE

► **L'origine des matériaux constituant le gisement conduit à l'élaboration d'un produit fini à caractère granulaire dont le Dmax varie entre 0 et 150 mm.**

Dénomination

Les matériaux issus du recyclage peuvent, selon leurs caractéristiques, être considérés comme des sols sableux ou graveleux au sens de la norme **NF P11-300 [N6]**, ou comme des granulats pour assises de chaussées au sens de la norme **NF P18-545 [N9]**.

Ainsi on peut distinguer deux types de produits finis issus des processus d'élaboration :

- **Des Graves Recyclées** lorsque leurs caractéristiques géotechniques permettent une assimilation en sols (remblais ou couches de forme). Ces matériaux sont de la classe GR0 et GR1 au sens de la note IDRRIM n°22 « classification et aide au choix des matériaux granulaires recyclés pour leurs usages routiers hors agrégats d'enrobés » [7]. Le référentiel normatif est celui de la norme **NF P11-300** « Exécution des terrassements,

classification des matériaux utilisables dans la construction des remblais et des couches de forme d'infrastructures routières. » [N6].

- **Des GNT Recyclées** lorsque leurs caractéristiques géotechniques permettent une assimilation en granulat (couches de forme et d'assises de chaussées). Ce sont les GR2, GR3 et GR4 de la note IDRRIM. Le référentiel normatif est celui des normes **NF EN 13242** « Granulats pour matériaux traités aux liants hydrauliques et matériaux non traités utilisés pour les travaux de génie civil et pour la construction des chaussées » [N7], **NF EN 13285** « Graves non traitées – Spécifications » [N8] et **NF P18-545** « Granulats - Éléments de définition, conformité et codification » [N9], pour les plus élaborés.

12 |

Les critères discriminants sont indiqués dans le tableau N°2 de la note IDRRIM N°22 [7], repris ci-après.

Description	Matériaux pour remblais et couches de forme NF P11-300 [N6]		Granulats pour assises de chaussées NF P18-545 [N9]		
	GR0	GR1	GR2	GR3	GR4
Dénomination	GR0	GR1	GR2	GR3	GR4
Granularité maximale (mm)	0/150	0/80	0/31.5	0/20	0/20
Code selon NF EN 13285 [N8] (hors caractéristiques intrinsèques)			GNT 2	GNT 3	GNT 3
Caractéristiques de fabrication des gravillons					
Code de fabrication selon NF P18-545 [N9]			Code IV	Code III	Code III
Caractéristiques de fabrication des sables et des graves					
Code de fabrication selon NF P18-545 [N9]			Code c	Code b	Code b
Propreté VBS		≤ 0,2			

Suite du tableau précédent :

Description	Matériaux pour remblais et couches de forme NF P11-300 [N6]		Granulats pour assises de chaussées NF P18-545 [N9]		
	GR0	GR1	GR2	GR3	GR4
Caractéristiques intrinsèques					
LA selon NF EN 1097-2 [N1]		≤ 45	≤ 45	≤ 40	≤ 35
MDE selon NF EN 1097-1 [N2]		≤ 45	≤ 45	≤ 35	≤ 30
LA + MDE			≤ 80	≤ 65	≤ 55
Autres caractéristiques					
Sulfates solubles dans l'eau selon NF EN 1744-1 [N5] art. 10.2	SS _{0,7} (SSb)				
Identification des origines des matériaux selon NF EN 933-11 [N3]				Rcu _g 70 X1 FL5	

Classification

Grave de recyclage GR0

Ces graves sont criblées, déferrailées, épurées (bois, papiers, plastiques), homogénéisées mais peuvent contenir des fines argileuses, la propreté géotechnique n'étant pas un critère de classement et la teneur en sulfates solubles inférieure à 0.7%. Le D_{max} est fixé à 150 mm. Ces matériaux sont assimilés à des sols selon **NF P11-300 [N6]**.

Grave de recyclage GR1

C'est une grave calibrée et propre au sens au sens géotechnique avec un D_{max} de 80 mm, avec une teneur en sulfates solubles inférieure à 0.7%. La GR₁ reste du domaine de la norme sur les sols **NF P11-300 [N6]**. Elle est assimilée à un matériau de type B₃₁, C₁B₃₁ ou D₃₁. Son domaine d'application privilégié est celui des couches de forme.

Graves Non Traitée de recyclage GR2 à GR4 0/D (D ≤ 31.5 mm)

Ce sont des graves dont la propreté, le fuseau granulométrique et la dureté intrinsèque des gravillons sont maîtrisées. C'est principalement la dureté des granulats qui différencie ces classes de graves.

Le domaine d'application préférentiel est celui des assises de chaussées. Elles peuvent néanmoins être utilisées en couche de forme. Le référentiel normatif est celui des graves non traitées et des granulats pour assises de chaussées :

NF EN 13285 [N8] : la GR2 est assimilé à une GNT2 et les GR3 et GR4 à une GNT3.

NF P18-545 [N9] : la classe dureté des matériaux est de type D ou E.

NF EN 13242 [N7] : ici pour les usages non traités

| 13

À SAVOIR

Les valeurs LA sont très souvent inférieures à 25 et les valeurs MDE inférieures à 20. Ces valeurs sont principalement observées en haute Normandie et du côté ouest de la basse Normandie. Les valeurs peuvent être plus élevées dans la région de Caen et au sud de cette ville en présence du calcaire relativement tendre spécifique à ce territoire.

