

COPRO vzw Onpartijdige Instelling voor de Controle van Bouwproducten		
Dendermondsestraat 168 - 1083 BRUSSEL		
☎ 02 468 00 95	📠 02 469 10 19	info@copro.info
BTW BE 424.377.275	PCR 000-1497262-67	KBC 426-4079801-56

PRESCRIPTIONS TECHNIQUES	PTV 406	
	Édition 1.1	24-11-2002

GRANULATS DE DÉBRIS DE DÉMOLITION ET DE CONSTRUCTION RECYCLÉS

*Granulats de débris de béton, de débris mixtes et de débris de maçonnerie
Pierres concassées et graves*

TABLE DES MATIERES

1. Documents de référence	4
2. Objet.....	5
3. Nature des matériaux.....	5
4. Désignation et identification des matériaux.....	6
5. Spécifications relatives aux caractéristiques intrinsèques.....	7
6. Spécifications relatives aux caractéristiques de fabrication.....	8
6.1 Prescriptions relatives à la granularité.....	8
6.2. Prescriptions générales relatives aux calibres d/D	8
6.3. Prescriptions relatives aux calibres 0/D.....	9
7. Spécifications supplémentaires	10
7.1 Teneur en ions Cl ⁻	10
7.2 Teneur en éléments affectant la prise ou le durcissement du béton.....	10
7.3 Teneur en sulfates solubles dans l'acide:	11
7.4 Teneur totale en soufre.....	11
7.5 Stabilité dimensionnelle	12
8. Marque de conformité BENOR.....	12
Annexe 1: Méthode de référence pour l'identification des granulats recyclés de débris de construction et démolition - Méthode de laboratoire.....	13
1. Objectif	13
2. Matériel nécessaire	13
3. Méthode.....	13
4. Rapport.....	15
5. Formulaire type: méthode de laboratoire – analyse granulométrique d'un 0/56	16
6. Formulaire type: séparation visuelle en 7 catégories de la fraction 4/56	17
Annexe 2: Méthode rapide pour l'identification des granulats de débris de démolition et de construction recyclés - Méthode de chantier	18
1. Objectif	18
2. Matériel nécessaire	18
3. Méthode.....	18
4. Rapport.....	20
5. Formulaire type: méthode de chantier – analyse granulométrique d'un 0/56	21
6. Formulaire type: séparation visuelle en 7 catégories de la fraction 4/56	22
Annexe 3: Identification visuelle des matériaux recyclés.....	23

LISTE DES TABLEAUX

Tableau 1: Nature des granulats de débris de démolition et de construction recyclés.....	6
Tableau 2: Prescriptions relatives à la compression statique.....	7
Tableau 3: Caractéristiques intrinsèques des granulats de débris de démolition et de construction recyclés	7
Tableau 4: Spécifications relatives à la granularité des graves.....	8
Tableau 5: Spécifications relatives à l'indice de forme	8
Tableau 6: Caractéristiques de fabrication des granulats de débris de démolition et de construction recyclés	9
Tableau 7: Spécifications relatives à la qualité des fines des graves	9
Tableau 8: Spécifications relatives à la teneur en ions Cl ⁻	10
Tableau 9: Spécifications relatives à la teneur en SO ₃	11
Tableau 10: Spécifications relatives à la teneur en soufre	11
Tableau 11: Spécifications relatives à la stabilité dimensionnelle	12

1. Documents de référence

NBN 589-207 (1969)	Essais des sables de construction - Teneur en matières organiques
NBN B11-001 (1978)	Pierres concassées et graviers - Analyse granulométrique
NBN B11-003 (1981)	Granulats et matériaux pierreux - Terminologie
NBN B11-004 (1985)	Granulats - Teneur en ions Cl ⁻
NBN B11-101 (1975)	Pierres concassées et graviers - Calibres (= classes granulaires)
NBN B11-202 (1973)	Essais des granulats - Teneur en halogénures
NBN B11-203 (1982)	Essais de pierres concassées et graviers - Indice de forme et pourcentage de pierres plates
NBN B11-205 (1981)	Essais des granulats - Résistance à la compression statique
NBN B11-207 (1982)	Pierres concassées - Prescriptions de forme
NBN B11-209 (1991)	Essais des granulats - Teneur en particules < 0,080 (ou 0,063) mm
NBN B11-210 (1990)	Essais des sables de construction - Essai au bleu de méthylène
NBN B11-252 (1975)	Essais de granulats légers - Résistance à l'écrasement du granulats non compacté
NBN B11-254 (1975)	Essais de granulats légers - Teneur en sulfates
NBN B11-255 (1975)	Essais de granulats légers - Masse volumique des grains et absorption d'eau
AFNOR P 18-572 (1990)	Granulats - Essai d'usure Micro-Deval
AFNOR P 18-573 (1990)	Granulats - Essai Los Angeles
AFNOR P 18-597 (1990)	Granulats - Détermination de la propreté des sables: équivalent de sable à 10 % de fines
AFNOR P 18-561	Coefficient d'aplatissement
prEN 1744-1 (projet définitif, octobre 1997)	Essais pour déterminer les propriétés chimiques des granulats - Partie 1 : Analyse chimique
Méthode de mesure CRR - MF 67/93	Modes opératoires pour l'évaluation de la stabilité dimensionnelle des scories LD et de matériaux similaires: 1. Essai de gonflement accéléré 2. Essai de délitement
NBN EN 932-1	Tests for general properties of aggregates - Part 1: Methods for sampling

