

GUIDE TECHNIQUE
POUR L'UTILISATION
DES MATERIAUX REGIONAUX
D'ILE-DE-FRANCE

LES BÉTONS ET PRODUITS
DE DÉMOLITION RECYCLÉS

Décembre 2003

Première révision

La révision du guide bétons et produits de démolition recyclés de 1996 résulte de la nécessité de plus en plus pressante de recycler le maximum de matériaux.

Le guide précédent concernait essentiellement les produits de déconstruction des bâtiments.

Un poids plus important a été donné aux matériaux d'autres origines.

L'évolution est également liée à des normes nouvelles telles que celle concernant le dosage en sulfate (NF P 18-581).

Une simplification a été réalisée afin de donner dans le texte le maximum d'éléments sans renvoyer à des tableaux en annexe.

Enfin, le chapitre démarche qualité a été étoffé afin d'apporter une aide aux maîtres d'œuvre pour la rédaction des marchés.

La révision de ce guide a été réalisée en 2002, dans le cadre de la Charte pour une gestion durable et une utilisation rationnelle des granulats en Ile-de-France, sous la direction de M. A. DESTOMBES du Laboratoire Régional de l'Ouest Parisien, par un groupe de travail composé de :

Melle	MT. GOUX	<i>Laboratoire Régional de l'Est Parisien</i>
MM.	G. AUSSEDAT	<i>Union Nationale des Industries de Carrières et Matériaux de Construction d'Ile-de-France</i>
	V. BASUYAU	<i>Représentant l'UNICEM</i>
	L. BRISSAUD	<i>SGREG représentant le Syndicat Professionnel Régional des Industries Routières d'Ile-de-France</i>
	I. DROUADAINÉ	<i>EUROVIA représentant l'UNICEM</i>
	E. GODARD	<i>Colas représentant le SPRIR</i>
	M. JOURDAN	<i>APPIA représentant le SPRIR</i>
	M. KERGOET	<i>Laboratoire Régional de l'Est Parisien</i>
	JM. LACROSE	<i>Direction Départementale de l'Équipement des Yvelines</i>
	D. MEHEUT	<i>Conseil Général des Yvelines</i>

Contact :

D. BROCHARD, Directeur technique à la Direction Régionale de l'Équipement d'Ile-de-France

E mail : dominique.brochard@equipement.gouv.fr

SOMMAIRE



1. INTRODUCTION	5
2 - PROVENANCES ET COLLECTE SELECTIVE	7
3 - ELABORATION ET PRODUCTION	9
3.1 - Elaboration	9
3.2 - Produits de recyclage	12
3.21 - Les graves de recyclage (G.R.)	12
3.22 - Les produits secondaires	14
4 - UTILISATIONS POSSIBLES ET CONDITIONS D'EMPLOI	15
4.1 - Les graves GR0 et GR1	16
4.11 - Graves GR0.....	15
4.12 - Graves GR1	15
4.2 - Les graves GR2, GR3 et GR4	16
4.21 - Graves non traitées (GNT)	17
4.22 - Graves traitées aux liants hydrauliques (GH)	17
4.3 - Les sables et gravillons	17
4.31 - Domaines d'emploi	17
4.32 - Spécifications relatives aux mélanges	17
4.4 - Spécifications de mise en œuvre	18
4.5 - Précautions particulières d'emploi	18
5 - DEMARCHE QUALITE	19
5.1 - Consultation des entreprises	19
5.2 - Les particularités des S.O.P.A.Q. et P.A.Q. des plans de contrôle	20
6 - PERSPECTIVES D'EVOLUTION	21
7 - REFERENCES D'EMPLOI	23
8 - ANNEXES	29
8.1 - Carte des implantations des sites de recyclage	29
8.2 - Spécifications granulométriques de la norme NF P 98-129 (fuseaux 6, 7 et 8)	30

1. INTRODUCTION

Dans une période où le souci de protection de l'environnement prend une place de plus en plus grande, **l'emploi de matériaux recyclés offre trois avantages majeurs et indiscutables :**

- l'économie des décharges dont on cherche à réduire le nombre et l'usage ;
- l'économie des carrières, en particulier des gisements alluvionnaires en région parisienne qu'il convient de réserver aux usages adaptés à leur qualité ;
- des économies de transport puisqu'il s'agit de matériaux "locaux".

L'emploi de ces matériaux constitue une réponse à la circulaire du 15 Février 2000 relative à la gestion des déchets de bâtiments et travaux publics.

Après une quinzaine d'années d'usage (chantiers de mise au point, chantiers pilotes), il apparaît que les matériaux de recyclage offrent une véritable alternative technique et économique dans bon nombre de chantiers, jusqu'aux autoroutes pour certaines applications.

La diversité des matériaux produits, conséquence de la diversité des "matières premières" et des différentes techniques de traitement, permet de



Vue générale d'une installation

répondre à un large éventail d'applications, depuis les simples remblais jusqu'aux assises de chaussées à trafic lourd.

L'ensemble des installations actuellement implantées en Ile-de-France constitue une véritable filière industrielle qui produit chaque année près de 3 000 000 de tonnes de matériaux, soit plus de 15 % de la production régionale.

Le présent guide a pour objet d'aider les Maîtres d'ouvrage et les Maîtres d'œuvre à tirer le meilleur parti possible de ces matériaux alternatifs dans un usage routier sans pour autant faire de concession à la qualité des ouvrages.

Il répond également à la nécessité de favoriser l'emploi d'un langage commun pour l'ensemble des intervenants.

2. PROVENANCES ET COLLECTE SELECTIVE

Par matériaux de démolition, on entend des produits très divers qui ne sont pas tous recyclables pour obtenir des granulats utilisables en techniques routières et donc nécessitent une sélection.

Ces matériaux de démolition peuvent être classés en quatre catégories selon leurs natures :

1. les matériaux de déconstruction de bâtiments et ouvrages d'art, constitués de bétons armés ou non, sans enduit, ni plâtre, ni amiante, ou autres déchets industriels spéciaux.
2. Les matériaux de déconstruction de chaussées constitués de matériaux traités ou non aux liants hydrauliques, de matériaux traités aux liants hydrocarbonés, d'anciens blocages, de bordures en béton ou pierre naturelle, etc.
3. Des mélanges de matériaux composites (ossatures en béton, maçonnerie, ...) avec de faibles teneurs en plâtres, bois, plastique,
4. Des mélanges hétérogènes avec des teneurs en matières indésirables

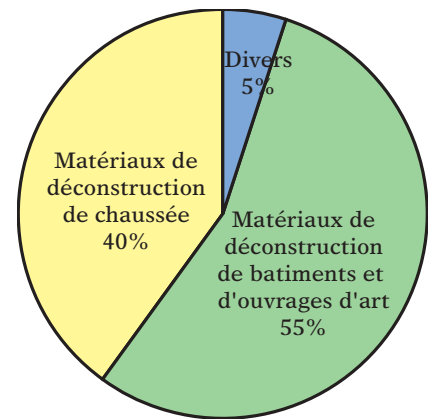
(plâtres, bois, plastique,) supérieures à 10 %.

Les déchets dangereux contenant de l'amiante, des produits dérivés de la houille, classés dans la catégorie des DIS (Déchets Industriels Spéciaux) selon leur degré de nocivité (décret n° 95-517 du 15 mai 1997), sous forme liée ou non liée à d'autres matériaux doivent être systématiquement éliminés lors de la phase réception des matériaux ou la phase tri, et être orientés vers des centres spécialisés.

Les croûtes d'enrobés ou produits de fraisage d'enrobés peuvent être utilement et économiquement recyclés sous forme d'AGREGATS (norme XP P 98-135) dans les matériaux traités aux liants hydrocarbonés à chaud ou à froid.

Les entreprises spécialisées dans le recyclage pratiquent :

- > soit une sélection des matériaux bruts sur les chantiers de déconstruction ;
- > soit une réception de matériaux sur leurs centres de traitement, approvisionnés par des entreprises de bâtiments ou de travaux publics



Nature des approvisionnements



Réception des bétons de démolition

3. ELABORATION ET PRODUCTION

Les matériaux bruts sélectionnés font l'objet d'une élaboration pour obtenir divers produits :

- Produits "primaires" : Graves et cailloux,
- Produits "secondaires" : Sables et gravillons.