ASSURANCE QUALITÉ

VOLET ENVIRONNEMENTAL

Pour tous ces matériaux, il s'impose de respecter un plan d'assurance qualité conforme aux indications du Guide d'application « Acceptabilité environnementale de matériaux alternatifs en technique routière, les matériaux de déconstruction issus du BTP », Cerema, Janvier 2016 [4]

Cas général

La périodicité de la vérification de la conformité environnementale des matériaux est la suivante :

Production annuelle	Périodicité minimale des contrôles	Commentaires
Installation de recyclage dont la production de matériaux alternatifs de la famille (BÉTON, ENROBÉ ou MIXTE) concernée est > 10 000 tonnes/an*	<u>1 contrôle par mois de production</u> effectué sur un échantillon représentatif de la période de production.	À l'exception du cas mentionné au chapitre 4.2.2 du guide [4], la cession, accompagnée ou pas d'une vente des matériaux, ne peut pas intervenir avant l'obtention de l'ensemble des résultats du contrôle.
Installation de recyclage dont la production de matériaux alternatifs de la famille (BÉTON, ENROBÉ ou MIXTE) concernée est ≤ 10 000 tonnes/an*	<u>1 contrôle par lot de 5 000 tonnes</u> effectué sur un échantillon représentatif du lot, avec au minimum un contrôle par an.	La cession, accompagnée ou pas d'une vente des matériaux, ne peut pas intervenir avant l'obtention de l'ensemble des résultats du contrôle.
Installation temporaire** de recyclage de matériaux de déconstruction du BTP	<u>1 contrôle par lot de 5 000 tonnes</u> effectué sur un échantillon représentatif du lot, avec au minimum un contrôle en fin de production.	La cession, accompagnée ou pas d'une vente des matériaux, ne peut pas intervenir avant l'obtention de l'ensemble des résultats du contrôle.

14 |

* Production évaluée sur la base de l'année n-1 pour des contrôles effectués au cours de l'année n

** Installation fonctionnant sur une période unique d'une durée inférieure ou égale à six mois

Ce contrôle est associé systématiquement à la détermination de l'appartenance de l'échantillon à l'une des trois familles de matériaux (BÉTON, ENROBÉ ou MIXTE), notamment par la réalisation d'un essai mené conformément à la norme **NF EN 933-11 [N3]**.

Cas des installations fonctionnant en continu

La vérification de la conformité environnementale préalablement à la cession, accompagnée ou pas d'une vente, est la règle générale. Cependant, pour les installations de recyclage fonctionnant en continu, la vérification de la conformité environnementale postérieurement à leur cession peut être tolérée si les conditions suivantes sont réunies :

- l'installation de recyclage produit plus de 10 000 tonnes de granulats de la famille concernée (BÉTON, MIXTE ou ENROBÉ) par an ;
- les matériaux alternatifs sont produits à partir d'un stock unique homogénéisé pour lequel l'installation possède une procédure documentée spécifique de réception et de mise en stock des

matériaux de déconstruction du BTP admis ;

- les matériaux alternatifs sont produits selon un processus d'élaboration continu faisant l'objet d'une procédure documentée spécifique ;
- les matériaux alternatifs produits relèvent exclusivement des familles et types d'usage « BÉTON – Type 3 », « ENROBÉ – Type 3 » ou « MIXTE – Type 3 » et les analyses effectuées durant les 12 derniers mois de production n'ont montré aucun dépassement du référentiel d'acceptabilité environnementale associé (cf. chapitre "*Caractérisation environnementale*" du présent manuel) ;
- l'installation possède une procédure de gestion des non-conformités intégrant une information du client, une analyse des risques associés à cette non-conformité ainsi qu'une proposition de mesure corrective adaptée.

Pour les analyses environnementales, le détail des normes d'essais à employer et les limites de quantification à atteindre sont indiquées en annexe 4 du guide d'application [4] (prescriptions pour les laboratoires d'essai).