Prescriptions Techniques PTV 406	Doc COPRO PTV 406/00/F
Granulats de débris de démolition et de construction recyclés	Page 5/23 2002-11-24

2. Objet

Les présentes prescriptions techniques établissent une catégorisation des granulats de débris de démolition et de construction recyclés (granulats de débris de béton, de débris de maçonnerie et de débris mixtes) en fonction des normes existantes et en fixent les spécifications qui seront revues au fur et à mesure de la parution des normes européennes. Les débris asphaltiques recyclés n'entrent pas dans le domaine d'application du présent document.

Cette catégorisation est basée sur la nature des matériaux (§ 3) et sur une liste non exhaustive de caractéristiques intrinsèques d'une part (§ 5) et de fabrication d'autre part (§ 6).

Parmi ces catégories ainsi définies, il appartient à l'utilisateur de faire un choix basé sur l'usage particulier qu'il compte faire du produit. Il peut assortir ce choix d'exigences complémentaires notamment relatives à la durabilité. Lorsque ces exigences font l'objet de normes, ce document s'y réfère; dans le cas contraire, les exigences doivent être définies dans des conventions particulières entre le producteur et l'utilisateur. Il s'agit notamment des caractéristiques d'inaltérabilité et de résistance aux phénomènes d'alcali réaction.

3. Nature des matériaux

Les granulats faisant l'objet du présent document, sont des éléments provenant de la fragmentation, de la séparation, du tamisage et éventuellement du lavage de débris provenant de travaux de construction et de démolition et qui peuvent être utilisés en tant que matières premières secondaires pour autant qu'ils satisfassent à une série de conditions formulées dans la législation en vigueur. Les débris de construction et démolition peuvent provenir respectivement de :

- la construction neuve, la rénovation et la démolition de bâtiments et d'ouvrages d'art ;
- la pose, la réparation et la démolition des routes, voies ferrées, pistes d'atterrissage et autres ;
- la fabrication de matériaux de construction pierreux.

Une distinction est faite entre granulats de débris de béton, de débris mixtes et de débris de maçonnerie en fonction de la composition du matériau, tel qu repris autableau 1. Il est à remarquer que chaque exigence individuelle doit être respectée.

En outre, les granulats ne peuvent pas contenir des éléments dont la nature, la forme, la dimension et la teneur peuvent être nuisibles à l'usage, tels que : grumeaux d'argile, charbon, lignite, cokes, matières végétales, déchets organiques, sels nuisibles solubles ou insolubles, schistes, asbeste-ciment, etc.

	Granulats de débris de béton	Granulats de débris mixtes		Granulats de débris de maçonnerie	
Teneur en débris de béton et matériaux pierreux naturels concassés (c.à.d. débris de béton, granulats avec restes de mortier, pierres concassées, gravier, ...) déterminée selon l'annexe 1 (% masse)	> 90	> 40		< 40	
Teneur en matériau du type débris de maçonnerie (c.à.d. briques, mortier, tuiles, ...) déterminée selon l'annexe 1 (% masse)	< 10	> 10		> 60	
Teneur en autres types de matériaux pierreux, fabriqués artificiellement (c.à.d. carrelages, ardoises, plinthes, scories, béton cellulaire, argile expansé, ...) déterminée selon l'annexe 1 (% masse)	< 5	-	< 10	-	< 10
Teneur en matériaux hydrocarbonés (c.à.d. asphalte, bitume, roofing, ...) déterminée selon l'annexe 1 (% masse)	< 5	< 5		< 5	
Teneur en matériaux non pierreux (c.à.d. gypse, caoutchouc, plastique, isolants, verre, métaux, chaux, plâtre, ...) déterminée selon l'annexe 1 (% masse)	< 0,5	< 1		< 1	
Teneur en matériaux organiques (c.à.d. bois, débris végétaux, papier, liège, ...) déterminée selon l'annexe 1 (% masse)	< 0,5	< 0,5		< 0,5	

Tableau 1: Nature des granulats de débris de démolition et de construction recyclés

4. Désignation et identification des matériaux

Les granulats de débris de démolition et de construction recyclés sont désignés par leur nature, leur classe granulaire d/D ou 0/D, leurs caractéristiques intrinsèques et de fabrication (exemple: *granulats de débris mixtes 7/20 E-IV*) et éventuellement leurs caractéristiques supplémentaires (exemple : CB, OB, SA_A, ST_B, DC).

