

GRAVES ET GNT DE RECYCLAGE

GUIDE D'UTILISATION REGIONALE MEDITERRANEE

VERSION JUILLET 2016

Document de travail

Le guide a été rédigé par les membres du groupe de travail « GNT Recyclées » du Cermed (Club d'échange d'Expériences des laboratoires Routiers Méditerranée) auquel s'est rajouté un représentant de l'Unicem Paca.

Les participants à la rédaction ont été :

- Laure Hugues – CETE Méditerranée, laboratoire de Nice
- Jean-Marc L'Huillier – Eiffage Travaux Publics Méditerranée, animateur du groupe de travail
- Marc-Stéphane Ginoux – CETE Méditerranée, laboratoire d'Aix en Provence
- Philippe Joffre – Unicem PACA
- Baptiste Laurent – Colas Midi Méditerranée
- Jean-François Le Parc – CEBTP
- Sébastien Martin – Colas Midi Méditerranée
- Patrice Maurin – CETE Méditerranée, laboratoire de Nice
- Pascal Robin – Colas Midi Méditerranée

- Patrick Gentilini † - CETE Méditerranée, laboratoire d'Aix en Provence

GRAVES ET GNT DE RECYCLAGE

SOMMAIRE

I. Généralités et contexte	4
A.Enjeux et problématique du recyclage des déchets du BTP	4
B.Contexte du recyclage	4
C.Définitions	4
D.Objet du guide	5
1. Caractéristiques environnementales:	6
2. Caractéristiques géotechniques:	6
II. Rappel d'une coupe de chaussée type	8
III. Utilisation des graves recyclées en terrassement	8
A.Définition	8
B.Caractérisation	8
C.Utilisation des sables et graves recyclées en remblais	9
1. Remblais courants	9
2. Remblais contigus aux OA	10
3. Remblais sous bâtiment	10
4. Remblais de tranchées	10
D.Utilisation des graves recyclées en couche de forme	11
1. Couche de forme courante	11
2. Couche de forme sous bâtiment	12
3. Couche de forme de tranchées.	12
IV. Utilisation des GNT recyclées en couches d'assise de chaussées	13
A.Système qualité	13
B.Qualité des matériaux	13
1. Rappel des caractéristiques requises pour les GNT naturelles	13
2. Caractéristiques complémentaires pour les GNT Recyclées (GNT R)	17
3. Performances requises en fonction de l'usage	17
V. Précautions d'emplois	19
VI. Bibliographie	20

I. Généralités et contexte

A. Enjeux et problématique du recyclage des déchets du BTP

Chaque année, les activités du Bâtiment et des Travaux Publics produisent plus de 100 millions de tonnes de matériaux de démolition et de déblais, qui dans le cas général sont des déchets inertes (cf. définition en I.C). Leur réutilisation dans un contexte d'économie de la ressource naturelle a vite été considérée comme une priorité pour les acteurs des Travaux Publics : maîtrises d'ouvrage, maîtrises d'œuvre, entreprises de BTP, carriers....

L'utilisation de tels matériaux dits recyclés offre plusieurs avantages :

- économie des ressources naturelles de granulats ;
- réduction des volumes de stockage des déchets inertes ;
- économie de transports.

Ces matériaux granulaires, fréquemment appelés « bétons et produits de démolition recyclés » ou « graves recyclées » sont issus de chantiers de démolition de BTP. Ils peuvent se substituer aux matériaux naturels en techniques routières à l'issue d'un processus d'élaboration et de caractérisation spécifique.

B. Contexte du recyclage

La Circulaire du 15 février 2000 [1] relative à la planification de la gestion des déchets de chantier du Bâtiment et des Travaux Publics, dans le cadre de la mise en œuvre des objectifs de la loi du 13 juillet 1992 [2], pose l'obligation de recycler et de valoriser au maximum les matériaux, déchets ou sous-produits issus de l'ensemble du secteur d'activité du bâtiment et des travaux publics.

De plus, l'ensemble de la profession (maîtres d'ouvrages, maîtres d'œuvres, entreprises ...) s'est engagé, à travers la signature de la convention d'engagement volontaire du 25 mars 2009, à réemployer ou valoriser 100 % des matériaux extraits sur les chantiers.

De nature très variée, les déchets de chantier sont considérés comme des déchets inertes et peuvent, par conséquent, rentrer sur une plate-forme et être recyclés comme matériaux de construction.

C. Définitions

Avant de décrire les conditions de réemploi des matériaux recyclés, il convient de définir plusieurs termes :

Déchet inerte : déchets qui ne subissent aucune modification physique, chimique ou biologique importante. Les déchets inertes ne se décomposent pas, ne brûlent pas et ne produisent aucune autre réaction physique ou chimique, ne sont pas biodégradables et ne détériorent pas d'autres matières avec lesquelles ils entrent en contact, d'une manière susceptible d'entraîner une pollution de l'environnement ou de nuire à la santé humaine

Ils sont définis en référence à l'arrêté du 12 décembre 2014¹, qui fixe la liste des types de déchets inertes admissibles dans des installations de stockage de déchets inertes et les conditions d'exploitation de ces installations (tableau 1).