VOLET GÉOTECHNIQUE

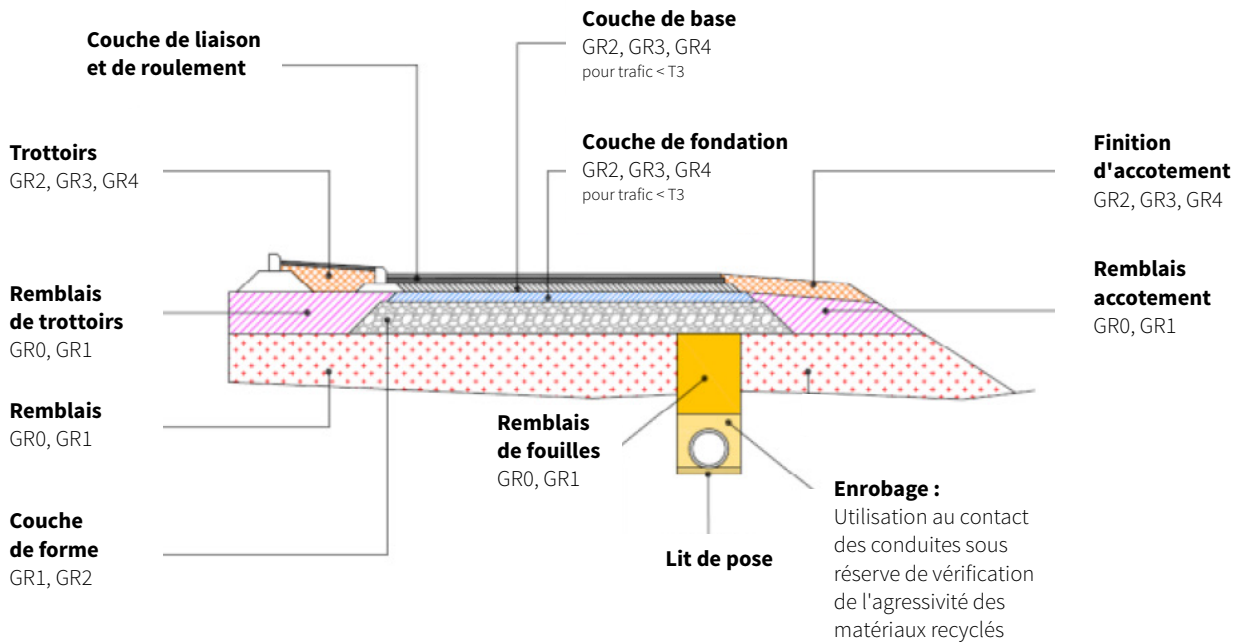
Le plan d'assurance qualité comprendra aussi les contrôles géotechniques périodiques. Le tableau ci-dessous propose des fréquences types pour les différentes caractérisations présentées dans le tableau 2 de la note IDRRIM n°22 [7].

Caractérisations	Installation fixe	Installation mobile*
Granularité	1/5 jours de production	3/lot
Qualité des fines (MB ou SE)	1/5 jours de production	3/lot
Dureté (LA et MDE)	2/an	1/lot
Sulfates	1/mois	1/lot
Origine des matériaux / Classification des constituants (NF EN 933-11)	1/mois	1/lot

*1 lot = 1 mois de production maximum

DOMAINES & CONDITIONS D'EMPLOI

► Les domaines d'emploi selon la classe des matériaux sont synthétisés dans le schéma ci-dessous.



CADRE ENVIRONNEMENTAL

► Le guide d'application « *Acceptabilité environnementale des matériaux alternatifs en technique routière, les matériaux de déconstruction issus du BTP* » [4] précise les types d'usage autorisés en fonction des résultats des caractérisations environnementales.

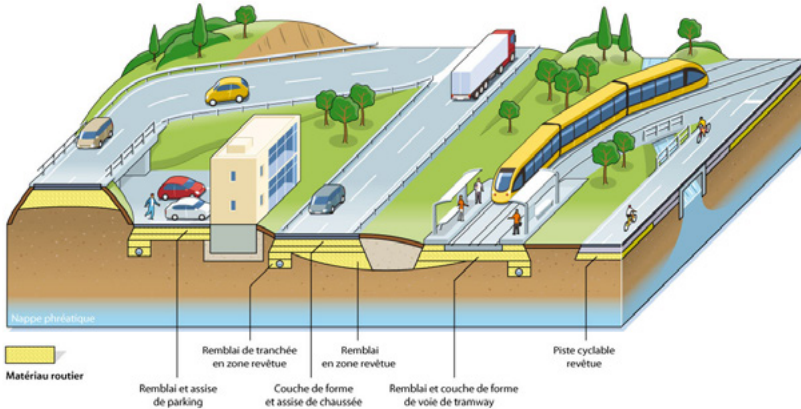
Si la grave de recyclage est effectivement de la famille « Béton » elle est en principe inerte : respect des valeurs limites indiquées dans le tableau 2A du guide d'application [4]. Ainsi il n'y a pas de limitation environnementale d'usage pour ces graves de recyclage de la famille « Béton » : on parle dans ce cas

d'usages routiers de type 3.

Les caractéristiques environnementales de graves de recyclage de la famille « Mixte » sont plus variables. Selon les résultats d'analyses chimiques du tableau 2C du guide d'application [4] on autorise les usages de type 1, 2 ou 3.

MÉMO

Usages routier "type 1"



USAGES ROUTIERS DE TYPE 1

(Ouvrages routiers revêtus)

Remblais ≤ 3 m de hauteur
Couche de forme
Couche d'assise de chaussée
Sous couche d'accotement et d'autres voies de circulation

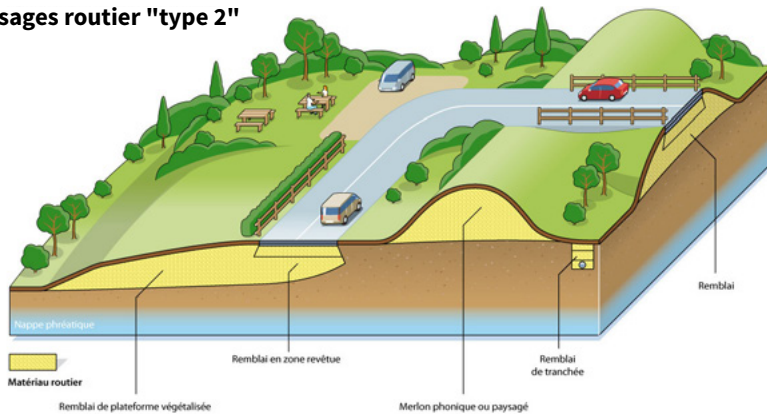
Revêtements

Asphalte
Enrobé Bitumineux
Enduit superficiel d'usure
Pente minimale 1%

Autres contraintes

Limitations d'usage liées à l'environnement immédiat

Usages routier "type 2"