Ces indications sont reprises sur le bon de livraison. Elles sont complétées par le lieu de traitement et d'utilisation et par une caractéristique complémentaire éventuelle.

Si un fabricant produit intentionnellement plusieurs granulats de caractéristiques différentes pour lesquels l'application des présentes prescriptions techniques amènerait à des désignations identiques, il doit les différencier par une identification complémentaire univoque qui fait partie intégrante de ces désignations.

5. Spécifications relatives aux caractéristiques intrinsèques

Les granulats sont classés en 4 catégories en fonction de leurs caractéristiques intrinsèques déterminées par :

- la résistance à la compression statique (S) selon la norme NBN B11-205; les 6 classes suivantes sont prises en considération :

Classe	Passant maximal en % lors de l'essai (tamis à ouvertures rondes) en fonction de la granularité						
	6/8	10/12	12/16	16/20	15/32	32/40	50/63
S1	26	16	14	12			
S2	28	20	18	15			
S3	30	24	22	19			
S4	32	27	24	21	19	18	18
S5	34	30	28	25	23	22	22
S6	-	-	-	-	-	-	-

Tableau 2: Prescriptions relatives à la compression statique

- le coefficient Micro-Deval en présence d'eau (MDE), mesuré sur le calibre 10/14 (norme AFNOR P 18-572).
- la résistance à l'écrasement (WV) mesurée sur le calibre 10/14 (norme NBN B11-252).
- le coefficient Los Angeles (LA) mesuré sur le calibre 10/14 (norme AFNOR P 18-573).

Les catégories de granulats basées sur ces caractéristiques sont données au tableau 3.

Catégorie	Classe de compression statique	MDE maximal	LA maximal	MDE + LA maximal	
C	S3	25	30	45	
D	S4	30	35	55	
E	S5	40	45	75	
F	S6	-	-	-	

Tableau 3: Caractéristiques intrinsèques des granulats de débris de démolition et de construction recyclés

6. Spécifications relatives aux caractéristiques de fabrication

6.1 Prescriptions relatives à la granularité

Le calibre "d/D" des granulats est donné par le fabricant conformément aux prescriptions de la norme NBN B11-101. Contrairement à la norme NBN B11-101, on accepte également les calibres "0/D" ou "graves" (GR) ayant une distribution granulométrique inscrite dans les fuseaux granulaires définis dans le tableau suivant.

Fuseaux type	Passant en % sur les tamis de contrôle (ouverture en mm)								
	0.080 ou 0.063	0.5	2	7,1	20	31,5	50	80	125
GR I	0 - 8	5 - 25	20 - 45	40 - 70	80 - 100	100	-	-	-
GR II	0 - 8	5 - 25	20 - 45	40 - 70	60 - 90	80 - 100	100	-	-
GR III	0 - 8	-	15 - 60	-	30 - 70	-	70 - 100	100	-
GR IV	0 - 8	-	15 - 60	-	30 - 70	-	-	70 - 100	100

Tableau 4: Spécifications relatives à la granularité des graves

6.2. Prescriptions générales relatives aux calibres d/D

Les granulats d/D sont classés en 6 catégories en fonction des caractéristiques de fabrication suivantes :

- la teneur en éléments inférieurs à 0,080 ou 0,063 mm ;
- la forme, caractérisée soit par l'indice de forme¹, soit par le coefficient d'aplatissement. Les types de granulats sont repris au tableau 5.

Calibres	Indice de forme minimal			
	Type A1	Type A2	Type B	Type C
D = 7	-	0,275	0,330	0,375
7 < D ≤ 20	-	0,275	0,350	0,390
20 < D	-	0,350	0,400	0,430

Tableau 5: Spécifications relatives à l'indice de forme

¹ La mesure de l'indice de forme constitue la méthode de référence pour la détermination de la forme des granulats.

Les catégories résultant de ces caractéristiques sont données ci-dessous.

Catégorie	% passant maximal à 0,080 ou 0,063 mm	Type d'indice de forme	Coefficient d'aplatissement maximal ⁽²⁾
I*	0,5	C	10
I	1,0	C	15
II	2,0	B	20
III	3,0	A2	30
IV	5,0	A1	Pas d'exigence
V	Pas d'exigence	A1	Pas d'exigence

Tableau 6: Caractéristiques de fabrication des granulats de débris de démolition et de construction recyclés

6.3. Prescriptions relatives aux calibres 0/D

En ce qui concerne les granulats de calibre 0/D, la teneur en particules de taille inférieure à 0,080 ou 0,063 mm, déterminée selon la norme NBN B11-209, ne doit pas dépasser 8 %. De plus, un indice de forme de minimum 0,300 pour les grains refusés au tamis de 7,1 mm, déterminé selon la norme NBN B11-203, est spécifié.