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

Tableau 1 : extrait de la liste des déchets inertes et leurs conditions d'exploitation (en référence à l'annexe I de l'arrêté du 12 décembre 2014)

Description	Restrictions
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
Briques	Uniquement les déchets de production et de commercialisation ainsi que les déchets de construction et de démolition ne provenant pas de sites contaminés, triés
Tuiles et céramiques	Uniquement les déchets de production et de commercialisation ainsi que les déchets de construction et de démolition ne provenant pas de sites contaminés, triés
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
Verre	Sans cadre ou montant de fenêtres
Mélanges bitumineux ne contenant pas de goudron (*)	Uniquement les déchets de production et de commercialisation ainsi que les déchets de construction et de démolition ne provenant pas de sites contaminés, triés
Terres et cailloux ne contenant pas de substance dangereuse	A l'exclusion de la terre végétale, de la tourbe et des terres et cailloux provenant de sites contaminés
Terres et pierres	Provenant uniquement de jardins et de parcs et à l'exclusion de la terre végétale et de la tourbe
Déchets de matériaux à base de fibre de verre	Seulement en l'absence de liant organique
Emballage en verre	Triés
Verre	Triés

(*) : Les agrégats d'enrobés sont prioritairement destinés au recyclage dans des mélanges bitumineux en technique à froid ou à chaud. Leur emploi dans des graves ou GNT de recyclages est une sous-valorisation de leurs constituants.

Élaboration : opération reposant sur une combinaison de traitements physiques simples (concassage, criblage, scalpage, lavage, tri), dits de préparation visant à produire un matériau alternatif à partir d'un déchet du BTP.

Matériau Alternatif (MAlter) : Matériau élaboré à partir de matériaux issus de la déconstruction en BTP et destiné à être utilisé, seul ou en mélange.

Exemples :

- grave de béton recyclé
- 0/10 concassé d'enrobé

D. Objet du guide

Le guide traite des matériaux alternatifs (MAlter) définis dans le tableau ci-dessus, utilisés seuls ou en mélanges, avec ou sans apport de matériaux naturels.

Exemples (liste non exhaustive):

MAlter (grave recyclée de béton) + **MAlter** (0/2 sable recyclé)

MAlter (grave recyclée béton) + **granulat naturel** (sable naturel)

Remarques:

1. Les mélanges, entre matériaux alternatifs ou pas, doivent respecter des proportions déterminées afin d'assurer une régularité du produit fini.
2. Tout apport de chaux et / ou de liant hydraulique doit faire l'objet d'une étude spécifique.
3. Les MIDND (matériaux d'incinération des déchets non dangereux) ne sont pas traités dans le présent guide.

De manière générale, les matériaux alternatifs doivent être qualifiés, d'une part, à partir de leurs caractéristiques environnementales et d'autres part, suivant leurs caractéristiques mécaniques et géotechniques.

1. Caractéristiques environnementales:

Les matériaux alternatifs décrits dans ce document, sont issus de matériaux de déconstruction et de déblais de chantiers inertes. Leurs caractéristiques environnementales, après le processus d'élaboration, restent inchangées.

Le producteur de matériaux alternatifs a en charge la sélection des matériaux entrants à recycler et assure, selon les gisements acceptés, un contrôle périodique adapté des caractéristiques environnementales.

Le document de référence est le Guide méthodologique « Acceptabilité de matériaux alternatifs en technique routière » et sa déclinaison « Acceptabilité environnementale des matériaux alternatifs en technique routière, les matériaux de déconstruction issus du BTP ».

Nota : les 2 paragraphes sont repris de la note Idrrim n°22

2. Caractéristiques géotechniques:

Outre les caractéristiques usuelles (granulométrie, argilosité, caractéristiques intrinsèques...), il convient de mesurer la teneur en sulfate soluble dans l'eau. En effet, les sulfates peuvent être la cause de désordres sur l'ouvrage (risque de gonflement). Il est par conséquent nécessaire de mesurer les quantités présentes dans les matériaux issus de la déconstruction (plâtre).

La présence de sulfate est déterminée conformément à la norme NF EN 1744-1 « Essais pour déterminer les propriétés chimiques des granulats » - partie 1 : analyse chimique, article 10.2.

Le guide considère pré-requis l'acceptabilité environnementale des matériaux alternatifs ou mélanges considérés. L'objet du guide est de trouver un usage en technique routière, à un matériau alternatif (ou mélange), en fonction de ses caractéristiques géotechniques.

Ce guide est complémentaire à la Note d'Information IDRRIM N° 22 « Classification et aide au choix des matériaux granulaires recyclés pour leurs usages routiers hors agrégats d'enrobés ». Il fixe les fréquences d'essais, en fonction de l'usage et des "moyens" du producteur, et définit les conditions de mise en œuvre.

Il a pour vocation à encourager la valorisation des matériaux alternatifs produits aussi bien par les entreprises du BTP, qui gèrent des quantités issues de leurs chantiers, que par les plates-formes de recyclage.