3.1 – ELABORATION

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

- Sélection et stockage des produits bruts. Le stockage peut éventuellement être sélectif si l'installation traite plusieurs des familles décrites précédemment.
- Préparation avant traitement qui consiste à réduire les plus gros éléments à l'aide d'un brise roche hydraulique (B.R.H.), à couper les



Préparation à la cisaille

éléments longs à l'aide d'une cisaille, à retirer les impuretés les plus grosses.

- Concassage primaire à l'aide d'un concasseur à percussion ou à mâchoires, suivi d'un déferraillage électromagnétique.
- Selon les installations, le concassage peut être précédé d'un criblage destiné, à éliminer les matériaux à faibles caractéristiques et suivi d'un tri manuel destiné, à retirer les impuretés (bois, papiers, plastiques) résiduelles.
- Eventuellement concassage secondaire portant sur la fraction supérieure issue du concassage primaire.

L'installation secondaire peut aussi être équipée d'un séparateur magnétique, d'un dispositif d'épuration (lavage, tables densimétriques, ...).

On voit donc que les centres de recyclage peuvent offrir une technicité très variée allant du simple concasseur à mâchoire sans criblage ni épuration jusqu'à l'installation industrielle sophistiquée disposant de deux, voire trois niveaux de concassage, de criblage et d'épuration.

Toutefois, toutes les installations peuvent entrer dans deux catégories principales :

- Les installations fixes,
- Les installations mobiles,

dont chacune peut être subdivisée en deux :

- les installations primaires (un seul niveau de concassage),
- les installations secondaires (au moins deux niveaux de concassage).

En général, les installations fixes sont les plus élaborées, ce qui permet la



Déferraillage électromagnétique

production d'une plus grande variété de matériaux.

En 2000, il a été fabriqué près de 3 000 000 de tonnes de granulats recyclés en Ile-de-France à partir de 29 installations réparties sur l'ensemble de la région et dont la capacité totale de production se situe à plus de 4 000 000 de tonnes.

En annexe sont données les implantations des Centres de recyclage (documents communiqués par la section recyclage de l'U.N.P.G.).

Dans le cas de chantiers importants de démolition, une visite préalable du site, avec les entreprises concernées permet d'arrêter les dispositions qui permettront d'éviter les mélanges et de valoriser au mieux toutes les matières rencontrées.

L'essentiel des approvisionnements (> 90 %) a pour origine les déconstructions des catégories 1 et 2.

La catégorie 3 pourra être admise sur les centres de recyclage sous réserve que des dispositions de stockage ou de tri soient prévues dans le Manuel Qualité du site.

La catégorie 4 doit faire l'objet d'une préparation spécifique dans le cadre d'un tri par filières dans un centre spécialisé.

Les méthodes de tri sélectif pratiquées dans chaque centre de traitement de matériaux de recyclage doivent être



fragmentation des granulats

décrites dans le Manuel Qualité de l'entreprise.

La sélection des matériaux bruts s'effectue à l'arrivée de chaque camion

par vérification du contenu (lecture du bon émis par chaque client définissant la nature du chargement), observation visuelle de conformité avant et après déversement avec vérification de la non présence de plâtre ou de Déchets Industriels Spéciaux et d'une faible proportion de bois, plastique, ...

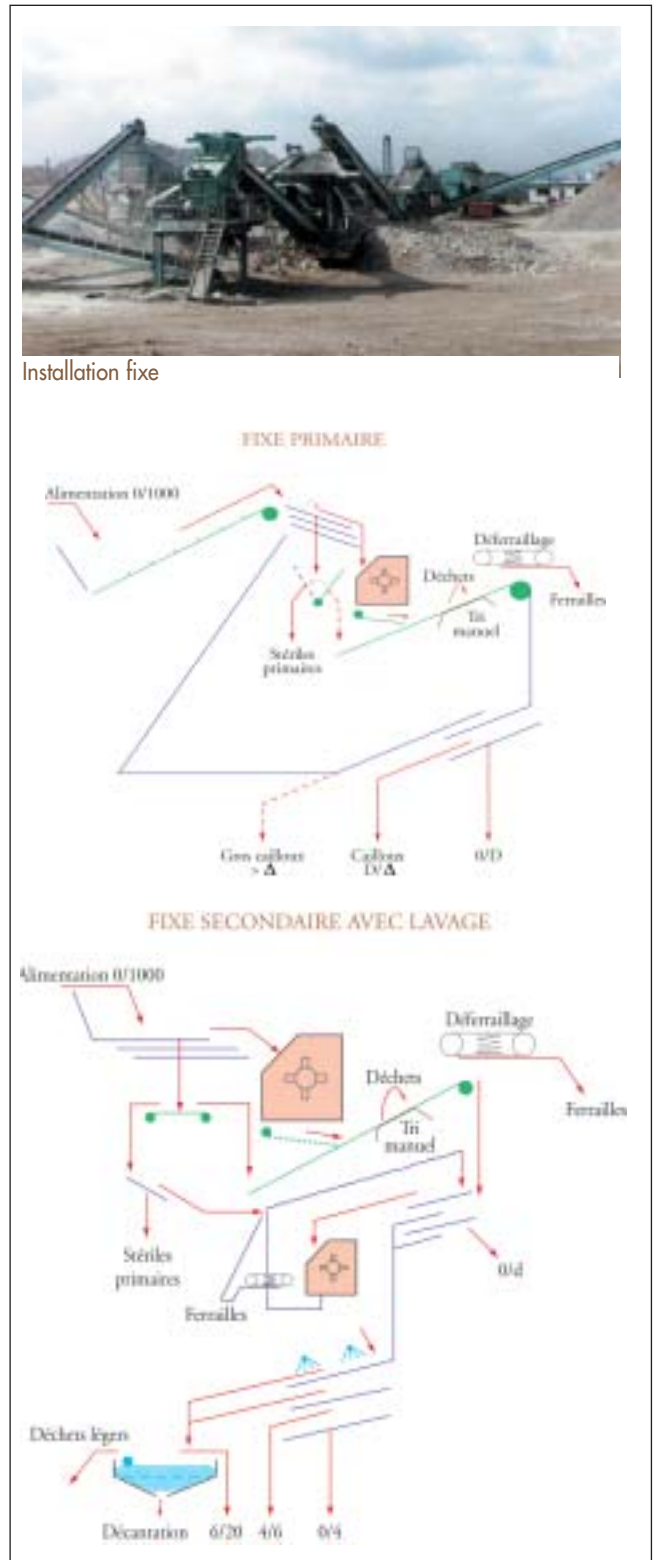
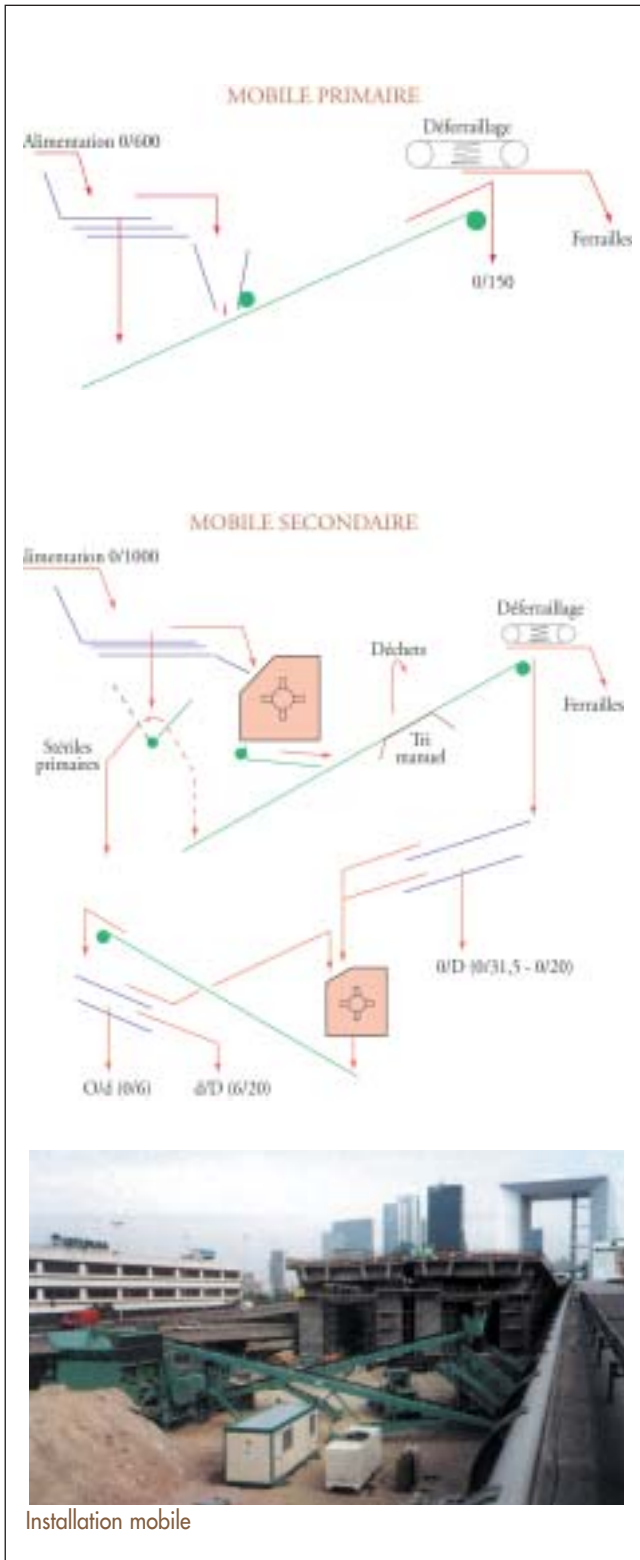
S'il y a constat de non-conformité, le matériau brut doit être évacué selon les dispositions arrêtées dans la démarche qualité du centre.