La fraction sable des calibres 0/D doit satisfaire aux prescriptions de la PTV 401 "Sables naturels de construction". La qualité des particules fines est mesurée par les essais d'équivalent de sable à 10 % de fines (ES) ou par l'essai au bleu de méthylène (VB). L'essai au bleu de méthylène est dans tous les cas effectué lorsque l'équivalent de sable est inférieur aux prescriptions. En fonction de ces déterminations, on distingue les 3 classes du tableau 7.

	Limites des valeurs de ES ou VB
Classe a	ES ≥ 60 ou VB < 1,0
Classe b	ES ≥ 50 ou VB < 1,5
Classe c	ES ≥ 40 ou VB < 2,0

Tableau 7: Spécifications relatives à la qualité des fines des graves

² La valeur maximale du coefficient d'aplatissement est majorée de 5 points pour $D \leq 10$ mm

7. Spécifications supplémentaires

7.1 Teneur en ions Cl

Les granulats sont classés en trois catégories (tableau 8) selon leur teneur en ions chlore exprimée en pourcentage de la masse sèche totale du granulat et égale à la teneur exprimée en pourcentage de NaCl divisée par 1,65.

	Catégories		
	CA	CB	CC
Teneur maximale en ions Cl ⁻ , exprimée en %	0,01	0,03	0,06

Tableau 8: Spécifications relatives à la teneur en ions Cl

Les granulats sont désignés par un des symboles CA, CB, ou CC, en application du tableau 8.

7.2 Teneur en éléments affectant la prise ou le durcissement du béton

Les granulats peuvent contenir des éléments organiques qui risquent d'affecter les processus de prise et de durcissement du ciment lorsqu'ils sont présents dans certaines proportions. La présence d'éléments organiques dans les granulats est évaluée en 3 étapes :

1. En premier lieu on peut déterminer dans quelle mesure des éléments organiques sont présents dans les granulats au moyen du test NaOH décrit dans le § 15.1 de la prEN 1744-1:1997. Si le liquide surnageant de l'essai prend une couleur plus claire que la couleur standard, les granulats peuvent être considérés comme ne comportant pas d'éléments organiques et sont désignés par OA.

Dans le cas contraire, on doit passer à une seconde procédure d'essai.

2. Il s'agit du test à l'acide fulvique comme décrit au § 15.2 de la prEN 1744-1:1997. Pour cet essai également, si le liquide surnageant de l'échantillon testé prend une couleur plus claire que la couleur standard, les granulats peuvent être considérés comme ne comportant pas d'éléments organiques. Dans ce cas également, ils sont désignés par OA.

Si ce n'est pas le cas, on doit procéder à un troisième essai.

3. Dans cette troisième étape, on ne s'occupe plus spécifiquement de la présence et de la concentration en éléments organiques des granulats, mais plutôt de l'effet de ces éléments sur les processus de prise et de durcissement du ciment. Pour évaluer ce risque, l'effet des éléments organiques présents dans les granulats sur le temps de prise et sur la résistance en compression peut être déterminé selon le § 15.3 de la prEN 1744-1:1997.

Afin que les granulats puissent être désignés par OA, la teneur en éléments perturbateurs de prise et durcissement doit être limitée à des quantités :

- qui ne provoquent pas d'augmentation du temps de prise d'éprouvettes de mortier de plus de 120 minutes;
- qui ne provoquent pas de diminution de plus de 20 % de la résistance en compression.

Si ces conditions ne sont pas respectées, les granulats sont désignés par OB.

Les granulats sont désignés par un des symboles OA ou OB.

7.3 Teneur en sulfates solubles dans l'acide:

Les granulats sont classés en trois catégories selon leur teneur en sulfates solubles dans l'acide déterminée selon les prescriptions du § 12 de la prEN 1744-1:1997 (tableau 9).

	Catégorie		
	SA _A	SA _B	SA _C
Teneur en SO ₃ , en % de la masse des granulats	< 0,2 %	< 0,8 %	< 1,0 %

Tableau 9: Spécifications relatives à la teneur en SO₃

Les granulats sont désignés par un des symboles SA_A , SA_B ou SA_C, en application du tableau 9.

7.4 Teneur totale en soufre

Les granulats sont classés en deux catégories en fonction de leur teneur totale en soufre, déterminée selon les prescriptions du § 11 de la prEN 1744-1:1997 (tableau 10).

	Catégorie	
	ST _A	ST _B
Teneur totale en soufre (S) en % de la masse des granulats	< 1,00 %	< 2,00 %

Tableau 10: Spécifications relatives à la teneur en soufre

Les granulats sont désignés par un des symboles ST_A ou ST_B, en application du tableau 10.

7.5 Stabilité dimensionnelle

Les granulats sont classés en quatre catégories selon leur comportement lors de l'exécution d'un essai de gonflement accéléré et d'un essai de délitement conformément à la méthode de mesure CRR MF 67/93 - Modes opératoires pour l'évaluation de la stabilité dimensionnelle des scories LD et de matériaux similaires (tableau 11).

