



COPRO asbl Organisme impartial de Contrôle de Produits pour la Construction		
Z.1 Researchpark - Kranenberg 190 -1731 Zellik		
☎ 02 468 00 95	✉ info@copro.eu	TVA BE 0424.377.275
📠 02 469 10 19	🌐 www.copro.eu	KBC BE20 4264 0798 0156

PRESCRIPTIONS TECHNIQUES	PTV	406
	Version 7.0	24-03-2016

Classification de GRANULATS RECYCLÉS

1 Objet

Afin de simplifier la classification des granulats recyclés, tel que ceux-ci sont autorisés dans les normes EN granulat, différentes sortes de granulats recyclés sont définies dans ce document en fonction de leur composition/classification. La dénomination de ces types de granulats est basée sur les constituants présents dans la fraction granulaire grossière (> 4 mm), et est basée sur la norme NBN EN 933-11 (voir tableau 1).

Dans la législation environnementale applicable, des contradictions avec la description des constituants de la norme d'essai peuvent cependant exister. La qualité intrinsèque de certains constituants peut, pour certaines sortes, être plus importante que la qualité requise dans certains textes normatifs pour ces mêmes types de granulats. Par ailleurs, il doit ou il peut être tenu compte, lors de l'évaluation des résultats de l'essai, de classification.

En annexe A de ce PTV, la méthode d'essai est déterminée pour que l'évaluation de la composition d'un granulat recyclé puisse, en tenant compte des explications ci-dessus, se faire d'une manière pratique et uniforme. Cette méthode est seulement appliquée sur la fraction 4-63 mm.

Dans ce PTV des critères sont, en fonction de l'application, également déterminés pour le sable de pré-criblage (sable de concassage et sable de triage).

Pour le sable de concassage de débris et le sable de pré-criblage (sable de concassage et sable de triage) la méthode pour la détermination des contaminants flottants et non-flottants et pour le verre est stipulée dans l'annexe B (X, FL et Rg).

Toutes les spécifications et les critères de conformité décrits dans les normes de produits européennes restent bien sûr applicables.

Des sites fixes peuvent avoir différentes fiches techniques de sables de pré-criblage si ceux-ci sont stockés sur des tas de stockage séparés. Les concasseurs mobiles peuvent également avoir différentes fiches pour des sables de pré-criblage et doivent aligner ceux-ci sur la fiche technique du site fixe.

2 Définitions

Grave-ciment : La grave-ciment est constituée d'un mélange homogène de granulat, sable, ciment et éventuellement d'eau de gâchage.

Sorte : Dénomination d'un groupe de granulats recyclés qui se différencie par la qualité et selon la composition. Plus spécifiquement le terme « sorte » dans ce document différencie les gravillons de béton des gravillons de maçonnerie, gravillons asphaltiques, gravillons mixte asphaltiques, gravillons de béton/asphalte.

Sable de concassage de débris : Sable issu du concassage et criblage de débris, après pré-criblage du sable de pré-criblage.

Sable de pré-criblage : Sable de concassage ou sable de triage

- **Sable de concassage :** Sable issu du criblage avant le concassage de débris.

- **Sable de triage :** Sable issu du criblage préalable au triage des débris de construction et démolition, provenant d'un centre de triage fixe.

Granulat de pré-criblage : Granulat de concassage ou granulat de triage

- **Granulat de concassage :** Granulat issu du criblage avant le concassage de débris.

- **Granulat de triage :** Granulat issu du criblage préalable au triage des débris de construction et démolition, provenant d'un centre de triage fixe.

3 Normes de référence

NBN EN 933-11	Essais pour déterminer les caractéristiques géométriques des granulats – Partie 11 : Essai de classification des constituants de gravillons recyclés
NBN EN 12620	Granulats pour bétons
NBN EN 13043	Granulats pour mélanges hydrocarbonés et pour enduits superficiels utilisés dans la construction des chaussées, aérodromes et d'autres zones de circulation
NBN EN 13139	Granulats pour mortiers
NBN 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
CMA/2/II/A.22	Contaminants flottants et non-flottants et verre sur matériaux granulaires
CMA/2/II/A.23	Contaminants flottants et non-flottants et verre sur sable de triage et sable de concassage
SB 250	Cahier des charges type pour travaux routiers « <i>SB 250</i> »
CCT Qualiroutes	Cahier des charges type Qualiroutes
CCT 2011	Cahier des Charges-Type relatif aux voiries en Région de Bruxelles Capitale

4 Indication et classification des granulats recyclés

4.1 Indication générale

L'indication des granulats recyclés en fonction des constituants présents est basé sur la norme NBN EN 933-11 en est reprise dans le tableau 1.