Réception des bétons de démolition

INSTALLATION MOBILE

INSTALLATION FIXE



3.2 - PRODUITS DE RECYCLAGE

Les produits résultant de ces quatre types d'installation sont de natures différentes allant des graves non calibrées aux granulats classés tels que sables et gravillons, en passant par diverses qualités de graves.

Les productions observées sur différents centres de recyclage figurent dans le tableau ci-dessous, ainsi que les normes permettant de les classer.

L'essentiel de la production est constitué par des graves 0/D et par des sables, des gravillons et des cailloux.

3.21 - Les graves de recyclage (G.R.)

Afin de faciliter la caractérisation des **Graves de Recyclage** dénommées "GR" dans ce texte, il a été défini cinq catégories : GR0, GR1, GR2, GR3, GR4 et ce, compte tenu :

- de la nature de la production,
- de critères figurant dans les normes citées.

Pour ce qui concerne le critère de "dureté" (essais Los Angelès et Micro Deval en présence d'eau), il a été procédé à un aménagement de la norme XP P 18-540 pour mieux caractériser la production dans le but d'une meilleure valorisation (cf. § 4) en distinguant la classe E+ ($LA \leq 40$, $MDE \leq 35$, $LA + MDE \leq 65$) dans la classe E.

Type de matériaux	Norme	Installation
Matériau de pré-criblage	NF P 11-300	Toute installation avec scalpage avant concassage
Grave non calibrée	NF P 11-300	Concassage primaire sans criblage
Grave 0/D	XP P 18-540 et NF P 11-300 ou NF P 98-129	Concassage primaire ou secondaire avec criblage
Sable	XP 18-540	Concassage primaire ou secondaire avec criblage
Gravillons et cailloux	XP P 18-540	



Aspect d'une grave de recyclage

Compte tenu de l'origine de ces matériaux, il convient d'être vigilant aux exigences de la norme XP P 18-540 sur la présence de sulfate qui peut être

la cause de désordres de l'ouvrage (gonflement). Ces exigences sont étendues aux matériaux GR1 relevant de la norme NF P 11-300.

Les catégories ainsi établies figurent dans le tableau ci-après :

Référence à la norme	NF P 11-300		XP P 18-540 et NF P 98-129 (GNT A)		
	F 72	F 71			
Catégorie de Grave Recyclée	GR0	GR1	GR2	GR3	GR4
Granularité	Non calibrée	0/D D ≤ 80 mm	0/D D ≤ 31,5 mm	0/D D ≤ 20 mm	0/D D ≤ 20 mm
Dureté	Non spécifiée	LA ≤ 45 MDE ≤ 45	LA ≤ 45 MDE ≤ 45 LA+MDE ≤ 80 soit E	LA ≤ 40 MDE ≤ 35 LA+MDE ≤ 65 soit E+	LA ≤ 35 MDE ≤ 30 LA+MDE ≤ 55 soit D
Propreté	Non spécifiée	VBS ⁽¹⁾ ≤ 0,2	(ES ≥ 50 ou MB ⁽²⁾ ≤ 2,5) soit b	(ES ≥ 50 ou MB ⁽²⁾ ≤ 2,5) soit b	(ES ≥ 50 ou MB ⁽²⁾ ≤ 2,5) soit b
Sulfates	Selon utilisation	SS b (≤ 0,7 %)			

(1) VBS selon norme NF P 94-068

(2) MB selon norme NF EN 933-9

Remarques concernant la teneur en sulfates

La teneur en sulfates est établie conformément à la norme NF P 18-581.

Le seuil absolu est porté à 0,20 % (soit catégorie SSa) en cas d'emploi sous dallage béton de bâtiment. Dans ce cas, la teneur en plâtre doit être nulle, les sulfates ne provenant que du ciment contenu dans le matériau d'origine. Seuls les matériaux des catégories 1 et 2 définies au § 2, peuvent être employés.

Pour appartenir à l'une des catégories GR1, GR2, GR3 ou GR4, les matériaux doivent satisfaire à chacun des critères relatifs à cette catégorie.



Stockage d'une grave (GR1)

3.22 - Sables, gravillons et cailloux de recyclage

Pour ce qui concerne les sables et les gravillons, les caractéristiques retenues sont :

- la granularité,
- la propreté,
- la forme,
- les résistances mécaniques (ou dureté).

Le plus souvent, ces produits se classent selon les catégories indiquées dans le tableau ci-dessous selon la norme XP P 18-540.



Cailloux de recyclage

	Caractéristiques de fabrication	Caractéristiques intrinsèques	Sulfates solubles
Gravillons	III ou IV	D à E	SSb ($\leq 0,7 \%$)
Sables	b ou c		SSb ($\leq 0,7 \%$)

Pour l'ensemble des produits de recyclage, la caractérisation de la fourniture relève du domaine de compétence et de la responsabilité des producteurs. Elle doit faire l'objet d'une Fiche Technique de Produits (FTP).

4. UTILISATIONS POSSIBLES ET CONDITIONS D'EMPLOI

Les produits de recyclage concernés sont les suivants:

- les graves 0/D : GR0, GR1, GR2, GR3 et GR4,
- les sables 0/D, gravillons et cailloux d/D de catégories mentionnées ci-dessus.

Ces matériaux peuvent être utilisés en construction routière pour réaliser :

- les terrassements (remblayages divers, couches de forme ...),
- les chaussées (assises), selon les modalités ci-après.

4.1 - LES GRAVES GR0 ET GR1

4.11 - Graves GR0

Ces graves sont criblées, déferrillées, épurées (bois, papiers, plastiques, ...), homogénéisées, mais peuvent contenir un peu de plâtre en proportion visuellement inférieure à 5% .

(cette dernière spécification vise à limiter la fragmentabilité et la dégradabilité du matériau).

- Inutilisable en couche de forme.
 - Emploi possible en remblai selon les conditions suivantes :
- Assimilation à la classe de sol naturel de mêmes caractéristiques géotechniques (NF P 11-300).

- Appliquer les conditions d'emploi définies dans le GTR pour cette classe à l'exclusion des solutions faisant intervenir le traitement à la chaux ou aux liants hydrauliques.
- Pour les mêmes raisons que ci-dessus, si le remblai est réalisé avec plusieurs natures de sols, les graves GR0 ne doivent pas être en contact avec des sols traités.
- Pas d'emploi dans les remblais contigus aux ouvrages.
- Pas d'emploi en PST si la couche de forme est prévue en sols traités.
- Ne pas utiliser en partie basse de remblais réalisés en zone inondable.

4.12 - Graves GR1

- Emploi possible 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, C2B31 ou D31). En particulier, les graves GR1 peuvent être employées là où les GR0 sont interdites.

- Emploi 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, C2B31 ou D31, on pourra imposer, selon les



Remblayage de tranchée

cas de chantier, et en particulier si la couche de forme est traitée, une élimination de la fraction grossière (> 50 mm ou même 31,5 mm) 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).

L'essai d'aptitude étant réalisé sur la fraction 0/5 mm du matériau, les éléments friables > 5 mm seront broyés et intégrés au 0/5 mm.

4.2 – LES GRAVES GR2, GR3 ET GR4

Leur emploi en assises de chaussées est possible, soit sous forme brute (GNT), soit après traitement au liant hydraulique en centrale de malaxage (GH).

Le traitement par d'autres liants (bitumes en particulier), qui manque de développement, n'est pas traité dans ce guide.