	Classes			
	DA	DB	DC	DD
Gonflement (D<25)	< 0,5 %	< 1 %	< 1,5 %	< 2,5 %
ou				
Délitement (d>10 et D>25)	< 0,5 %	< 0,5 %	< 1,5 %	< 1,5 %

Tableau 11: Spécifications relatives à la stabilité dimensionnelle

Les granulats sont désignés par le symbole DA, DB, DC ou DD, en application du tableau 11.

7.6 Masse volumique sèche

La masse volumique sèche des granulats est définie selon la NBN B11-255 en annexe 1 de ce document.

Selon la nature des matériaux, les valeurs suivantes sont exigées :

Granulats de débris de béton	> 2200 kg/m ³
Granulats de débris mixtes	> 1900 kg/m ³
Granulats de débris de maçonnerie	> 1600 kg/m ³

Tableau 11: Spécifications relatives à la masse volumique sèche des granulats

8. Marque de conformité BENOR

Les présentes prescriptions techniques ont été établies pour servir de référence à la certification de conformité BENOR des granulats recyclés de débris de construction et démolition.

Cette certification ne se rapporte qu'aux caractéristiques énoncées et ne préjuge en rien de la convenance d'une catégorie quelconque de granulat à un usage déterminé.

Prescriptions Techniques PTV 406	Doc COPRO PTV 406/00/F
Granulats de débris de démolition et de construction recyclés	Page 13/23 2002-11-24

Annexe 1: Méthode de référence pour l'identification des granulats recyclés de débris de construction et démolition - Méthode de laboratoire

1. Objectif

La méthode de référence présentée ici est une méthode rapide d'identification de la nature des matériaux. Il ressort du § 3 du PTV 406 que l'identification de la nature des granulats de débris se base sur leur masse volumique sèche, leur absorption d'eau et leur composition. La composition du matériau est déterminée au moyen des catégories définies en annexe 3 du PTV 406. Les différents types de matériaux appartenant à chacune de ces catégories sont également énumérés en annexe 3.

2. Matériel nécessaire

- Balance de portée de 50 kg avec précision de 5 g.
- Balance de portée de 20 kg avec précision de 1 g.
- Balance de portée de 2 kg avec précision de 0,1 g équipée d'un système permettant des pesées hydrostatiques.
- Un panier pour pesée hydrostatique de référence du type décrit dans la norme NBN B11-255.
- Jeux de tamis d'ouverture de mailles de 56 – 31,5 – 7,1 – 4 mm.
- Etuve ventilée montant à 105°C et permettant une utilisation à 40°C.
- Un aimant.
- Une loupe éclairante grossissant 10 x pour l'examen visuel.

3. Méthode

Un échantillon prélevé sur stock selon NBN EN 932-1, réduit selon NBN B11-001 est pesé à 5 g près ($M_{o,w}$).

L'échantillon est séché à une température de 40°C ± 2°C dans une étuve ventilée pendant au moins 16 heures. A l'issue du séchage, l'échantillon est pesé à 5 g près ($M_{o,d}$).

L'échantillon est soumis au criblage mécanique ou manuel au travers des tamis d'ouverture de 56 – 31,5 – 7,1 – 4 mm et la masse de chaque fraction est enregistrée (M_1, M_2, M_3, M_4, M_5). L'opération de criblage peut être arrêtée lorsque le passant au tamis en fin de tamisage est inférieur à 1 % de la masse de la fraction considérée. Les fractions 0/4 (M_5) et 56/D (M_1) sont retirées de la suite de l'analyse.

Prescriptions Techniques PTV 406	Doc COPRO PTV 406/00/F
Granulats de débris de démolition et de construction recyclés	Page 14/23 2002-11-24

Prélever par quartage³ une partie aliquote M_4' (± 200 g) pour la fraction 4/7,1 et M_3' (± 1000 g) pour la fraction 7,1/31,5. Si la fraction 31,5/56 représente une masse inférieure à 10 kg, considérer la totalité de la fraction sinon prélever une masse M_2' de ± 5 kg par quartage. Déterminer la masse (M_2' , M_3' et M_4') prélevée des 3 fractions à 0,1 % de la masse.

La détermination de la masse volumique sèche des échantillons réduits se fait par pesée hydrostatique selon NBN B11-255 (M_{w2} , M_{w3} , M_{w4}). La détermination du volume se fait après stabilisation de l'échantillon dans l'eau (5') dont on a mesuré la température.

Les échantillons réduits sont ensuite séchés jusqu'à masse constante. On considère que la masse est constante lorsque la différence de pesée à 30' d'intervalle est inférieure au 1/1000 de la masse. La fraction 31,5/56 est séchée à température ambiante ou à 40°C. Les fractions 4/7,1 et 7,1/31,5 sont séchées à 105°C. La masse sèche des échantillons réduits est déterminée à 0,1 % de la masse considérée (M_{d2} , M_{d3} et M_{d4}). Ces dernières constituent les masses à prendre en considération pour le calcul de la masse volumique sèche de la fraction 4/56 de l'échantillon global.