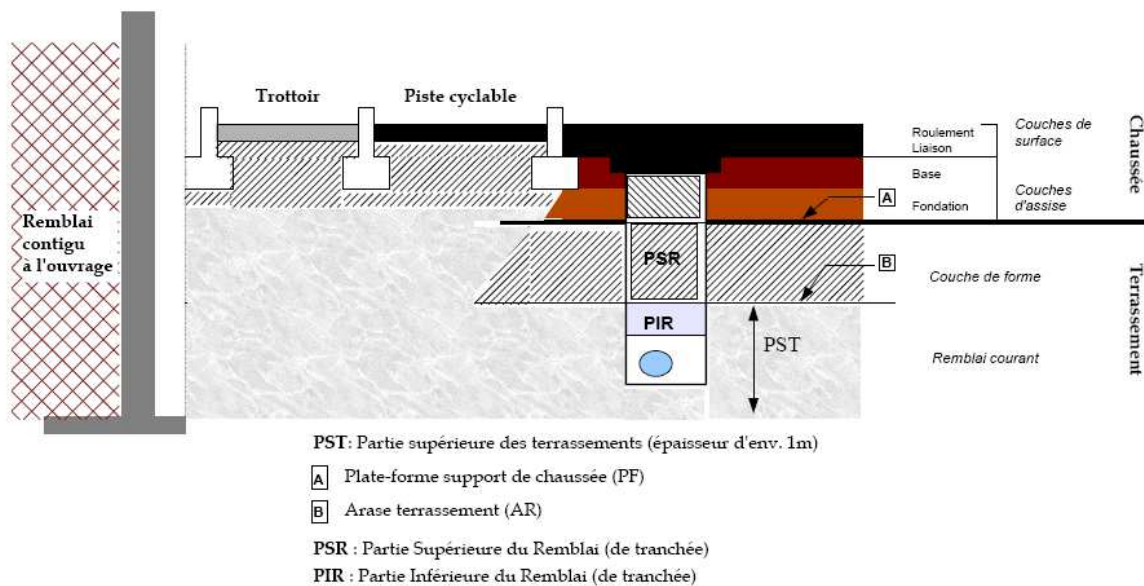
Ce guide est d'application régionale afin de prendre en compte les spécificités locales et sensibiliser les Maîtres d'Ouvrages, les Maîtres d'œuvres et les entreprises des régions Provence-Alpes-Côte d'Azur, Languedoc-Roussillon et Corse

Dans la suite du guide, nous appellerons ces matériaux alternatifs 0/D ou mélanges de matériaux ainsi obtenus:

"**Grave Recyclée**" lorsque leurs caractéristiques géotechniques permettent une assimilation en matériau de terrassement (remblais ou couches de forme);

"**GNT Recyclée**" lorsque leurs caractéristiques géotechniques permettent une assimilation en granulat (couches d'assises de chaussées).

II. Rappel d'une coupe de chaussée type



III. Utilisation des gravas recyclés en terrassement

Dans la partie terrassement, nous distinguons les remblais des couches de forme.

A. Définition

Les gravas, issues de la déconstruction, utilisables en remblai et couche de forme, sont de classe F71 au sens strict de la norme NF P 11 300.

F71 : Matériaux de démolition, sans plâtre, épurés des éléments putrescibles, concassés, criblés, déferrailés et homogénéisés.

Un stock constitué de matériaux naturels et de matériaux de démolition est considéré comme un matériau recyclé.

B. Caractérisation

La caractérisation géotechnique des gravas F71 est identique à celle des matériaux naturels. Leur comportement et les conditions de mise en œuvre sont fonction de leur identification qui permet une classification assimilée à un sol naturel.

Le producteur doit être capable de fournir des informations concernant le gisement à partir duquel le matériau a été élaboré, et notamment son caractère inerte.

Selon le domaine d'emploi (remblai ou couche de forme), la fréquence d'essais préconisée ainsi que les seuils d'acceptabilité du matériau varient. Ils sont mentionnés dans le tableau 2.

Tableau 2 : Caractérisation des matériaux recyclés pour remblais et couches de forme

Type d'essai	Matériau pour REMBLAIS		Matériau pour COUCHE DE FORME	
	Fréquence	Seuil	Fréquence	Seuil
Paramètres indispensables				
Analyse granulométrique <i>NF P 94-056</i>	1/2000 m ³	Bi (1 ≤ i ≤ 6) C ₁ B _i ; C ₂ B _i (1 ≤ i ≤ 6) C ₁ A _i ; C ₂ A _i (1 ≤ i ≤ 4)	1/1000 m ³	D ₁₁ , D ₂₁ , D ₃₁ B ₃₁ C ₁ B ₃₁ , C ₂ B ₃₁
Propreté <i>NF P 94-068</i>	1/2000 m ³	D _k (1 ≤ k ≤ 3)	1/1000 m ³	VBS ≤ 0,2
Sulfates solubles dans l'eau <i>NF EN 1744-1 art. 10.2</i>	1/2000 m ³	Voir § III C	1/1000 m ³	≤ 0.7 ⁽²⁾
Caractéristiques intrinsèques : • Los Angeles <i>NF EN 1097-2</i> • Micro Deval <i>NF EN 1097-1</i> • Friabilité des sables <i>NF P 18-576</i>			1/5000 m ³ ⁽¹⁾	LA ≤ 45 et MDE ≤ 45 ou FS ≤ 60 (pour D ₁₁)
Déterminations des constituants <i>NF EN 933-11</i>			1/5000 m ³ ⁽¹⁾	R _{cug} 70
Paramètres recommandés en cas de doute				
Matériau flottant en volume <i>NF EN 933-11</i>	1/ lot	FL ₅	1/ lot	FL ₅
Matières organiques <i>XP P94 047</i>	1/ lot	≤ 10% (F ₁₁)	1/ lot	≤ 3%

⁽¹⁾ Si le lot est inférieur à 5000 m³, il convient de réaliser au minimum un essai.

⁽²⁾ Pour les couches de formes contiguës aux ouvrages d'arts, la teneur en sulfates solubles dans l'eau doit être nulle.