USAGES ROUTIERS DE TYPE 2

(Ouvrages routiers recouverts)

Remblais ≤ 6 m de hauteur
Couche de forme
Couche de fondation
Accotement de chaussées

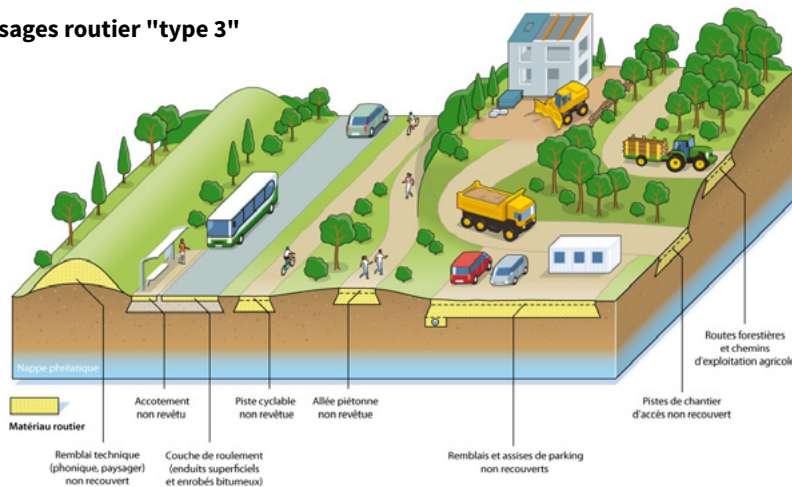
Couverture

Matériaux naturels ≥ 30 cm
Pente minimale 5%

Autres contraintes

Limitations d'usage liées à l'environnement immédiat

Usages routier "type 3"



USAGES ROUTIERS DE TYPE 3

Remblais toutes épaisseurs
Couches de forme et d'assises de chaussées
Couche de roulement
Remblai de préchargement
Systèmes drainants
Pistes de chantiers, routes forestières, chemins d'exploitation agricole et chemins de halage

Sans limitations environnementales liées à l'environnement immédiat

Rappel : Toute Grave de recyclage autorisée en usage routier de type 3 l'est aussi pour les usages routiers de type 2 ou 1.

Pour les usages de type 1 et de type 2, les limitations d'usages liées à l'environnement immédiat du chantier sont les suivantes :