Les échantillons réduits secs de masses M_{d2} , M_{d3} et M_{d4} sont analysés visuellement et soumis au test à l'aimant. L'examen visuel des échantillons réduits considérés consiste en une séparation à vue et en la détermination des quantités (masses) appartenant aux catégories définies en annexe 3. Les masses sont désignées au moyen d'une lettre (de A à G en fonction des 7 catégories) et d'un indice (pour les trois fractions granulométriques considérées) de la façon suivante :

- Masse A_1 à G_1 pour la fraction 4/7,1
- Masse A_2 à G_2 pour la fraction 7,1/31,5
- Masse A_3 à G_3 pour la fraction 31,5/56

Le pourcentage en masse de chaque catégorie est calculé pour chaque échantillon réduit.

Par extrapolation, on calcule également la quantité en grammes de chaque catégorie (masses $a_{1,2,3}$ à $g_{1,2,3}$) pour les trois fractions granulométriques globales (4/7,1 ; 7,1/31,5 et 31,5/56). En sommant ces derniers résultats par catégorie et en tenant compte de la masse totale de la fraction composée 4/56 (MT_1), on peut obtenir une idée de la composition de la fraction globale 4/56.

³ Durant le quartage des anomalies peuvent être constatées comme par exemple :

- la présence d'éléments hétéroclites tels que morceaux de bois, pièces métalliques,... ;
- la présence d'un élément sortant de l'ordinaire pouvant affecter la représentativité de l'échantillon ;
- la présence de papier, carton ou objets divers ne pouvant être criblés.

Dans de tels cas une remarque explicative doit être notée de manière à la faire figurer au rapport d'essai.

Prescriptions Techniques PTV 406	Doc COPRO PTV 406/00/F
Granulats de débris de démolition et de construction recyclés	Page 15/23 2002-11-24

4. Rapport

Le rapport d'analyse mentionnera :

- l'identification de l'échantillon ;
- la masse de l'échantillon reçu $M_{o,w}$;
- la masse de l'échantillon séché à 40°C ($M_{o,d}$) ainsi que les masses des différents calibres (0/4 ; 4/7,1 ; 7,1/31,5 ; 31,5/56 ; 56/D) (M_1 à M_5) ;
- la partie aliquote prélevée par quartage (prise d'essai) des trois fractions considérées (M_2' à M_4') ;
- la masse volumique sèche des trois fractions (kg/m^3) ;
- la masse volumique sèche de l'échantillon global calibre 4/56 ;
- pour chaque échantillon réduit, la part de chaque catégorie dans la composition de la fraction, obtenues à l'issue de l'examen visuel ; cette part est exprimée en masse ($A_{1,2,3}$ à $G_{1,2,3}$) et en pourcentage de la masse sèche de l'échantillon réduit considéré ; ils sont également rapportés aux fractions considérées dans leur totalité ($a_{1,2,3}$ à $g_{1,2,3}$) ;
- le résultat du test à l'aimant avec la quantité de métal trouvée ;
- des remarques éventuelles.

5. Formulaire type: méthode de laboratoire – analyse granulométrique d'un 0/56

Prélèvement de l'échantillon réduit suivant les normes.

Masse de l'échantillon avant séchage = $M_{o,w}$ = g		
Masse de l'échantillon après séchage à 40°C = $M_{o,d}$ = g		
Ouverture des tamis (mm)	Refus (g)	Refus (%)
56	M_1	= $(M_1 / MT) \times 100$
31,5	M_2	= $(M_2 / MT) \times 100$
7,1	M_3	= $(M_3 / MT) \times 100$
4	M_4	= $(M_4 / MT) \times 100$
Fond	M_5	= $(M_5 / MT) \times 100$
$MT = M_1 + M_2 + M_3 + M_4 + M_5$		

Prises d'essais

	Masse (g)	Pourcentage (%)
4/7,1	M_4'	= $(M_4' / MT) \times 100$
7,1/31,5	M_3'	= $(M_3' / MT) \times 100$
31,5/56	M_2'	= $(M_2' / MT) \times 100$

Masse volumique

	T du bain (°C)	Masse sous eau (g)	Masse sèche (g)	Masse volumique (g/cm^3)	Masse volumique à 25°C (g/cm^3)
4/7,1		M_{w4}	M_{d4}		MV_1
7,1/31,5		M_{w3}	M_{d3}		MV_2
31,5/56		M_{w2}	M_{d2}		MV_3

NB : Par convention, on ne détermine pas l'absorption d'eau du matériau; la détermination doit se faire très rapidement.

$$\text{Masse volumique } 4/56 = MV_1 \times M_4/MT + MV_2 \times M_3/MT + MV_3 \times M_2/MT$$