4.21 – Graves non traitées (GNT)

Ce type de graves est défini dans la norme NF P 98-129. Pour cette technique, les modalités d'emploi sont décrites par référence à cette norme et au document d'application afférent.

Les spécifications relatives aux possibilités ou aux conditions d'emploi sont données ci-contre en fonction de :

- la position de la couche dans l'assise (fondation ou base),
- l'intensité du trafic selon l'échelle indiquée ci-dessus.

Pour ce qui concerne les spécifications relatives à la mise en œuvre et la conception des structures, on se reportera à celles décrites au chapitre 4.4.

DOMAINE D'EMPLOI DES GR2, GR3 ET GR4 NON TRAITÉES

Type de Grave	Fondation	Base	Définition complémentaire selon la norme NF P 98-129 ⁽²⁾
GR2	$\leq T4$ (0/31,5)	$\leq T4$ (0/20)	- Grave de type A (non reconstituée) - D = 20 mm (fuseau 7) - D = 31,5 mm (fuseau 6)
GR3	$\leq T3^+$	$\leq T3^{(1)}$	- Grave de type A (non reconstituée) ⁽³⁾ - D = 14 mm (fuseau 8)
GR4	$\leq T3$	$\leq T3$	- D = 20 mm (fuseau 7)

(1) Pour un tel trafic, l'emploi n'est pas envisagé par le document d'application de la Norme qui ne distingue pas E⁺ et E qui discriminent les graves GR2 et GR3.

L'expérience régionale résultant d'une volonté de valorisation des produits de recyclage a conduit cependant à envisager un tel emploi pour la catégorie E⁺.

(2) S'agissant de graves de type A de la Norme (c'est-à-dire non recomposées), il n'y a pas de spécifications autres que celles de respect du fuseau granulométrique de type 6, 7 ou 8 données en annexe 8-2

(3) Pour les graves GR3 et GR4 utilisées en couche de base pour un trafic T3⁺ et T3⁺, il faut obtenir :

- une régularité granulométrique comparable à celle d'une grave de type B, c'est-à-dire recomposée pondéralement à partir de fractions granulaires,
- une compacité à l'OPM $\geq 82\%$.

Les classes de trafic sont déterminées par les limites données dans le tableau ci-dessous



Grave non traité en assise

Classe	T5	T4	T3		T2		T1		T0		TS		TEX
			T3 ⁻	T3 ⁺	T2 ⁻	T2 ⁺	T1 ⁻	T1 ⁺	T0 ⁻	T0 ⁺	TS ⁻	TS ⁺	
MJA	0	25	50	85	150	200	300	500	750	1200	2000	3000	5000

4.22 - Graves traitées aux liants hydrauliques (GH)

Les graves GR2, GR3 et GR4 traitées par un liant hydraulique sont définies par la Norme NF 98-116 du produit correspondant à la technique de traitement : laitier, ciment, liant spécial routier...

Pour ces techniques, le domaine d'emploi est décrit par référence aux Normes et aux documents d'application correspondants.

Les spécifications relatives aux possibilités et aux conditions d'emploi sont données ci-après, en fonction de :

- la position de la couche dans l'assise (fondation ou base),
- l'intensité du trafic selon l'échelle déjà indiquée.



Grave non traitée en assise

4.3 - LES SABLES ET GRAVILLONS

4.31 - Domaine d'emploi

Les sables et les gravillons sont destinés à la réalisation des matériaux traités aux liants hydrauliques ou de graves non traitées reconstituées après recombinaison et humidification en centrale de malaxage.

Les domaines d'emploi de ces matériaux dépendent essentiellement des caractéristiques mécaniques des gravillons (dureté).

EMPLOI DES GR2, GR3 ET GR4 TRAITÉES

Type de Grave	Fondation	Base	Définition complémentaire sur les graves traitées
GR2 ⁽¹⁾	≤ T3 ⁺	≤ T4	Respect du fuseau granulométrique de la norme
GR3 ⁽¹⁾	≤ T2 ⁺ T1 ⁺⁽²⁾	≤ T4 T3 ⁺⁽²⁾	
GR4 ⁽¹⁾	≤ T1 ⁺	≤ T3 ⁺ T2 ⁺⁽²⁾	

(1) Les graves GR2, GR3 et GR4 n'étant pas recomposées pondéralement en centrale, il est nécessaire de s'assurer de leur régularité granulométrique en fonction du fuseau de spécification retenu.

(2) Cet emploi implique que le choix du matériau soit agréé par le maître d'ouvrage et que la maîtrise d'œuvre prenne les dispositions pour qu'un contrôle soit effectué au moment de la réalisation des travaux. Un suivi de comportement de la chaussée doit être réalisé. Ces dispositions doivent permettre, à terme, l'assimilation à la technique normalisée.

4.32 - Spécifications relatives aux mélanges

Les matériaux reconstitués à partir de produits de recyclage peuvent être constitués à 100 % de ceux-ci ou bien faire appel à des granulats naturels, notamment en vue de rendre le mélange conforme aux normes concernées.

Celles-ci sont :

- NF P 98-116 pour les graves traitées aux liants hydrauliques.
- NF P 98-113 pour les sables traités aux liants hydrauliques.
- NF P 98-129 pour les graves non traitées de type B.

Pour la formulation des sables traités, il est souhaitable d'associer au sable de recyclage des correcteurs granulométriques. Par ailleurs, il peut constituer un correcteur efficace de sable naturel.

Les caractéristiques mécaniques sont établies conformément aux normes en vigueur, notamment NF P 98-114-1 et

NF P 98-114-2 pour les matériaux traités aux liants hydrauliques.

Les liants hydrauliques seront préférentiellement choisis parmi les liants hydrauliques routiers ou les laitiers de haut fourneau (en excluant les activants sulfatiques et sulfatocalciques). Dans le cas d'un traitement au ciment, on privilégiera les ciments à faible teneur en C₃A dont la réactivité avec les sulfates est plus faible. Ceci conduit à éviter les CPA CEM I et les CPJ CEM II/A.

Ils sont fabriqués et mis en œuvre conformément à NF P 98-115.

Ces mélanges, traités ou non, contenant une forte proportion de matériaux poreux, nécessitent en général un surdosage de l'ordre de 1 % d'eau par rapport à l'optimum Proctor modifié pour permettre une mise en œuvre satisfaisante. La vérification des caractéristiques de masse volumique

sèche (OPM) doit être réalisée régulièrement, du fait de la variabilité des sources de matière première.

Le domaine d'emploi des différents produits possibles est récapitulé dans le tableau ci-dessous



Compactage d'une couche de grave GR2

4.4 - SPÉCIFICATIONS DE MISE EN ŒUVRE

En ce qui concerne la mise en œuvre, les opérations de réglage et de réglage ne présentent pas de particularités. La définition des moyens de compactage et l'application sur chantier doivent tenir compte de deux caractéristiques spécifiques, à savoir :

- un classement en difficulté de compactage DC₃ du fait du frottement anguleux et de la texture «rêche»,
- une moindre résistance mécanique à la fragmentation et à l'attribution des «grains» issus du concassage du mortier ou des adhérences de mortier sur les gravillons.

Dans chaque cas d'application, il faut définir l'atelier de compactage en fonction des données de chantier (épaisseur de la couche, débit) et ce, à partir des dispositions figurant dans la circulaire relative au choix des matériels de compactage.

Pour éviter un farinage en surface de la couche par création ou remontée

		T5	T4	T3	T2	T1	T0
GNT B Gravillon E	Base	X	X				
	Fondation	X	X				
GNT B Gravillon E+ou D	Base	X	X	X			
	Fondation	X	X	X			
STLH	Base	X	X	X	X		
	Fondation	X	X	X	X	X	
GTLH Gravillon E	Base	X	X				
	Fondation	X	X	X	X		
GTLH Gravillon E+	Base	X	X	X	X	(1)	
	Fondation	X	X	X	X	X	(1)
GTLH Gravillon D	Base	X	X	X	X	X	
	Fondation	X	X	X	X	X	X

X utilisable

(1) Cet emploi implique que le choix du matériau soit agréé par le maître d'ouvrage et que la maîtrise d'œuvre prenne les dispositions pour qu'un contrôle soit effectué au moment de la réalisation des travaux. Un suivi de comportement de la chaussée doit être réalisé. Ces dispositions doivent permettre, à terme, l'assimilation à la technique normalisée.

d'éléments fins, il faut écarter les cylindres vibrants lourds (V 5).