Une fiche d'identification par lot est préconisée.

C. Utilisation des sables et graves recyclées en remblais

En fonction du type de remblai (courants, contigus aux ouvrages d'art, sous bâtiments ...) certaines caractéristiques ainsi que les conditions de mise en œuvre peuvent varier.

Ce guide n'a pas vocation à traiter les remblais spéciaux (terres armées, colonnes ballastées, épis ou masques drainants...).

1. Remblais courants

a) Spécifications complémentaires au Tableau 2

La teneur en sulfates solubles dans l'eau des graves recyclées doit être inférieure ou égale à 1.3%. En cas de contact avec un matériau traité au liant hydraulique, la valeur est abaissée à 0.7%.

b) Conditions de mise en oeuvre

Les conditions de mise en oeuvre sont celles définies dans le guide technique « Réalisation des remblais et couches de forme » (GTR) du SETRA – LCPC, en fonction notamment de l'état hydrique du matériau, de la situation météorologique et du type de compacteur utilisé.

Les prescriptions pour le compactage sont celles définies dans le GTR. L'objectif de densification, ordinairement requis pour les remblais en matériaux naturels, reste valable, à savoir q4.

Nota : q4 correspond à $p_{dm} \geq 95 \% \text{ pd OPN}$

et $p_{dfc} \geq 92 \% \text{ pd OPN}$

où p_{dm} est la densité moyenne de la couche ;
 p_{dfc} est la densité en fond de couche ;
 $p_{d OPN}$ est la densité Optimum Proctor Normal.

Compte tenu de la nature des constituants, la vérification du compactage peut se faire par la méthode du Q/S ou au pénétromètre (NF P 94-063), ou avec un densitomètre à membrane (norme NF P 94-061-3).

2. Remblais contigus aux OA

Les informations données ci-dessous sont issues de la note d'information Ouvrage d'Art numéro 34 du SETRA « Construire des remblais contigus aux ouvrages d'art ».

a) Spécifications complémentaires au Tableau 2

Les matériaux utilisables en remblais contigus doivent justifier des performances suivantes :

- une granulométrie adaptée $D_{max} \leq 50 \text{ mm}$, $P_{80\mu} \leq 12\%$;
- non érodable, non gonflant, non évolutif ;
- insensibilité à l'eau ($VBS < 0.1$) ;
- l'absence de sulfates et de plâtre en particulier ;
- l'absence d'éléments putrescibles ou métalliques ;
- que les paramètres physico-chimiques répondent aux spécifications demandées.

La teneur en sulfates solubles dans l'eau doit être nulle.

b) Conditions de mise en oeuvre

Les conditions de mise en oeuvre et les prescriptions de compactage sont celles définies dans la note d'information Ouvrage d'Art N°34. L'objectif de densification est q3.

Nota : q3 correspond à $p_{dm} \geq 98,5 \% \text{ pd}$

et $p_{dfc} \geq 96 \% \text{ pd OPN}$

où

- p_{dm} est la densité moyenne de la couche ;
- p_{dfc} est la densité en fond de couche ;
- $p_{d OPN}$ est la densité Optimum Proctor Normal.

3. Remblais sous bâtiment

Le document de référence est le DTU 13.3 (NF P 11-213-1 et 2).

La teneur en sulfates solubles dans l'eau doit être inférieure ou égale à **0.2%** et la GNT recyclée doit être recouverte d'une couche de forme en GNT naturelle d'épaisseur minimum 10 cm.

4. Remblais de tranchées

Le remblayage des tranchées doit être conforme aux normes :

- NF P 98-331 « Chaussées et dépendances - Tranchées : ouverture, remblayage, réfection »
- XP P 98-333 « Tranchées de faibles dimensions »

Une attention particulière sera portée sur la dimension maximale (D) du matériau en fonction de la largeur de la tranchée, l'épaisseur de la couche et, pour la zone d'enrobage, du diamètre de la canalisation.

a) Partie Inférieure de remblai

La partie inférieure de remblai (PIR), correspondant à la partie remblai proprement dit.

En complément des spécifications du tableau 2, la teneur en sulfates solubles dans l'eau doit être inférieure ou égale à 0.7 %.

Les conditions de mise en œuvre sont celles définies dans les normes ainsi que dans le guide technique « Remblayage des tranchées et réfection de chaussées » du LCPC – SETRA. L'objectif de densification est généralement q4, dans certains cas particuliers il peut être admis q5.

Nota : q4 correspond à $\rho_{dm} \geq 95 \% \rho_{d\text{ OPN}}$ et $\rho_{dfc} \geq 92 \% \rho_{d\text{ OPN}}$ q5 correspond à $\rho_{dm} \geq 90 \% \rho_{d\text{ OPN}}$ et $\rho_{dfc} \geq 87 \% \rho_{d\text{ OPN}}$

où ρ_{dm} est la densité moyenne de la couche ;
 ρ_{dfc} est la densité en fond de couche ;
 $\rho_{d\text{ OPN}}$ est la densité Optimum Proctor Normal.

La vérification du compactage peut se faire au pénétromètre (utilisé en fonction B) selon les spécifications des normes NF P 94-105 et NF P 94-063.

Nota : La partie supérieure des remblais correspond à la couche de forme.

b) Enrobage et lit de pose

En complément des spécifications du tableau 2, la teneur en sulfates solubles dans l'eau doit être inférieure ou égale à 0.7%.

L'objectif de densification est q4 ou q5 (cf. nota précédent).