Le contrôle est effectué selon l'annexe A.

4.2 Identification complémentaire

Dans le cas où la présence de certains constituants est contradictoire avec la législation environnementale, la quantité présente doit être indiquée séparément. Ceci peut entre autre être le cas pour : scories métallurgiques ferreux et non-ferreux, céramique, porcelaine, scories et mâchefers des installations d'incinération (de déchets), béton cellulaire, ...

Pour d'autres constituants, qui sont répertoriés dans les normes granulat européennes comme caractéristique distincte, la présence peut être indiquée séparément selon la catégorie normalisée. Ceci est notamment le cas pour les coquilles.

Dans le cas où la qualité intrinsèque d'un constituant pour certaines applications est plus importante que la répartition définie selon le tableau 2 de l'Annexe A, celle-ci doit également être indiquée séparément. Ainsi, par exemple, la teneur en pierre naturelle lors du contrôle interne et externe doit également être reprise sur le rapport d'essai.

Tableau 1 : Indication des granulats recyclés

Composition NBN EN 933-11	Gravillon de béton		Gravillon asphaltique		Gravillon mixte		Gravillon de maçonnerie		Gravillon mixte et asphaltique		Gravillon de béton et asphaltique		Gravillon de béton de haute qualité	
	Teneur	Catégorie	Teneur	Catégorie	Teneur	Catégorie	Teneur	Catégorie	Teneur	Catégorie	Teneur	Catégorie	Teneur	Catégorie
Rc	≥ 70	Rc ₇₀	Non requis	Rc _{NR}	Non requis	Rc _{NR}	Non requis	Rc _{NR}	Non requis	Rc _{NR}	Non requis	Rc _{NR}	≥ 90	Rc ₉₀
Rcug	≥ 90	Rcug ₉₀	≤ 30	Rcug ₃₀₋	≥ 50	Rcug ₅₀	≤ 40	Rcug ₄₀₋	≥ 30	Rcug ₃₀	≥ 70	Rcug ₇₀	≥ 95	Rcug ₉₅
Rb	≤ 10	Rb ₁₀₋	≤ 10	Rb ₁₀₋	≤ 50	Rb ₅₀₋	≥ 60	Rb ₆₀	≤ 50	Rb ₅₀₋	≤ 10	Rb ₁₀₋	Non requis	Rb _{NR}
Ra	≤ 5	Ra ₅₋	≥ 70	Ra ₇₀	≤ 5	Ra ₅₋	≤ 5	Ra ₅₋	≤ 30	Ra ₃₀₋	≤ 30	Ra ₃₀₋	≤ 1	Ra ₁₋
Rg	≤ 2	Rg ₂₋	≤ 2	Rg ₂₋	≤ 2	Rg ₂₋	≤ 2	Rg ₂₋	≤ 2	Rg ₂₋	≤ 2	Rg ₂₋	≤ 0.5	XRg _{0.5-}
X	≤ 1	X ₁₋	≤ 1	X ₁₋	≤ 1	X ₁₋	≤ 1	X ₁₋	≤ 1	X ₁₋	≤ 1	X ₁₋		
FL	≤ 5	FL ₅₋	≤ 5	FL ₅₋	≤ 5	FL ₅₋	≤ 5	FL ₅₋	≤ 5	FL ₅₋	≤ 5	FL ₅₋	≤ 2	FL ₂₋

Les granulats recyclés ne peuvent pas contenir des éléments, en teneurs qui sont interdits par la législation environnementale.

5 Répartition sable de pré-criblage (sable de concassage et sable de triage) et sable de concassage de débris

Afin d'éclaircir les différentes applications du sable de pré-criblage, sable de concassage de débris et du granulat de pré-criblage, ceux-ci ont été répartis sur base de leurs plus importantes caractéristiques.