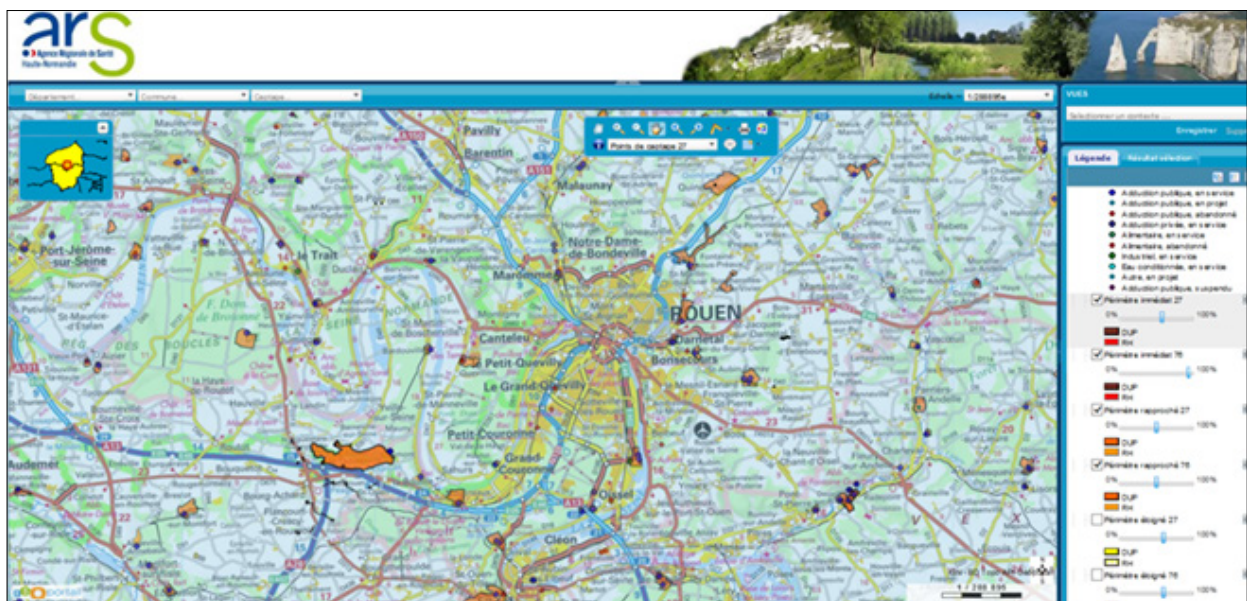
À SAVOIR

- En dehors des zones inondables et à une distance minimale de 50 m des plus hautes eaux cinquantennales ou, à défaut, des plus hautes eaux connues.
 - A une distance minimale de 30 mètres de tout cours d'eau y compris les étangs et les lacs. Cette distance est portée à 60 mètres si l'altitude du lit du cours d'eau est inférieure de plus de 20 mètres à celle de la base de l'ouvrage et dans les zones désignées comme zone de protection des habitats, des espèces, de la faune et de la flore sauvages en application de l'article L.414-1 du code de l'environnement).
 - En dehors des périmètres de protection rapprochés des captages d'alimentation en eau potable.
 - En dehors des zones couvertes par une servitude d'utilité publique instituée, en application de l'article L.211-12 de code de l'environnement, au titre de la protection de la ressource en eau
 - En dehors des parcs nationaux.
 - En dehors des zones de karsts affleurant.
- De plus, le stockage temporaire sur chantier est limité à 1 000 m³.

18 |

Il existe des systèmes d'information géographique (SIG) permettant de localiser sur un fond de plan topographique l'ensemble de ces contraintes environnementales obligatoires.

Ces outils peuvent également être utilisés à des fins de traçabilité/archivage des chantiers valorisant les graves de recyclage.



Exemple de visualisation permettant d'identifier les périmètres de protection rapprochée des captages d'alimentation en eau potable via l'agence régionale de santé (ARS)

CADRE TECHNIQUE

Remblais généraux

► **Ce domaine d'emploi intéresse plus particulièrement les graves GR0, GR1 et pour les parties supérieures de remblais la grave GR2.**

Les conditions d'emploi des graves recyclées sont liées à celle définies dans le Guide Technique "Réalisation des remblais et des couches de formes" (GTR) [8] pour la classe de matériau assimilée.

Pour les arases de terrassements, il peut être utile de vérifier le caractère non gélif du matériau si cette hypothèse est prise en compte dans le dimensionnement au gel de la chaussée. En tout état de cause, la grave GR2 est considérée comme non gélive.

Les conditions de mise en œuvre sont celles définies dans le GTR. Toutefois on tiendra compte du caractère poreux du matériau qui nécessite, à conditions météorologiques équivalentes, une teneur en eau intrinsèque minimale proche de 7 à 10%.

Sous bâtiment, les graves de recyclage sont proscrites, conformément à la norme NF P11-213-1 : DTU 13.3 dallages conception calculs et exécution – partie 1 Cahier des Clauses Techniques Dallages à usage industriel ou assimilé [N10].

Le DTU 13.3 est en cours de révision. Ses dispositions sont donc susceptibles d'évoluer à court terme.

Remblais de tranchées

► **Les graves GR0 et GR1 peuvent être utilisées dans le cadre du remblayage des tranchées à condition de disposer des compacteurs étroits de puissance adaptée.**

Les informations nécessaires sont indiquées dans le guide technique Remblayage des tranchées et réfection des chaussées [9], et sa note complémentaire [10], ainsi que la norme NF P98-331 « Tranchées : ouverture, remblayage, réfection » [N11] et le fascicule 70 du CCTG titre 1 « réseaux » [11].

La place des graves dans une tranchée est illustrée au Chapitre "Coin du prescripteur".

Remblais contigus de murs de soutènement et de culées de ponts

La note d'information Ouvrages d'Art n°34 de 2012 «*Construire des remblais contigus aux ouvrages d'art*» fixe les conditions d'emploi et de mise en œuvre des matériaux pour l'emploi retenu. [12]

La qualité de compactage visée est donnée au paragraphe 1 de la Note N°34 [12].

À noter :

Les remblais contigus aux maçonneries et aux ouvrages d'art nécessitent d'adapter les ateliers de compactage aux sollicitations acceptables par l'ouvrage.

Les graves de démolition, peuvent être utilisées en remblais technique à partir de la classe GR2.

Couches de forme et assise de chaussées

Les graves GR0 ne sont pas utilisables en couche de forme.

Les graves GR1, GR2 et GR3 composent l'essentiel des graves issues des matériaux de démolition utilisés en couche de forme.

Le caractère frottant des granulats des graves de recyclage ainsi que la présence de fines résiduelles actives conduisent à constater un excellent comportement en portance des graves GR1 à GR4.

20 |

En première approche le dimensionnement de la couche de forme en grave non traitée peut être évalué à partir de l'abaque de la figure IV.5.2 du Guide technique SETRA LCPC de 1994 «*Conception et dimensionnement des structures de chaussées*» [13]. Dans le cas des graves de déconstruction non traitées les plus structurantes cette approche est très sécuritaire et peut-être complétée par une planche d'essai afin d'optimiser l'épaisseur nécessaire.

En assimilant les graves de déconstruction de classe GR1 et GR2 à des matériaux de classe B₃, C₂B₃, D₂ ou D₁ suivant les termes de la norme **NF P11-300 [N6]** on peut aussi trouver le dimensionnement classique d'une couche de forme (PF2, PF3) dans les tableaux de l'annexe 3 (fascicule 2) du GTR [8]. Pour les plateformes de classe PF2qs, les chapitres 1 et 2 de la note d'information Chaussées - Plateformes – Assainissement n°2 «*Di-*

mentionnement des épaisseurs de couche de forme pour PF2qs - Complément au GTR et au GTS» [14] les complètent. Cette note rappelle aussi les épaisseurs qui permettent d'obtenir les classes PF2, PF3 et PF4, sans ou avec traitement classique aux liants hydrauliques.