L'utilisation au contact des canalisations nécessite une vérification de la non-agressivité des matériaux recyclés (normes NF EN 206-1 (béton) et A05-252 (Corrosion par les sols - Aciers galvanisés ou non mis au contact de matériaux naturels de remblais (sols)).

D. Utilisation des graves recyclées en couche de forme

Pour plus de précision, on dissocie les couches de forme courantes, contiguës aux ouvrages d'art, sous bâtiments et de tranchées (partie supérieure du remblai).

1. Couche de forme courante

Les caractéristiques des graves recyclées et les conditions de mise en œuvre sont définies par le GTR.

En complément des spécifications du tableau 2, la teneur en sulfates solubles dans l'eau doit être inférieure ou égale à 0.7%.

L'objectif de densification, usuellement requis pour les couches de forme en matériaux naturels, reste valable, à savoir q3.

Nota : q3 correspond à $\rho_{dm} \geq 98,5 \% \rho_{d\text{ OPN}}$ et $\rho_{dfc} \geq 96 \% \rho_{d\text{ OPN}}$

où ρ_{dm} est la densité moyenne de la couche ;
 ρ_{dfc} est la densité en fond de couche ;
 $\rho_{d\text{ OPN}}$ est la densité Optimum Proctor Normal.

L'expérience régionale conduit à prendre en compte la difficulté de compactage DC3 (cf. NF P 98-331 – Annexe A) pour les graves recyclées.

Compte tenu de la nature des constituants, la vérification du compactage peut se faire uniquement par la méthode du Q/S ou au pénétromètre, ou au gammadensimètre si la granulométrie le permet ($D \leq 20$ mm).

2. Couche de forme sous bâtiment

Le document de référence est le DTU 13.3 (NF P 11-213-1 et 2). Les matériaux recyclés ne sont pas autorisés.

3. Couche de forme de tranchées.

On se reporte aux cas précédents pour la partie supérieure des remblais correspondant à la couche de forme.

En complément des spécifications du tableau 2, la teneur en sulfates solubles dans l'eau doit être inférieure ou égale à 0.7%

Les conditions de mise en œuvre sont celles définies dans les normes NF P 98-331 et XP P 98-333 ainsi que dans le guide technique « Remblayage des tranchées et réfection de chaussées » du LCPC – SETRA. L'objectif de densification est q3 (cf. nota précédent).

L'expérience régionale conduit à prendre en compte la difficulté de compactage DC3 (cf. NF P 98-331 – Annexe A) pour les graves recyclées.

IV. Utilisation des GNT recyclées en couches d'assise de chaussées

A. Système qualité

Le présent guide définit deux niveaux de système qualité. Un premier niveau qui est un système qualité de base et un second, complet, qui reprend l'annexe C de la norme NF EN 13 285. Le niveau 1 doit permettre de caractériser un matériau, en cours d'élaboration, en vue de lui trouver un débouché. Le niveau 2 doit permettre l'obtention d'un niveau de performances (objectif qualitatif).

La fréquence des essais à réaliser (cf. paragraphe IV-C), pour les couches d'assise, sera fonction du niveau du système qualité retenu par le producteur.

Le premier niveau (N1) doit prendre en compte, conformément à la NF EN 13285- Annexe C:

- ✓ C.2.1 - Les définitions de la responsabilité et de l'autorité;
- ✓ C.3.4 - La connaissance des constituants ;
- ✓ C.4 - La gestion de la production ;
- ✓ C.5 - Contrôles et essais ;
- ✓ C.6 - Enregistrements ;
- ✓ C.8 - Maîtrise des stocks.

Le second niveau (N2) reprend l'annexe C de la norme NF EN13285 dans son intégralité.

A la date de rédaction du présent document, le comité européen de normalisation (CEN), travaille à la mise en place du marquage CE pour les GNT. Son application deviendra une exigence réglementaire.

B. Qualité des matériaux

Les exigences techniques de performances fixées pour les GNT recyclées sont identiques à celles des GNT naturelles. Les normes de références sont les normes NF EN 13242, NF EN 13285 et NF P 18-545.

1. Rappel des caractéristiques requises pour les GNT naturelles

a) Trafic

Le catalogue de structures de chaussées neuves ne prévoit pas de GNT pour les trafics T0 en couche de fondation et pour les trafics supérieurs à T3 en couche de base.

b) Type de GNT

Il existe deux types de GNT :

- GNT A , obtenue en une seule fraction, dont la compacité à l'OPM calculée à partir de la masse volumique sèche est égale ou supérieure à 80 % de la masse volumique réel (avec $D \leq 31,5$ mm).
- GNT B, obtenue par le mélange en centrale d'au moins 2 fractions granulométriques distinctes et humidifiée, de compacité à l'OPM égale ou supérieure à 82 % de la masse volumique réelle.

c) Dimension maximale des grains (D max)

Le choix du Dmax doit être dicté par la qualité du réglage de la couche concernée, mais aussi par la nature et le type de la couche supérieure.

d) Codification des caractéristiques des GNT

Conformément à la norme NF P 18-545, les caractéristiques intrinsèques des GNT (définies par rapport aux essais Los Angeles (LA - NF EN 1097-2) et Micro Deval (MDE- NF EN 1097-1)) et de fabrication sont codifiées afin de simplifier les spécifications.