4.5 - PRÉCAUTIONS PARTICULIÈRES D'EMPLOI

L'emploi de béton recyclé en assise de chaussées impose une attention particulière pour assurer un état de surface satisfaisant afin d'éviter les difficultés d'y accrocher une couche en matériaux bitumineux ou pour ne pas créer une interface fragile entre fondation et base pour des matériaux traités avec un liant hydraulique ou non traités.

Cette qualité de surface est à obtenir avec le bon choix de l'atelier de compactage comme il a été dit dans le chapitre précédent, mais il faut aussi éviter qu'une circulation de chantier trop intense ne la détériore.

La protection de la couche est facilement obtenue par la réalisation, dès que possible, d'un enduit gravillonné quand

la couche suivante est en matériaux bitumineux. En évitant la dessiccation, il permet d'assurer les performances mécaniques de la couche, garantit une interface optimale et autorise un bon accrochage de la couche bitumineuse.

Entre deux couches de matériaux non traités ou traités avec un liant hydraulique, l'interface est protégée en maintenant la teneur en eau par arrosage en pulvérisation et en l'humidifiant juste avant la mise en œuvre de la couche suivante de manière à favoriser «l'accrochage».

Toujours pour limiter les contraintes au niveau de la première interface, il est souhaitable de ne pas «tirer» sur les épaisseurs de la couche de surface qui protège une assise en béton recyclé. Jusqu'à un trafic cumulé de 1,3.10⁵ poids lourds (soit pour un trafic de l'ordre de T4), l'épaisseur de la couche de roulement préconisée dans le guide technique pour la conception et le dimensionnement des structures de chaussées est de 4 cm. Il s'agit d'un minimum à respecter.

5. DÉMARCHE QUALITÉ

5.1 - CONSULTATION DES ENTREPRISES

L'emploi des matériaux issus du recyclage des bétons et produits de démolition nécessite des adaptations au Dossier de Consultation des Entreprises (DCE) :

- soit pour donner les spécifications techniques relatives à ces matériaux s'ils entrent dans la composition de la solution de base,
- soit pour permettre aux entreprises de remplacer les matériaux naturels prescrits par des matériaux issus de recyclage,
- soit pour permettre aux entreprises de proposer des variantes utilisant ces matériaux.

La classification proposée dans les chapitres 3.21 et 3.22 du présent guide permet de spécifier toutes les caractéristiques des matériaux issus du concassage des bétons et produits recyclés exigées dans les normes :

- NF P 11-300 pour les matériaux utilisés en terrassement.
- NF P 98-129 et P 18-540 pour les matériaux utilisés en couche de chaussée non traitée ou traitée aux liants hydrauliques.
- NF P 18-540 pour les sables et gravillons pour grave recomposée.

La référence au type de grave GRi permet de fixer les clauses contractuelles sur la fourniture des produits (à mettre en annexe au marché).

Restent alors à fixer :

- les conditions de fabrication pour les mélanges traités aux liants hydrauliques,
- les conditions de mise en œuvre.

On se réfère alors aux documents réglementant l'emploi des matériaux :

- la composition, les caractéristiques mécaniques pour les produits traités,
- les conditions et spécifications de mise en œuvre : norme matériaux, GTR et le présent guide pour les particularités d'emploi.

Cas 1 : solution de base

Utilisation en remblais

Le CCTP devra préciser la catégorie de grave (en général catégorie GR0 ou GR1) et spécifier les cas d'usage (cf. chapitre 4) en fonction du cas de chantier et de la destination précise du matériau.

Utilisation en couche de forme

Le CCTP devra préciser la catégorie de grave (en général catégorie GR1 ou GR2) et spécifier les cas d'usage (cf. chapitre 4) en fonction du cas de chantier et de la destination précise du matériau.

Utilisation en couche de chaussée non traitée ou traitée aux liants hydrauliques

Le CCTP devra préciser la catégorie de grave (GR2, 3 ou 4) ou grave recomposée et spécifier les cas d'usage (cf. chapitre 4) en fonction du cas de chantier et de la destination précise du matériau.

Pour les matériaux traités aux liants hydrauliques (norme NF P 98-116) le CCTP spécifiera la classe de la grave traitée selon les caractéristiques mécaniques à 360 j.

Cas 2 : Variantes

Le règlement de consultation pourra permettre aux entreprises de proposer

des solutions variantes à la solution de base en précisant le type de variante autorisé :

- sur la nature des matériaux en acceptant les matériaux issus de recyclage,
- sur la constitution des terrassements et/ou chaussées. Dans ce cas, le CCTP devra mentionner les hypothèses qui ont conduit au dimensionnement de la solution de base :
 - pour les variantes sur les remblais : classes de PST et d'arase,
 - pour les variantes sur couche de forme : classes de PST et d'arase et classe de plate-forme,
 - les classes de trafic et de plate-forme pour les variantes portant sur les couches de chaussées.

La vérification de la proposition de l'entreprise se fera à partir des fiches techniques décrivant les matériaux et les caractéristiques escomptées ; ces fiches doivent permettre le classement du matériau par rapport au tableau de classification donné au chapitre 3.2.

On vérifiera le domaine d'emploi du matériau avec les indications données au chapitre 4.

Les autres vérifications de la proposition de l'entreprise sont les suivantes :

- pour les remblais et couche de forme : respecter les règles de mise en œuvre fixées par le GTR pour la classe de la norme NF P 11-300 à laquelle le matériau aura été assimilé,
- pour les couches de forme : le respect des règles de dimensionnement données par les GTR et GTS avec étude de traitement si nécessaire,
- pour les couches de chaussée en grave non traitée : fiche technique du matériau,

- pour les couches de chaussée en grave traitée aux liants hydrauliques la classe de caractéristiques mécaniques (étude en laboratoire),
- pour les variantes de structures de chaussée, le dimensionnement des couches à partir des catalogues de structures ou du guide de dimensionnement des chaussées.

5.2 – LES PARTICULARITES DES S.O.P.A.Q ET P.A.Q DES PLANS DE CONTROLE

Pour l'emploi de graves recyclées, le SOPAQ doit donner en plus de la nature des graves, des indications sur leur origine, leur mode d'élaboration, les phases de stockage, de transport.

Ces éléments doivent permettre au maître d'œuvre d'apprécier les possibilités d'approvisionnement du chantier et le respect des spécifications techniques se rapportant aux produits.

Le PAQ devra contenir, en plus des dispositions générales formulées dans le fascicule 23 "Fournitures de granulats employés à la construction des chaussées", les dispositions :

- relatives à la collecte sélective de chaque camion à l'arrivée pour vérifier la conformité de la matière brute,
- relatives au traitement des matériaux bruts sélectionnés, à savoir : le respect des différentes phases d'élaboration détaillées dans le § 3.1, sélection, stockage des produits bruts,

préparation avant traitement et concassage.

L'Entreprise devra présenter :

- les fiches techniques de produits (FTP),
- les études de formulation pour les matériaux traités.

Le plan de contrôle établi par le maître d'œuvre est adapté afin de vérifier que les caractéristiques des produits livrés sont conformes aux spécifications du marché et des engagements de contrôle intérieur de l'entreprise.

6. PERSPECTIVES D'ÉVOLUTION

L'utilisation de matériaux élaborés par recyclage de produits de démolition est un domaine ouvert à l'innovation.

Des chantiers expérimentaux suivis sont nécessaires pour élargir le domaine d'emploi de ces produits en technique routière.

La démarche innovation entre les entreprises et l'administration offre un cadre parfaitement défini pour atteindre un objectif de développement et de "normalisation" pour l'emploi de ces produits.

Deux axes nous paraissent ouverts :

- **ELARGIR** le domaine d'emploi en visant des chaussées à trafic aussi

élevé que possible. Cet élargissement, en l'état actuel des connaissances, peut être rapidement défini si l'on vise les couches de fondation avec des matériaux traités avec un liant hydraulique.

- **RECHERCHER** des techniques de traitement à froid avec du bitume (sous forme d'émulsion ou de mousse).

Cet axe permettrait, s'il est nécessaire, de s'affranchir de la présence des sulfates ou autres produits gênants et d'offrir à la technique routière un autre matériau à base de produits recyclés.



Utilisation pour les travaux TGV

7. RÉFÉRENCE D'EMPLOI

Ce chapitre donne quelques exemples d'utilisation des granulats dans les domaines définis dans le paragraphe 4 (utilisations possibles et conditions d'emploi).