Dans le cadre d'une utilisation en assises de chaussées, les graves non traitées doivent respecter les fuseaux granulométriques de la norme **NF EN 13285 [N8]**.

Pour la grave GR3 ou GR4 utilisée en couche de base, il faut obtenir une régularité granulométrique identique à celle obtenue avec une grave recomposée.

Les règles de calcul de dimensionnement des structures avec couche(s) de grave traitée en assise de chaussée sont exposées dans la norme de dimensionnement des chaussées **NFP98-086** «*Dimensionnement structurel des chaussées routières - Application aux chaussées neuves*» [N12]

À SAVOIR

La mise en œuvre des graves de recyclage nécessite une bonne humification (autour de 9/10%) afin de pouvoir obtenir les objectifs de densification ainsi qu'un état de surface cohésif. Par ailleurs, le maintien de l'état hydrique de surface est aussi important avant la mise en œuvre de l'enduit de protection.

LE COIN DU PRESCRIPTEUR

Prescriptions environnementales communes à tous les usages

► **La famille de la grave de recyclage et son type d'usage doivent être précisés sur la fiche technique produit (FTP).**

Le prescripteur indiquera si le site de son projet implique un usage type 1, type 2 ou type 3 conformément aux indications des chapitres précédents du présent manuel (voir chapitres « *Caractérisations environnementales* » et « *Cadre environnemental* » et l'annexe 1). Il trouvera aussi des précisions dans le guide d'application [4].

À SAVOIR

L'article 70 de la Loi de Transition Énergétique pour la Croissance Verte dit que pour toutes les filières, d'ici 2025 (par rapport à 2010) : « orienter 65 % des déchets non dangereux non inertes vers la valorisation matière ». Il faut donc accepter l'usage des graves mixtes dès lors qu'elles respectent bien les seuils chimiques des usages de type 1 et de type 2 ou 3.

Remblais généraux

Le Guide Technique relatif aux remblais et couches de forme (GTR) [8], la norme **NF P11-300** [N6] fondent les emplois en remblais.

21

Type d'emploi	Choix de la grave de déconstruction		Réalisation du chantier		
	Classes de matériaux autorisés	Spécifications complémentaires	Conditions de mise en œuvre	Contrôles	Objectifs
Partie basse de remblais*	GR1	VBS < 0.1	GTR	Qualité de compactage	q4
Remblais généraux	GR0 GR1	MO < 3 %	GTR	Qualité de compactage	q4
PST**	GR1, GR2	Non gélivité si nécessaire	GTR	Portance	AR1 : EV ≥ 35 MPa AR2 : EV ≥ 50 MPa

* Dans le cas d'une protection contre une remontée possible de la nappe

** Pour un usage en reclassement d'arase

Remblais techniques

L'utilisation des graves de recyclage en remblais techniques est conditionnée essentiellement à deux paramètres :

- L'agressivité chimique du matériau vis-à-vis du béton adjacent
- L'absence de sulfates

Ces deux éléments doivent être vérifiés avant toute utilisation.

Type d'emploi	Choix de la grave de déconstruction		Réalisation du chantier		
	Classes de matériaux autorisés	Spécifications complémentaires	Conditions de mise en œuvre	Contrôles	Objectifs
Remblais techniques	GR2 – GR3	D < 50 mm Vérification classe environnement du béton Sulfates < 0.2%	GTR	Qualité de compactage	q3

Remblais de tranchées

La norme **NF P98-331** « Tranchées : ouverture, remblayage, réfection » [N11] et le fascicule 70 du CCTG titre 1 « réseaux » [11] ainsi que la note SETRA « remblayage des tranchées et réfection de chaussées » de juin 2007 [10], composent le référentiel technique pour cet emploi.

Dans la zone constitutive de l'appui de la canalisation, la taille maximale des plus gros éléments du matériau est définie comme suit :

- **Dmax < 22 mm** si le diamètre nominal des tuyaux (DN) est ≤ 200
- **Dmax ≤ 40 mm** si 200 < DN ≤ 600
- **Dmax ≤ 60 mm** si DN > 600
(sous chaussée Dmax ≤ 40 mm si DN > 200)

22 |

Domaine d'emploi des graves de recyclage	Roulement		
		Base	Assise de chaussée
	q1 ou q2	Fondation	Assise de chaussée
	q2		
	q3	Partie supérieure de remblai (PSR)	Remblai
	q4	Partie inférieure de remblai (PIR)	
	q5 ou q4	Assise et remblai latéral	Zone d'enrobage
	Lit de pose		

COUPE TYPE DE TRANCHÉE SOUS CHAUSSEE SELON NF P98-331

Par ailleurs il y a lieu de vérifier l'agressivité de ces matériaux vis à vis des canalisations métalliques selon la norme A05-252 [N14].

Rappel des spécifications de qualité de compactage

Les qualités de compactage q2, q3, q4, et q5 sont celles définies dans le tableau de la norme **NF P98-331**.