Codification des caractéristiques intrinsèques:

Code	MDE (1) (2)	LA (1) (2)	Exigence complémentaire sur LA+MDE (1) (2)
	Vss	Vss	Vss
B	20	25	35
C	25	30	45
D	30	35	55
E	45	45	80
F	Autres catégories NF EN 13043 ou NF EN 13242 : FTP renseignée		

(1) La conformité est assurée si les 3 conditions (LA+MDE, LA et MDE) sont respectées simultanément.
(2) Les essais de LA et de MDE sont effectués sur la fraction 6.3/10. La fraction sur laquelle l'essai est réalisé est systématiquement mentionnée sur la FTP

La règle de compensation peut être appliquée.

Codification des caractéristiques de fabrication:

Tableau 10

Code	NF EN 13043 (1)	NF EN 13242 (1)	NF EN 13043 et NF EN 13242		
	Granulométrie	Granulométrie	Propreté (6)		
a			MB ₂	MB _{0/D}	SE(10) SE(10) 55
b	0/2 mm : G _F 85 (2) G _{TC} 10	G _F 85 (3) G _{TF} 10 (4)	MB _{2.5}	MB _{0/D} 0.8	SE(10) 45
c		G _F 80 (5) G _{TF} 10 (4)	MB ₃	MB _{0/D} 1	SE(10) 35
d	Autres catégories NF EN 13043 ou NF EN 13242 : FTP Renseignée				

(1) Dans le cas où le passant à D est > 99 % la granulométrie type déclarée est renseignée aux dimensions D, D/2 et 0.063 mm et aux tamis de la série principale plus ceux de la série 1 ou de la série 2.
(2) G_A85 si 2 < D ≤ 6.3 mm.
(3) G_A85 si D > 6.3 mm.
(4) G_A10 si D > 6.3 mm.
(5) G_A80 si D > 6.3 mm.
(6) MB ou SE(10) si D ≤ 6.3 mm et MB ou MB_{0/D} ou SE(10) si D > 6.3 mm avec MB_{0/D} valeur de bleu (exprimée en g/kg) mesurée sur la fraction 0/2 mm rapportée au 0/D mm ou dans la fraction 0/50 mm de la gravé si D > 50 mm comme indiqué dans l'Article 5.7.

e) Régularité des GNT

Comme pour des GNT naturelles, les GNT Recyclées doivent respecter les fuseaux de la norme NF EN 13285 (tableaux 1 à 8 du corps de la norme).

Il est indiqué ci-après les catégories usuelles.

GNT 1 : GNT 0/63 avec LA < 40 et MDE < 35

Tamis		Pourcentage en masse passant à :								
		2D: 125 mm	D: 63 mm	31,5 mm	16 mm	8 mm	4 mm	2 mm	1 mm	0,063 mm
Spécification	max	100	99	85	68	60	47	40	35	12
	min		80	55	35	22	16	9	5	2
Valeur déclarée	max			77	60	52	40	35	30	
	min			63	43	30	23	14	10	

GNT 2 : GNT 0/31,5 avec LA < 40 et MDE < 35

Tamis		Pourcentage en masse passant à :								
		1,4D: 45 mm	D: 31,5 mm	16 mm	8 mm	4 mm	2 mm	1 mm	0,5 mm	0,063 mm
Spécification	max	100	99	85	68	60	47	40	35	9
	min		85	55	35	22	16	9	5	4
Valeur déclarée	max			77	60	52	40	35	30	
	min			63	43	30	23	14	10	

GNT 3 : GNT 0/20 avec LA < 40 et MDE < 35

Tamis		Pourcentage en masse passant à :							
		1,4D: 28 mm	D: 20 mm	10 mm	4 mm	2 mm	1 mm	0,5 mm	0,063 mm
Spécification	max	100	99	85	65	50	40	35	9
	min		85	55	35	22	15	10	4
Valeur déclarée	max			77	57	42	33	30	
	min			63	43	30	22	15	

GNT 4 : GNT 0/14 avec LA < 40 et MDE < 35

Tamis		Pourcentage en masse passant à :							
		1,4D: 20 mm	D: 14 mm	8 mm	4 mm	2 mm	1 mm	0,5 mm	0,063 mm
Spécification	max	100	99	85	65	50	40	35	9
	min		85	55	35	22	15	10	4
Valeur déclarée	max			77	57	42	33	30	
	min			63	43	30	22	15	

GNT 5 : GNT 0/31,5 avec LA > 40 et MDE > 35

Tamis		Pourcentage en masse passant à :									
		2D: 63 mm	1,4D: 45 mm	D: 31,5 mm	16 mm	8 mm	4 mm	2 mm	1 mm	0,5 mm	0,063 mm
Spécification	max	100	100	99	85	68	60	47	40	35	15
	min		90	80	55	35	22	16	9	5	8
Valeur déclarée	max				77	60	52	40	35	30	
	min				63	43	30	23	14	10	

GNT 6 : GNT 0/20 avec LA > 40 et MDE > 35

Tamis		Pourcentage en masse passant à :								
		2D: 40 mm	1,4D: 28 mm	D: 20 mm	10 mm	4 mm	2 mm	1 mm	0,5 mm	0,063 mm
Spécification	max	100	100	99	85	65	50	40	35	15
	min		90	80	55	35	22	15	10	8
Valeur déclarée	max				77	57	42	33	30	
	min				63	43	30	22	15	