Les exemples collectés concernent :

- au niveau des constructions routières :
 - les remblais routiers et de tranchées,
 - les couches de formes,
 - les matériaux drainants,
 - les assises de chaussées :
 - les graves traitées aux liants hydrauliques,
 - les graves non traitées.

- au niveau des autres types de voies :
 - les aires de stationnement et de stockage.

Pour chacune des rubriques définies ci-avant, des tableaux fournissent des références d'emploi reprises dans une liste de chantiers recensés par enquête.

Ces informations portent essentiellement sur les éléments suivants :

- la localisation du chantier,
- le trafic,
- la nature des travaux ou de l'opération,

- la date de réalisation,
- les produits concernés,
- les quantités mises en œuvre.

Pour certaines utilisations, les chantiers de référence sont nombreux ou difficiles à identifier (cas de remblais spéciaux...).

Au niveau du trafic PL, les données figurant au tableau ne résultent pas toujours de méthodes de comptages. Il s'agit donc d'estimations.



Utilisation de granulats recyclés en couche de fondation

COUCHES DE FORME

LOCALISATION DU CHANTIER		TRAFIC	TRAVAUX		PRODUIT		
Département	Site		Nature	Date de réalisation	Nature	Granulométrie	Quantité
94	VILLIERS-SUR-MARNE	T0	Contournement de VILLIERS	1995	Recyclé mixte	0 / 31,5	8 000 T
94	CHOISY-LE-ROI	T0	A86	1985	Grave béton	0 / 120	
92	CHATENAY-MALABRY	T0	A86	1995	Grave béton	0 / 31,5	4 000 T
92	ISSY-LES-MOULINEAUX	RATP	Tramway du Val de Seine	1993 94 - 95	Grave béton	0 / 31,5	9 000 T
77	BUSSY-SAINT-GEORGES	RATP	RER	1990	Grave béton	0 / 31,5	
77 - 91	A5, BRIE-COMTE-ROBERT / RN6	T0	Plateforme	1993	GRH	0 / 20	40 000 T
78	RD59, VERNEUIL-SUR-SEINE	T2		1994	GNT	0 / 31,5	20 000 T
77	RER Lot 3 TORCY / CHESSY	-	Plateforme RER	1989	Cailloux	30 / 120	20 000 T
77	ZAC Monfort, NOISY-LE-GRAND	T3	Voirie de desserte	1990	Cailloux	30 / 120	2 000 T
94	Route de Valenton à LIMEIL	T2	Voirie urbaine	1990	Cailloux	30 / 120	2 000 T
77 - 94	TGV Branche Ouest	-	Plateforme ferroviaire	1993 - 94	Béton concassé et silico-calcaire	0 / 50	190 000 T
93	Parc du Sausset, VILLEPINTE	T3	Voirie de desserte	1994	Cailloux	30 / 120	2 200 T
77	ZAC Plains Champs, CHELLES	T3	Voirie de desserte	1994	Cailloux	30 / 120	2 000 T
93	Autoroute A86, BOBIGNY	T0	Chaussée autoroutière	1995	GNT	0 / 31,5	6 000 T
75	Pont Charles de Gaulle, PARIS	T0	Voirie urbaine	1995	GNT	0 / 20	2 000 T
92	Bd urbain de liaison A15, GENNEVILLIERS	-	Voirie de desserte	1996	Grave béton	0 / 30	22 000 T
92	Station d'épuration, COLOMBES	-	Entretien et aménagement pistes	Annuel	Empierrement	40 / 100	5 000 T
77	COUBERT	T1	RD471	1997	Recyclé mixte GR2	0 / 31,5	17 000 T
93	ST-DENIS	-	Voirie Stade de France	1998	Grave béton GR2	0 / 31,5	5 000 T
92	ANTONY	Tex	A86	1998	Recyclé mixte	0 / 31,5	10 000 T
92	Port GENNEVILLIERS	-	SNCF	2001	Recyclé mixte	0 / 31,5	8 000 T
77	LIEUSAIN	T2		2001	GR2	0 / 31,5	10 000 T
95	Liaison CERGY - ROISSY	T5	Chemins agricoles	2000 - 2001	GR2	0 / 31,5	3 000 T

REMBLAIS ROUTIERS ET DE TRANCHEES

LOCALISATION DU CHANTIER		TRAVAUX		PRODUIT		
Département	Site	Nature	Date de réalisation	Nature	Granulométrie	Quantité
94	Interconnexion TGV, lot 46A, VALENTON/LIMEIL-BREVANNES	Butée de pied Remblaiement de fouilles d'ouvrage d'art	1994	GNT	0 / 31,5	22 000 T
77	ZI, CHATELET-EN-BRIE	Remblais sous plateformes	1992	Précricblage	0 / 50	1 000 T
77	ZI, NANGIS	Remblais sous plateformes	1992	Précricblage	0 / 50	1 000 T
75	Grande bibliothèque de France, PARIS	Remblais zones d'aménagement	1994 - 95	Précricblage	0 / 50	15 000 T
75	Pont Charles de Gaulle, PARIS	Remblais derrière murs	1995	GNT	0 / 31,5	10 000 T
77	CHESSY	Assainissement	1995	Recyclé mixte	0 / 31,5	35 000 T
93	PANTIN	Ouvrage d'art SNCF	1994 95 - 96	Grave béton	0 / 60	28 000 T
75	Grande bibliothèque de France,PARIS	Ouvrage en Tenatrel	1996	Recyclé mixte	0 / 31,5	3 000 T
75	Champs Elysées, PARIS	Réseaux EDF-GDF	1994	Grave béton	0 / 31,5	500 T
93	RN1	Assainissement	1996	Recyclé mixte	0 / 31,5	1 200 T
93	BOBIGNY	Rehaussement talus SNCF	1999	GR2	0 / 31,5	30 000 T
75	Boulevard Masséna, PARIS	Remblai en zone inondable	2001	GR2	0 / 31,5	10 000 T
78	APPREMONT	Remblai SNCF	2001	Recyclé mixte	0 / 120	16 000 T
93	TREMBLAY-EN-FRANCE	Remblai bloc technique	2001	Recyclé mixte	0 / 31,5	4 000 T

ASSISES DE CHAUSSEES
MATERIAUX TRAITES AUX LIANTS HYDRAULIQUES

LOCALISATION DU CHANTIER		TRAFFIC	TRAVAUX		PRODUIT		
Département	Site		Nature	Date de réalisation	Nature	Granulométrie	Quantité
94	VDO, LIMEIL-BREVANNES	T0	Fondation, Base	1995	Sable traité Classe D	0/6	8 000 T
77	Bd de l'Europe, Bussy-Saint-Georges	T0	Fondation Base	1995	Sable traité Classe D	0/6	7 000 T
77	RD 41 - RD 401, MARCHEMORET	T1	Base	1995	Grave traitée	-	9 000 T
77	RD 219 - RD 9, COMPANS	T1	Base	1995	Grave traitée	-	3 000 T
92	A14, NANTERRE	T0	Fondation	1995-96	Sable Traité Classe D	0/12	47 000 T
77	RN 6, LIEUSAIN	T1	Fondation	1982	Grave ciment	0 / 20	86 000 T
77	RN 105, MOISSY-CRAMAYEL	T0	Fondation	1984	Grave laitier	0 / 20	50 000 T
94	RN 19, BOISSY-SAINT-LEGER	T0	Fondation	1985	Grave laitier	0 / 20	15 000 T
93	RN 370, NEUILLY-SUR-MARNE	T1	Fondation	1985	Grave laitier	0 / 20	6 000 T
94	A86 CARREFOUR POMPADOUR, CRÉTEIL	T0	Fondation	1989	Sable laitier classe D	0 / 6	15 000 T
95	A1, PARIS NORD II	T0	Fondation	1990	Sable laitier Classe D	0 / 6	40 000 T
77	CD 406, SERRIS	T1	Fondation Base	1990	Sable traité classe D Grave laitier	0 / 6 0 / 20	6 000 T
77	Bd de l'EUROPE, SERRIS	T1	Fondation Base	1990	Sable traité classe D Grave laitier	0 / 6 0 / 20	6 000 T
77	EURODISNEYLAND, MAGIC KINGDOM, MARNE-LA-VALLÉE	T1	Base	1991	Grave laitier	0 / 20	10 000 T
95	RD 909, VIARMES	T1	Base	1991	Grave laitier	0 / 20	30 000 T
95	A1 BRETELLE GARONOR	T1	Fondation	1992	Sable laitier classe D	0 / 20	5 000 T
95	BARREAU DE LUZARCHES	T1	Base	1992	Grave Sable laitier	0 / 20	3 000 T
94	RN 305, CHOISY-LE-ROI	T1	Fondation, Base	1992	Sable traité classe D Grave laitier	0 / 6 0 / 20	10 000 T
77	RD 127 bis, GUERMANTES	T1	Base	1994	Grave traitée	0 / 20	2 000 T
77	RD 9E, St Pathus	T1	Base	1994	Grave traitée	0 / 20	5 000 T
92	GRANDS MOULINS DE PARIS, GENNEVILLIERS	-	Fondation Base	1995-96	Gave laitier	0 / 20	10 000 T
93	SYCTOM (aménagement pistes et voiries), SAINT-DENIS	-	-	Annuel	Grave laitier Grave ciment	0 / 8 et 8 / 20	1 200 T 1 000 T