Pour la zone de remblayage, elle doit respecter les spécifications suivantes :

- **Dmax < à 1/10** de la largeur de tranchée et inférieure à 1/5 de l'épaisseur de couche

Le tableau résume les éléments de prescriptions pour l'emploi.

Type d'emploi	Choix de la grave de déconstruction		Réalisation du chantier		
	Classes de matériaux autorisés	Spécifications complémentaires	Conditions de mise en œuvre	Contrôles	Objectifs
Zone enrobage tranchée	GR0 si D < 50 mm GR1 si D < 50 mm	Vérification de l'agressivité chimique vis-à-vis de la canalisation	GTR	Qualité de compactage	q4 ou q5
Partie inférieure de remblai	GR0 si D < 50 mm GR1 si D < 50 mm	IPI > 15	GTR	Qualité de compactage	q4
Partie supérieure de remblai	GR1, GR2	IPI > 25	GTR	Qualité de compactage	q3

| 23

Couche de forme et couche d'assise

L'emploi des graves de recyclages répond aux critères suivants :

Type d'emploi	Choix de la grave de déconstruction		Réalisation du chantier		
	Classes de matériaux autorisés	Spécifications complémentaires	Conditions de mise en œuvre	Contrôles	Objectifs
Couche de forme	GR1 - GR2 - GR3	VBS < 0.1 MO < 3%	GTR	Qualité de compactage	q3
Couche de fondation	GR2 si T ≤ T4 GR3 si T ≤ T3	D ≤ 31.5 mm fuseau GNT2	NF P98-115 [N13]	Qualité de compactage	q2
Couche de base	GR2 si T ≤ T4 GR3 si T ≤ T3- GR4 si T ≤ T3+	D ≤ 20 mm fuseau GNT3	NF P98-115 [N13]	Qualité de compactage	q1

Les tableaux ci-dessous fournissent les dimensionnements des couches de forme en graves de déconstruction en fonction des classes des arases obtenues et des classes de plateformes visées.

Les graves de béton concassés sont des matériaux très frottants. L'expérience a montré que les performances en termes d'amélioration de portance sont en général supérieures à celles obtenues avec des matériaux granulaires naturels.

Cas des graves de déconstruction non traitées

Matériaux mis en oeuvre Type d'emploi	Classe de plateforme visée	Classe d'arase de terrassements		
		AR1 PST1	AR1 PST2	AR2 PST3
		20 MPa	20 MPa	50 MPa
GR1, GR2, GR3	PF2 (50 MPa)	50 à 70 cm **	35 à 50 cm	30 cm
	PF2qs (80 MPa)	75 à 90 cm **	65 à 75 cm **	35 à 40 cm

** Mise en œuvre en deux couches

Nota : quand une fourchette d'épaisseur est indiquée, la valeur de référence pour l'obtention des différentes classes de plateformes concernées correspond à la valeur maximale, sauf à disposer d'éléments spécifiques (retour d'expérience avec le même matériau ou planche d'essai).

Cas des graves de déconstruction traitées au liant hydraulique

Matériaux mis en oeuvre Type d'emploi	Classe de plateforme visée	Classe d'arase de terrassements		
		AR1 PST1	AR1 PST2	AR2 PST3
		20 MPa	35 MPa mini	50 MPa
GR1, GR2, GR3 traitées Liant Hydraulique de classe mécanique 4*	PF2 (50 MPa)	Non pertinent	30 cm	Non pertinent
	PF2qs (80 MPa)	35 cm ***	Non pertinent	25 cm
	PF3 (120 MPa)	50 cm ***/**	35 cm	30 cm
	PF4 (200 MPa)	55 cm ***/**	45 cm	35 cm
GR1, GR2, GR3 traitées Liant Hydraulique de classe mécanique 3*	PF3 (120 MPa)	Non pertinent	30 cm	25 cm
	PF4 (200 MPa)	Non pertinent	40 cm	30 cm

* Selon la figure C1-4 du GTS

** Mise en œuvre en deux couches

*** Le module de déformabilité minimal de l'arase pour permettre la réalisation d'une couche de forme traitée est de 35 MPa. Ce cas est à utiliser exceptionnellement en cas d'impossibilité d'amélioration de l'arase.