GNT 0/22,4 avec LA ≤ 40 et MDE ≤ 35

Tamis		Pourcentage en masse passant à :							
		1,4D: 31,5 mm	D: 22,4 mm	11,2 mm	5,6 mm	2 mm	1 mm	0,5 mm	0,063 mm
Spécification	max	100	99	85	65	50	40	35	9
	min		85	55	35	22	15	10	4
Valeur déclarée	max			77	57	42	33	30	
	min			63	43	30	22	15	

GNT 0/40 avec LA ≤ 40 et MDE ≤ 35

Tamis		Pourcentage en masse passant à :								
		1,4: 56 mm	D: 40 mm	D: 20 mm	10 mm	4 mm	2 mm	1 mm	0,5 mm	0,063 mm
Spécification	max	100	99	85	68	60	47	40	35	9
	min		85	55	35	22	16	9	5	4
Valeur déclarée	max			77	60	52	40	35	30	
	min			63	43	30	23	14	10	

2. Caractéristiques complémentaires pour les GNT Recyclées (GNT R)

Conformément à la norme NF EN 933-11, il convient de vérifier la proportion des différents constituants d'une GNT R.

- Rc : béton, produits en béton, mortier, éléments en béton
- Ru : granulats non liés, pierre naturelle, granulats traités au liant hydraulique
- Rg : verre
- $Rcug = Rc + Ru + Rg$
- Ra : matériaux bitumineux
- FL : matériau flottant en volume
- X : autres (matériaux cohérents, métaux ferreux ou non, bois, matière plastique et caoutchouc non flottant, plâtre)

La proportion de béton (Rc), de granulats non liés ou traités au liant hydraulique (Ru) et de verre (Rg) doit être supérieure à 70% ($Rcug_{70}$). Autrement dit, la proportion d'agrégats d'enrobé ne peut excéder 30%.

La proportion de matériau flottant doit être inférieure à 5% (en volume).

La proportion de matériaux « autres » doit être inférieure à 1% (en masse).

3. Performances requises en fonction de l'usage

Les performances requises pour les GNT R sont, comme pour les GNT naturelles, fonction de la classe de trafic ainsi que du niveau de mise en œuvre dans l'assise de chaussée (couche de fondation ou couche de base).

Les tableaux ci-après s'appuient sur la note d'information n°10 du CFTR.

a) Performances en couche de fondation

	t5	t4	t3	t2	t1
Type de GNT	A	A	A ⁽¹⁾	B2	B2
D max	14 à 63	14 à 63	14 à 40	14 à 40	14 à 40
Caract. Intrinsicques. ⁽²⁾	E	E	D	C	C
Gravillon ⁽³⁾	IV	IV	III	III	III
Sable / grave	c	b	b	b	b
Angularité	Ang 4	Ang 4	Ang 4	Ang 3	Ang 2
SO4	0.7	0.7	0.7	0.7	0.7
Compo	Rcug 70, X1, FL5				

b) Performances en couche de base

	t5	t4	t3	t2	t1
Type de GNT	A	A	A ⁽¹⁾	Sans objet	
D max	14 à 40	14 à 40	14 à 20		
Caract. Intrinsicques. ⁽²⁾	E	D	C		
Gravillon ⁽³⁾	IV	IV	III		
Sable / grave	b	b	b		
Angularité	Ang 4	Ang 4	Ang 3		
SO4	0.7	0.7	0.7		
Compo	Rcug 70, X1, FL5				

(1) il est toutefois nécessaire d'obtenir :

- Une régularité granulométrique comparable à celle d'une GNT B
- Une compacité à l'OPM $\geq 82\%$

(2) application de la règle de compensation

(3) ne s'applique pas pour les GNT A

c) Fréquences d'essai

Le tableau ci-après définit les fréquences des essais à réaliser en fonction du trafic, de la destination de la GNT (base ou fondation) et du niveau du système qualité mis en place par le fournisseur.

Il a pour objectif d'inciter les producteurs à mettre en place un système qualité performant.

	t5		t4		t3		t2	t1
	Fondation	base	Fondation	Base	Fondation	Base	fondation	Fondation
Ni v e a u 1	G+MB+TSO4 1 pour 2000 t ou pour 2 jours de production				G+MB+TSO4 1 pour 1000 t ou pour 1 jour de production			
	LA + MDE + MVR + PROCTOR 1 pour 5000 t ou pour 5 jours de production					LA + MDE+ MVR + PROCTOR 1 pour 2000 t ou pour 2 jours de production		
ni v e a u 2	G+MB+TSO4 1 pour 5000 t ou pour 2 jours de production				G+MB+TSO4 1 pour 2000 t ou pour 2 jours de production			
	LA + MDE+ MVR + PROCTOR 1 pour 10000 t ou 1 par campagne de concassage					LA + MDE + MVR + PROCTOR 1 pour 5000 t ou pour 5 jours de production		

d) Objectif de densification

	t5	t4	t3	t2	t1
Fondation	q2				
Base					

Nota : q2 correspond à $p_{dm} \geq 97\%$ pd OPM
et $p_{dfc} \geq 95\%$ pd OPM
où p_{dm} est la densité moyenne de la couche ;
 p_{dfc} est la densité en fond de couche ;
 pd OPM est la densité Optimum Proctor Modifié.

L'objectif q2 correspond à

- 50 % des valeurs moyennes de densité $\geq 97\%$ OPM
- 95% des valeurs moyennes de densité $\geq 95\%$ OPM

Les valeurs mesurées sont des mesures de la densité moyenne sur l'épaisseur de la couche.