6. Formulaire type: séparation visuelle en 7 catégories de la fraction 4/56

Classes	4 / 7,1			7,1 / 31,5			31,5/56			Résultats globaux	
	Masse réduite = M_{d4} = (g)			Masse réduite = M_{d3} = (g)			Masse réduite = M_{d2} = (g)				
Catégories	Masse (g)	Pourcentage (%)	Masse totale (g)	Masse (g)	Pourcentage (%)	Masse totale (%)	Masse (g)	Pourcentage (%)	Masse totale (g)	Masse (g)	Pourcentage (%)
1	A_1	$= (A_1/M_{d4}) \times 100$	$a_1 = (A_1/M_{d4}) \times M_4$	A_2	$= (A_2/M_{d3}) \times 100$	$a_2 = (A_2/M_{d3}) \times M_3$	A_3	$= (A_3/M_{d2}) \times 100$	$a_3 = (A_3/M_{d2}) \times M_2$	$a = a_1 + a_2 + a_3$	$= (a/MT_1) \times 100$
2	B_1			B_2			B_3				
3	C_1			C_2			C_3				
4	D_1			D_2			D_3				
5	E_1			E_2			E_3				
6	F_1			F_2			F_3				
7	G_1			G_2			G_3				

Fraction 4/56 = $MT_1 = MT - M_1 - M_5$

Observations :

Prescriptions Techniques PTV 406	Doc COPRO PTV 406/00/F
Granulats de débris de démolition et de construction recyclés	Page 18/23 2002-11-24

Annexe 2: Méthode rapide pour l'identification des granulats de débris de démolition et de construction recyclés - Méthode de chantier

1. Objectif

La méthode rapide de chantier décrite ici est une procédure abrégée d'identification de la nature des matériaux. Il ressort du § 3 du PTV 406 que l'identification de la nature des granulats de débris se base sur leur masse volumique sèche et leur composition.

Dans cette procédure raccourcie on ne considère que la composition du matériau. Celle-ci est déterminée au moyen des catégories définies en annexe 3. Les différents types de matériaux appartenant à chacune de ces catégories sont également énumérés en annexe 3.

En cas de discussion, seule la méthode de laboratoire est valable en tant que méthode de référence (annexe 1).

2. Matériel nécessaire

- Balance de portée de 50 kg avec précision de 5 g.
- Balance de portée de 20 kg avec précision de 1 g.
- Balance de portée de 2 kg avec précision de 0,1 g.
- Jeux de tamis dont l'ouverture des mailles est de 56 – 31,5 – 7,1 – 4 mm.
- Étuve ventilée à 105°C.
- Bacs de grande surface afin de réduire le temps de séchage.
- Un aimant.
- Une loupe éclairante grossissant 10 x pour l'examen visuel.

3. Méthode

L'échantillonnage est effectué sur stock suivant les prescriptions de la NBN EN 932-1. Un échantillon réduit est prélevé suivant les prescriptions de la NBN B11-001. Cet échantillon est séché à une température de 105°C ± 5°C, en étuve ventilée. A cette fin il est placé dans des bacs de séchage sur une épaisseur de 2 à 3 cm maximum. L'échantillon est alors examiné toutes les 10 à 15 minutes à l'aide d'une spatule pour voir si le matériau est sec (ne colle plus à la spatule). L'échantillon sec est pesé à 5 g près ($M_{o,d}$).

Prescriptions Techniques PTV 406	Doc COPRO PTV 406/00/F
Granulats de débris de démolition et de construction recyclés	Page 19/23 2002-11-24

L'échantillon est alors tamisé sur les tamis de 56 – 31,5 – 7,1 – 4 mm et séparé en 5 fractions :

- Les fractions 0/4 et 56/D qui ne seront pas analysées.
- La fraction 4/7,1 : cette fraction est réduite à l'aide d'un diviseur à cloisons jusqu'à une masse de ± 200 g. L'échantillon réduit est lavé sur un tamis d'ouverture de 2 mm afin d'éliminer la majeure partie des fines se trouvant sur le granulat, puis séché à $105^{\circ}\text{C} \pm 5^{\circ}\text{C}$. L'échantillon réduit sec est pesé à 0,1% de la masse considérée (X).
- La fraction 7,1/31,5 : cette fraction est réduite à l'aide d'un diviseur à cloisons jusqu'à une masse de ± 1000 g. L'échantillon réduit est lavé, séché et pesé (masse Y) comme pour la fraction 4/7,1.
- La fraction 31,5/56 : l'entièreté de la fraction est lavée comme pour la fraction 4/7,1 et ensuite séchée à $105^{\circ}\text{C} \pm 5^{\circ}\text{C}$. L'échantillon est pesé à 0,1% de la masse considérée (Z).

Chaque fraction réduite lavée est analysée visuellement et soumise au test à l'aimant. L'examen visuel de l'échantillon réduit considéré consiste en une séparation à vue et en la détermination des quantités (masses) appartenant aux catégories définies en annexe 3. Les masses sont désignées au moyen d'une lettre (de A à G en fonction des 7 catégories) et d'un indice (pour les trois fractions granulométriques considérées) de la façon suivante :

- Masse A_1 à G_1 pour la fraction 4/7,1
- Masse A_2 à G_2 pour la fraction 7,1/31,5
- Masse A_3 à G_3 pour la fraction 31,5/56

Le pourcentage en masse de chaque catégorie est calculé pour chaque échantillon réduit.