BIBLIOGRAPHIE

Guides

- [1] **Arrêté du 12 décembre 2014**, relatif aux conditions d'admission des déchets inertes dans les installations relevant des rubriques 2515, 2516, 2517 et dans les installations de stockage de déchets inertes relevant de la rubrique 2760 de la nomenclature des installations classées.
- [2] Utilisation des matériaux de Haute-Normandie, **Guide technique** : « *Les limons* », Région Haute-Normandie, mars 2000 - Utilisation des matériaux de Haute-Normandie, Guide technique : « *La craie* », Région Haute-Normandie, mars 2000.
- [3] **État des lieux** « *déchets et recyclage dans la filière du BTP en Normandie - Volumes et flux de déchets et de matériaux recyclés du BTP en 2015* » - Enquête régionale ARE-BTP Avril 2017.
- [4] **Guide d'application** « *Acceptabilité environnementale de matériaux alternatifs en technique routière, les matériaux de déconstruction issus du BTP* », Cerema, Janvier 2016.
- [5] **Note d'information** n° 32 « *Acceptabilité environnementale des matériaux alternatifs en technique routière* », IDRRIM, Avril 2017.
- [6] **Note technique à l'attention des DREAL** précisant la nature des ouvrages de travaux publics comparables aux ouvrages routiers pour l'examen de l'acceptabilité environnementale des matériaux alternatifs employés, du 29 mars 2016, de la Direction Générale de la Prévention des Risques (DGPR) du Ministère de l'Environnement, de l'Energie et de la Mer.
- [7] **Note d'information n°22** « *Classification et aide au choix des matériaux granulaires recyclés pour leurs usages routiers hors agrégats d'enrobés* », IDRRIM, février 2011.
- [8] **Guide Technique** "Réalisation des remblais et des couches de formes" (GTR), SETRA-LCPC, juillet 2000.
- [9] **Guide Technique** « *Remblayage des tranchées et réfection des chaussées* », LCPC/SETRA mai 1994.
- [10] **Note d'information** Chaussées-Dépendances, n°117, "Remblayage des tranchées et réfection des chaussées - Compléments au guide SETRA-LCPC de mai 1994", SETRA, juin 2007
- [11] **Fascicule** 70 du CCTG titre 1 « *réseaux* ».
- [12] **Note d'information n°34** - Ouvrages d'Art de 2012 « *Construire des remblais contigus aux ouvrages d'art* », SETRA, janvier 2012.
- [13] **Guide technique** « *Conception et dimensionnement des structures de chaussées* », SETRA / LCPC, décembre 1994.
- [14] **Note d'information** Chaussées - Plateformes - Assainissement n°2 « *Dimensionnement des épaisseurs de couche de forme pour PF2qs - Complément au GTR et au GTS* », CEREMA mars 2017.

Normes

- [N1] NF EN 1097-2** « Essais pour déterminer les caractéristiques mécaniques et physiques des granulats – partie 2 : méthodes pour la détermination de la résistance à la fragmentation »
- [N2] NF EN 1097-1** « Essais pour déterminer les caractéristiques mécaniques et physiques des granulats – partie 1 : Détermination de la résistance à l'usure (Micro-Deval) »
- [N3] NF EN 933-11** « Essais pour déterminer les caractéristiques géométriques des granulats - Partie 11 : essai de classification des constituants de gravillons recyclés »
- [N4] NF EN 933-9** « Essais pour déterminer les caractéristiques géométriques des granulats – Partie 9 : Qualification des fines – essais au bleu de méthylène »
- [N5] NF EN 1744-1 A1** « Essais visant à déterminer les propriétés chimiques des granulats - Partie 1 : Analyse chimique »
- [N6] NF P11-300** « Exécution des terrassements, classification des matériaux utilisables dans la construction des remblais et des couches de forme d'infrastructures routières -Partie 1 : Analyse chimique »
- [N7] NF EN 13242+A1** « Granulats pour matériaux traités aux liants hydrauliques et matériaux non traités utilisés pour les travaux de génie civil et pour la construction des chaussées »
- [N8] NF EN 13285** « Grave non traités - spécifications »
- [N9] NF P18-545** « Granulats – Eléments de définition, conformités et codifications »
- 26 | [N10] NF P11-213-1** « DTU 13.3 dallages conception calculs et exécution – partie 1 Cahier des Clauses Techniques Dallages à usage industriel ou assimilés »
- [N11] NF P98-331** « Tranchées : ouverture, remblayage, réfection »
- [N12] NF P98-086** « Dimensionnement structurel des chaussées routières - Application aux chaussées neuves »
- [N13] NF P98-115** « Exécution des corps de chaussées - Constituants - Composition des mélanges et formulations - Exécution et contrôles »
- [N14] A05-252** « Corrosion par les sols - Aciers galvanisés ou non mis au contact de matériaux naturels de remblai (sols) »

REMERCIEMENTS

▶ Ces manuels ont été élaborés dans le cadre de l'Appel à Manifestation d'Intérêt du Contrat de Plan Inter-Régions (CPIER) 2015-2020 sur l'axe « Transition vers une économie circulaire plus vertueuse en gestion des ressources naturelles ».

Financement :

- Agence De l'Environnement et de la Maîtrise de l'Energie (ADEME Normandie)
- Région Normandie
- Fédération Régionale des Travaux Publics de Normandie (FRTP Normandie)
- Union Nationale des Industries de Carrières et Matériaux de Construction (UNICEM Normandie)

Pilotage et coordination :

- Cécilia GODIN, *Fédération Régionale des Travaux Publics de Normandie*

Groupe de travail technique :

- Etienne FROMENTIN, *UNICEM Normandie*
- Vincent LABBE, *entreprise Eurovia*
- Patrice PAUMELLE, *entreprise Gagneraud Construction*
- Eric VOLLEMAERE, *entreprise Lhotellier*
- Membres du groupe de travail Laboratoires, *APAQ Normandie*

Réalisation :

- Pascal OGER, *Rincent BTP*
- Gaëtan CHAMBAT, *Rincent BTP*



Pour aller plus loin :
www.myfrtp-normandie.fr



SITE DE ROUEN : 420 avenue des Canadiens | 76 650 Petit-Couronne
SITE DE CAEN : 12 rue Ferdinand Buisson | Bâtiment PASEO | Parc Athéna | 14 280 Saint-Contest
Tél. : 02 35 61 02 71 - normandie@fntp.fr