V. Précautions d'emplois

La nature des matériaux issus de la déconstruction peut engendrer des interactions avec d'autres produits, comme pour les sols naturels des précautions sont à prendre dans certaines situations :

- Tout apport de chaux et ou de liant hydraulique doit faire l'objet d'une étude spécifique.
- En cas de contact du matériau recyclé avec des éléments métalliques (canalisations fonte, acier...), il convient de s'assurer de l'agressivité vis-à-vis de la corrosion par le matériau recyclé (A05-252).
- En cas de contact avec des éléments béton (canalisations, bordures,...), il convient de vérifier l'interaction entre le matériau recyclé et le béton et plus particulièrement dans le cas de bétons coulés en place. (NF EN 206-1)
- Le guide SETRA « Acceptabilité des matériaux alternatifs en technique routière » s'applique systématiquement.

VI. Bibliographie

- AFNOR, NF P 11-300 : « Exécution des terrassements - Classification des matériaux utilisables dans la construction des remblais et des couches de forme d'infrastructures routières », septembre 1992.
- AFNOR, NF P 98-125 : « Assises de chaussées - Graves non traitées - Méthodologie d'étude en laboratoire », mai 2009.
- AFNOR, NF P 18-545 : « Granulats - Éléments de définition, conformité et codification », septembre 2011.
- AFNOR, 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 », mars 2008.
- AFNOR, NF EN 13285 : « Graves non traitées – Spécifications », décembre 2010.
- AFNOR, NF EN 13286-1 : « Mélanges traités et mélanges non traités aux liants hydrauliques - Partie 1 : méthode d'essai de détermination en laboratoire de la masse volumique de référence et la teneur en eau - Introduction et exigences générales », janvier 2004.
- AFNOR, NF EN 13286-2 : « Mélanges traités et mélanges non traités aux liants hydrauliques - Partie 2 : méthodes d'essai de détermination en laboratoire de la masse volumique de référence et de la teneur en eau - Compactage Proctor », décembre 2010.
- AFNOR, NF EN 933-1 : « Essais pour déterminer les caractéristiques géométriques des granulats - Partie 1 : détermination de la granularité – Analyse granulométrique par tamisage », juin 2012.
- AFNOR, NF EN 933-9 : « Essais pour déterminer les caractéristiques géométriques des granulats. Partie 9 : qualification des fines, essai au bleu de méthylène », décembre 2009.
- AFNOR, NF EN 933-11 : « Essais pour déterminer les caractéristiques géométriques des granulats - Partie 11 : essai de classification des constituants de gravillons recyclés », juillet 2009.
- AFNOR, Norme 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) », août 2011.
- AFNOR, Norme 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. », juin 2010.
- AFNOR, NF EN 1744-1 : « Essais visant à déterminer les propriétés chimiques des granulats - Partie 1 : analyse chimique », octobre 2010.
- AFNOR, NF P 94-056 "Sols : reconnaissance et essais - Analyse granulométrique. Méthode par tamisage à sec après lavage », mars 1996.
- AFNOR, NF P 94-068 : "Sols : reconnaissance et essais – Mesure de la capacité d'absorption de bleu de méthylène d'un sol ou d'un matériau rocheux. Détermination de la valeur de bleu de méthylène d'un sol ou d'un matériau rocheux par essai à la tache », octobre 1998.
- SETRA-LCPC, « Guide technique. Réalisation des remblais et des couches de forme », 1992.

- SETRA-LCPC, « Guide technique. Remblayage des tranchées et réfection des chaussées », 1994.
- SETRA-LCPC, « Assises de chaussées – Guide d'application des normes pour le réseau routier national », 1998.
- SETRA, note d'information n°34, « Construire des remblais contigus aux ouvrages d'art – Murs de soutènement et culées de pont », janvier 2012.
- CFTR, Note d'info n°10 : « Aide au choix des granulats pour chaussées basés sur les normes européennes », janvier 2005.
- CFTR, Note d'info n°12 : « Aide Mise en application de la nouvelle norme Grave Non Traitée », mai 2006.
- IDRRIM, Note d'info n°22 : « Classification et aide au choix des matériaux granulaires recyclés pour leurs usages routiers hors agrégats d'enrobés », février 2011.
- Guide technique SETRA, « Acceptabilité de matériaux alternatifs en technique routière »,
- Guide technique Cerema « Acceptabilité environnementale des matériaux alternatifs en technique routière, les matériaux de déconstruction issus du BTP », <http://www.infra-transport-materiaux.cerema.fr/acceptabilite-environnementale-de-materiaux-a5994.html>
- Guide technique régional Île-de-France, « Guide technique pour l'utilisation des matériaux régionaux d'Île-de-France – Les bétons et produits de démolition recyclés », décembre 2003.
- http://www.driea.ile-de-france.developpement-durable.gouv.fr/IMG/pdf/g_bet_rec_cle0e6a79.pdf
- Guide technique pour l'utilisation des matériaux alternatifs de Bourgogne, Les graves de recyclage issues de la déconstruction du BTP, Février 2012.
- <http://www.idrim.com/ressources/publications/1/1177,1041,Graves-de-recyclage-issues-de-.pdf>
- Guide technique régional Rhône-Alpes, « Guide d'utilisation en TP des graves recyclées de démolition et de mâchefer »
- Guide technique régional Lorraine, « Guides d'utilisation des matériaux lorrains en technique routière ».