Par extrapolation, on calcule également la quantité en grammes de chaque catégorie (masses $a_{1,2,3}$ à $g_{1,2,3}$) pour les trois fractions granulométriques globales (4/7,1 ; 7,1/31,5 et 31,5/56). En sommant ces derniers résultats par catégorie et en tenant compte de la masse totale de la fraction composée 4/56 (MT_1), on peut obtenir une idée de la composition de la fraction globale 4/56.

Prescriptions Techniques PTV 406	Doc COPRO PTV 406/00/F
Granulats de débris de démolition et de construction recyclés	Page 20/23 2002-11-24

4. Rapport

Le rapport d'analyse mentionnera :

- l'identification de l'échantillon ;
- la masse de l'échantillon sec $M_{o,d}$;
- la masse des différents calibres (0/4 ; 4/7,1 ; 7,1/31,5 ; 31,5/56 ; 56/D) (M_1 à M_5) ;
- la masse des échantillons réduits prélevée par quartage des trois fractions considérées (X, Y et Z) ;
- pour chaque échantillon réduit, la part de chaque catégorie dans la composition de la fraction; cette part est exprimée en masse ($A_{1,2,3}$ à $G_{1,2,3}$) et en pourcentage de la masse sèche de l'échantillon réduit considéré ; ces résultats sont également rapportés aux fractions considérées dans leur totalité ($a_{1,2,3}$ à $g_{1,2,3}$) ;
- le résultat du test à l'aimant avec la quantité de métal trouvée ;
- des remarques éventuelles.

5. Formulaire type: méthode de chantier – analyse granulométrique d'un 0/56

Prélèvement de l'échantillon réduit suivant les normes.

Masse de l'échantillon après séchage à 105°C = $M_{o,d}$ = (g)		
Ouverture des tamis (mm)	Refus (g)	Refus (%)
56	M_1	$= (M_1 / MT) \times 100$
31,5	M_2	$= (M_2 / MT) \times 100$
7,1	M_3	$= (M_3 / MT) \times 100$
4	M_4	$= (M_4 / MT) \times 100$
Fond	M_5	$= (M_5 / MT) \times 100$
$MT = M_1 + M_2 + M_3 + M_4 + M_5$		

Prises d'essais

	Masse (g)	Pourcentage (%)
4/7,1	X	$= (X / MT) \times 100$
7,1/31,5	Y	$= (Y / MT) \times 100$
31,5/56	Z	$= (Z / MT) \times 100$

6. Formulaire type: séparation visuelle en 7 catégories de la fraction 4/56

Classes	4 / 7,1			7,1 / 31,5			31,5/56			Résultats globaux	
	Masse réduite = X = (g)			Masse réduite = Y = (g)			Masse réduite = Z = (g)				
Catégories	Masse (g)	Pourcentage (%)	Masse totale (g)	Masse (g)	Pourcentage (%)	Masse totale (%)	Masse (g)	Pourcentage (%)	Masse totale (g)	Masse (g)	Pourcentage (%)
1	A_1	$= (A_1/X) \times 100$	$a_1 = (A_1/X) \times M_4$	A_2	$= (A_2/Y) \times 100$	$a_2 = (A_2/Y) \times M_3$	A_3	$= (A_3/Z) \times 100$	$a_3 = (A_3/Z) \times M_2$	$a = a_1 + a_2 + a_3$	$= (a/MT_1) \times 100$
2	B_1			B_2			B_3				
3	C_1			C_2			C_3				
4	D_1			D_2			D_3				
5	E_1			E_2			E_3				
6	F_1			F_2			F_3				
7	G_1			G_2			G_3				

Fraction 4/56 = $MT_1 = MT - M_1 - M_5$

Observations :

Annexe 3: Identification visuelle des matériaux recyclés

Catégorie n°	Liste des matériaux par catégorie
1	Concassés de béton et matériaux pierreux naturels Masse volumique sèche > 2100 kg/m ³ (débris de béton, granulats avec gangue de mortier, pierres naturelles, gravier, ...)
2	Matériaux de maçonnerie Masse volumique sèche > 1600 kg/m ³ (Briques, mortier, tuiles en terre cuite, ...)
3	Autres matériaux pierreux artificiels (Carrelages, ardoises, plinthes, carrelages , scories, béton cellulaire, argile expansé, ...)
4	Matériaux hydrocarbonés (Asphalte, bitume, roofing, ...)
5	Matériaux non pierreux (Gypse, caoutchouc, plastique, isolation, verre, métaux, chaux, plâtre, ...)
6	Matériaux organiques (Bois, déchets de plantes, papier, cellulose ciment, ...)
7	Matériaux spéciaux: à décrire ex : dynamo, ossements,...