ASSISES DE CHAUSSEES
MATERIAUX MIXTES TRAITES AUX LIANTS HYDRAULIQUES

LOCALISATION DU CHANTIER		TRAFIC	TRAVAUX		PRODUIT		
Département	Site		Nature	Date de réalisation	Nature	Granulométrie	Quantité
94	VDO, LIMEIL-BREVANNES	T0	Fondation Base	1995	Grave traitée+Silico	0 / 20	8 000 T
77	Bd de l'Europe, BUSSY-SAINT-GEORGES	T0	Fondation Base	1995	Grave traitée+Silico	0 / 20	7 000 T
77	RN34, CHELLES	T0	Base	1995 - 96	Grave traitée+Silico	-	8 000 T
94	A86, NOGENT-SUR-MARNE	T0	Fondation	1987	Grave traitée+Silico	0 / 20	10 000 T
92	RN186 déviation	-	Base	1994	Grave traitée	0 / D	5 000 T
92	Bd Urbain (voirie, trottoirs), GENNEVILLIERS	-	Base	1994 - 95	Graves traitées	0 / D	10 000 T
95	ZAC des Lignièrès (voirie), TAVERNY	-	Base	1994 95 - 96	Grave laitier	0 / D	3 500 T
92	RD7 (voirie), ASNIERES Port de GENNEVILLIERS	-	Base	1995	Grave traitée	0 / D	5 000 T
92	Voirie entretien, GENNEVILLIERS	-	Base	1995	Grave laitier	0 / D	4 500 T
93	MONTFERMEIL	T1	Base	1999	Grave traitée	0 / 6 + 6 / 20	10 000 T
91	ORLY, Bd circulaire	T2	Base	2001	GR3 traitée	0 / 20	6 000 T

ASSISES DE CHAUSSEES
MATERIAUX NON TRAITES

LOCALISATION DU CHANTIER		TRAFIC	TRAVAUX			PRODUIT		
Département	Site		Nature	Couche concernée	Date de réalisation	Nature	Granulométrie	Quantité
91 - 77	A5 MONTEREAU-LE-JARD / MELUN	-	BAU TPC	Base	1994	GNT	0 / 31,5	120 000 T
77	Forêt d'Armanvilliers, OZOIR-LA-FERRIERE	< T5	Chemin forestier		1994	GNT	0 / 31,5	8 000 T
77	ZAC Mail du Monfort, NOISY-LE-GRAND	T3	Voirie secondaire	Fondation	1989	GNT	0 / 31,5	1 500 T
94	Liaison RD30 - RD94, LIMEIL-BREVANNES	T2	Voirie urbaine	Base	1989	GNT	0 / 31,5	5 000 T
77	Forêt, PLESSIS-SAINT-ANTOINE	< T5	Allée forestière	Base	1993	GNT	0 / 20	2 000 T
94	Lotissement, ANTONY	T4	Voirie secondaire	Fondation	1993	GNT	0 / 31,5	1 200 T
78	VERSAILLES	T0	N286	Fondation	2001	Recyclé mixte	0 / 31,5	7 000 T
92	Port GENNEVILLIERS		SNCF	Sous couche sous ballast	2001	Grave béton	0 / 31,5	5 000 T
77	ROISSY Charles De Gaulle		Accotements Piste 3		2001	GR2	0 / 31,5	5 000 T

MATERIAUX DRAINANTS

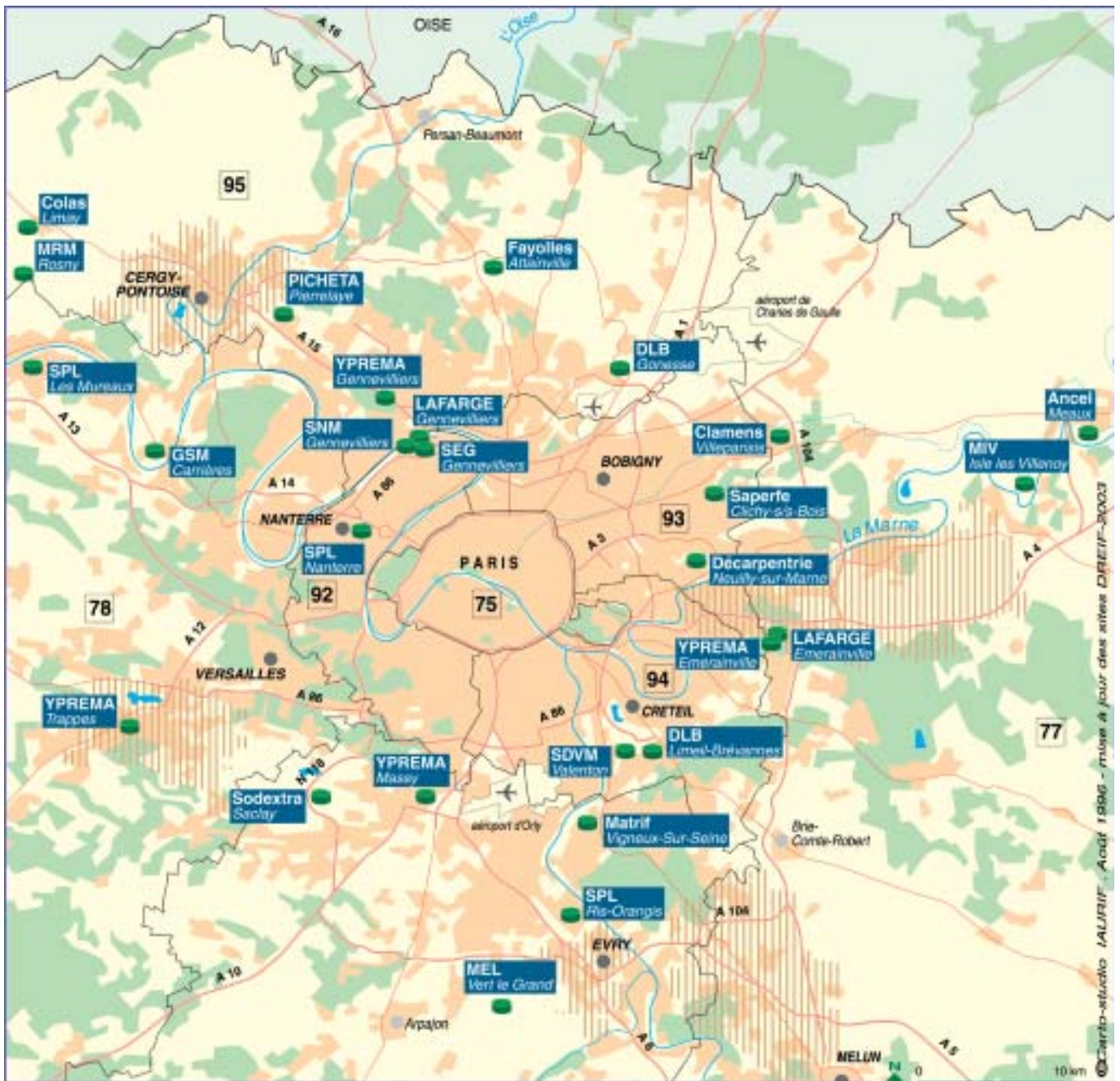
LOCALISATION DU CHANTIER		TRAVAUX		PRODUIT		
Département	Site	Nature	Date de réalisation	Nature	Granulométrie	Quantité
92	Stade, PLESSIS-ROBINSON	Piste d'athlétisme olympique	1994	Grave D2	0 / 20	3 000 T
91	JANVRY	Masque drainant TGV Atlantique	1994	Grave	0 / 125	5 000 T
78	TRIEL	Matelas drainage et répartition sur confortement sol	2000	Blocage	40 / 80	48 000 T
75	Stade Carpentier	Sous-couche drainante	2000	GR4	0 / 20	3 000 T
78	RD307, BAILLY / NOISY-LE-ROI	Sous-couche drainante	1999	Recyclé mixte	0 / 31,5	6 000 T

AIRES DE STATIONNEMENT ET DE STOCKAGE

LOCALISATION DU CHANTIER		TRAVAUX		PRODUIT		
Département	Site	Nature	Date de	Nature réalisation	Granulométrie	Quantité
91	MASSY-PALaiseau	Parking EDF	1996	Recyclé mixte	0 / 31,5	6 000 T
93	NOISY-LE-SEC	Parking EDF	1996	Recyclé mixte	0 / 31,5	4 000 T
78	Base aérienne, VÉLIZY	-	1995	Grave	0 / 31,5	~7 000 T
78	MONTESSEON	Parking	1994	Recyclé mixte	0 / 31,5	~2 000 T
77	Ecole Nationale des Ponts et Chaussées, CHAMPS-SUR-MARNE	Parking	1995 1996	Grave	0 / 31,5	~8 000 T
77	A104 Station Hôtel, VILLEPARISIS	Fondation	1998	Grave	0 / 20	7 000 T
94	Port, BONNEUIL-SUR-MARNE	Base	1987	Grave laitier	0 / 20	1 500 T
75	Gare de Bercy, PARIS	Base	1987	Grave laitier	0 / 20	12 000 T
94	Usine Philips, VALENTON	Fondation	1988	Grave	0 / 20	30 000 T
94	ZAC des Petits Carreaux, BONNEUIL-SUR-MARNE	Fondation	1988	Grave	0 / 20	30 000 T
77	Eurodisneyland (parc à thèmes), MARNE-LA-VALLÉE	Base	1989	Grave laitier	0 / 20	120 000 T
77	Eurodisneyland (parking visiteurs), MARNE-LA-VALLÉE	Base	1990	Grave laitier	0 / 20	10 000 T
75	PARIS	Fondation	1991	Grave	0 / 20	4 000 T
77	Eurodisneyland (aire de service nord), MARNE-LA-VALLÉE	Couche de forme	1989	Cailloux	30 / 120	10 000 T
92	Entrepôt, GENNEVILLIERS	Couche de fondation	1993	Grave	0 / 31,5	1 600 T
95	TGV Nord	Couche de fondation	1993	Cailloux	30 / 120	2 000 T
77	ZAC Plains Champs, CHELLES	Couche de fondation	1994	Cailloux	30 / 120	2 000 T
77	Autoroute A4 - Aire de repos, FÉRIÈRES	Couche de forme	1995	Grave	0 / 31,5	2 000 T

8 - ANNEXES

8.1 - CARTE DES IMPLANTATIONS DES SITES DE RECYCLAGE



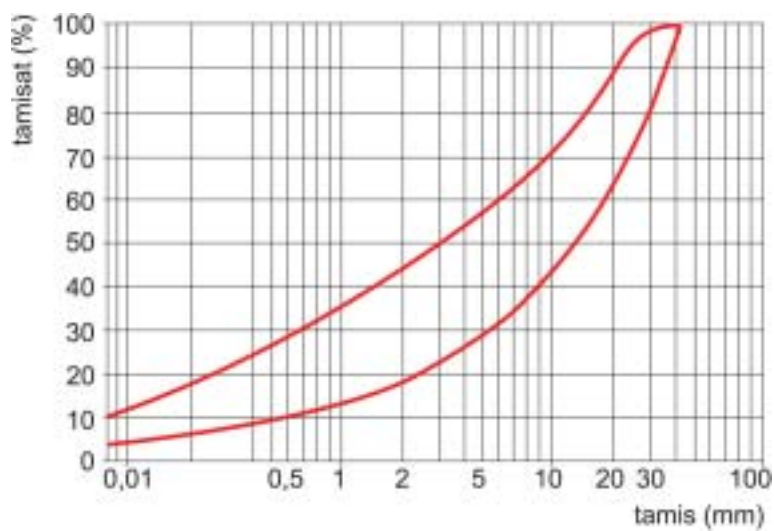
● site de recyclage

Sodextra	nom de la société
Sacty	nom de la commune

8.2 - SPECIFICATIONS GRANULOMETRIQUES DE LA NORME NF P 98-129 (FUSEAUX 6, 7 ET 8)

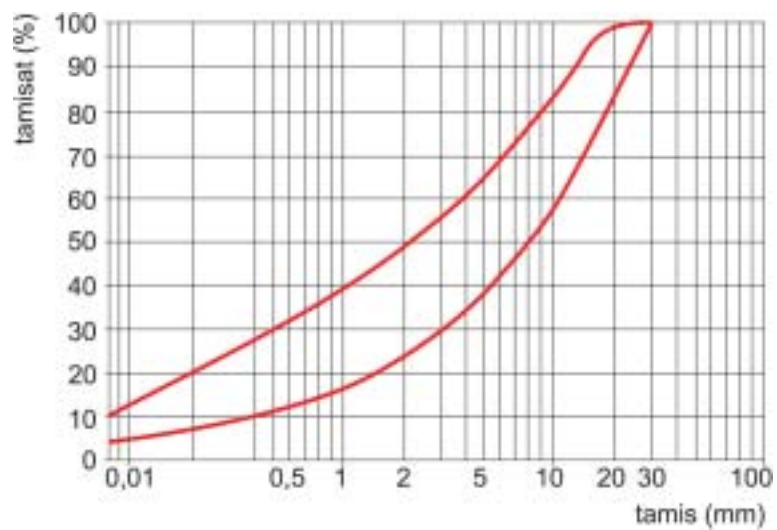
FUSEAU 6 : FUSEAU DE SPÉCIFICATION DES GNT 0/31,5 .
AUTRES CATÉGORIES DE RÉSISTANCE DES GRANULATS

d (mm)	Tamisat (%)	
	Min	Max
40	100	100
31,5	85	99
20	62	90
10	40	70
6,3	31	60
4	25	52
2	18	43
0,5	10	27
0,2	6	18
0,08	4	10



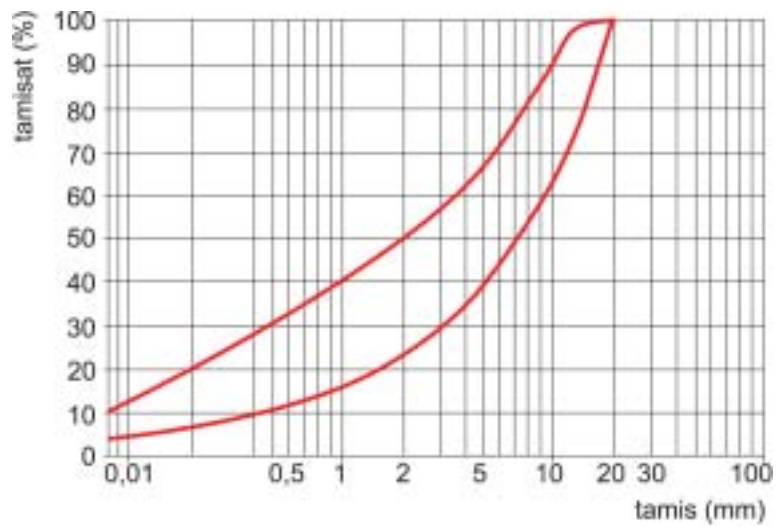
FUSEAU 7 : FUSEAU DE SPÉCIFICATION DES GNT 0/20 .
AUTRES CATÉGORIES DE RÉSISTANCE DES GRANULATS

d (mm)	Tamisat (%)	
	Min	Max
31,5	100	100
20	85	99
10	55	82
6,3	42	70
4	32	60
2	22	49
0,5	11	30
0,2	7	20
0,08	4	10



FUSEAU 8 : FUSEAU DE SPÉCIFICATION DES GNT 0/14 .
AUTRES CATÉGORIES DE RÉSISTANCE DES GRANULATS

d (mm)	Tamisat (%)	
	Min	Max
20	100	100
14	85	99
10	64	90
6,3	45	72
4	33	61
2	23	50
0,5	11	30
0,2	7	19
0,08	4	10



Crédits photographiques : IAURIF, LREP, LROP, SDVM,
SEG, SPL, UNICEM, UNPG, YPREMA.

Achevé d'imprimer sur les presses
de CARACTERE S.A.S. en Avril 2004
n° 7-145 - 2^e trimestre