A côté des caractéristiques mentionnées et des exigences minimales auxquelles ils doivent satisfaire, selon l'application (SB 250, Qualiroutes, CCT 2011, ...) des caractéristiques complémentaires et/ou autres exigences peuvent être posées.

5.1 Sable de pré-criblage (sable de concassage et sable de triage) et sable de concassage de débris pour rehaussements et remblais

5.1.1 Composition (Contaminants flottants, non-flottants et verre)

La méthode d'essai est décrite dans l'annexe B.

Conformité :

- Contaminants flottants : $\leq 7,5 \text{ cm}^3/\text{kg}$,
- Contaminants non-flottants : $\leq 1,0 \%$ (m/m),
- Teneur en verre : $\leq 2,0 \%$ (m/m).

5.1.2 Granulométrie

La granulométrie est effectuée suivant la norme NBN EN 933-1.

Conformité :

La granulométrie doit être en harmonie avec l'utilisation appropriée (SB 250, Qualiroutes, CCT 2011, ...).

5.1.3 Qualité fines particules

La qualité des fines particules est déterminée avec l'essai au bleu de méthylène selon la norme NBN EN 933-9 (MB ou MBF).

Conformité :

La qualité des fines particules doit être en harmonie avec la norme de produit applicable (NBN EN 12620, NBN EN 13242, ...) ou avec l'utilisation appropriée (SB 250, Qualiroutes, ...).

5.1.4 Teneur en matières organiques

La teneur en matière organique est déterminée suivant l'annexe C.

Conformité :

- Teneur en matière organique $\leq 1,0 \%$.

5.1.5 Teneur en matières calcaires

La teneur en matières calcaires est déterminée suivant la norme NBN 589-209.

Conformité :

- Teneur en matières calcaires ≤ 25 %.

5.2 Sable de concassage et sable de concassage de débris pour utilisation dans le ciment sable

5.2.1 Composition (Contaminants flottants, non-flottants et verre)

La méthode d'essai est décrite dans l'annexe B.

Conformité :

- Contaminants flottants : $\leq 7,5$ cm³/kg,
- Contaminants non-flottants : $\leq 1,0$ % (m/m),
- Teneur en verre : $\leq 2,0$ % (m/m).

5.2.2 Granulométrie

La granulométrie est effectuée suivant la norme NBN EN 933-1.

Conformité :

La granulométrie doit être en harmonie avec la norme de produit applicable NBN EN 13242 et avec l'utilisation appropriée (SB 250, Qualiroutes, CCT 2011, ...).

5.2.3 Qualité fines particules

La qualité des fines particules est déterminée à l'aide d'un essai au bleu de méthylène suivant la norme NBN EN 933-9 (MB ou MBF).

Conformité :

La qualité des fines particules doit être en harmonie avec la norme de produit applicable (NBN EN 12620, NBN EN 13242, ...) ou avec l'utilisation appropriée (SB 250, Qualiroutes, ...).

5.2.4 Teneur en matières organiques

La teneur en matière organique est déterminée suivant l'annexe C.

Conformité :

- Teneur en matière organique $\leq 1,0$ %.

5.3 Granulat de concassage pour utilisation dans la grave-ciment

5.3.1 Composition (Contaminants flottants, non-flottants et verre)

La méthode d'essai est décrite dans l'annexe B.

Conformité :

- Contaminants flottants : $\leq 7,5 \text{ cm}^3/\text{kg}$,
- Contaminants non-flottants : $\leq 1,0 \%$ (m/m),
- Teneur en verre : $\leq 2,0 \%$ (m/m).

5.3.2 Granulométrie

La granulométrie est effectuée suivant la norme NBN EN 933-1.

Conformité :

Granulométrie suivant la norme NBN EN 13242 où $6,3 \text{ mm} < D \leq 10 \text{ mm}$ et qui satisfait au GA80 avec la tolérance GTA20.

La teneur en particules plus fines que 0,063 mm inférieure à 15 %.

Tamis (mm)	Limites de norme (%)	Dispersion valeur déclarée (%)
2 D	100	-
1,4 D	98 - 100	-
D	80 – 99	+/-5
D/2	Valeur déclarée	+/-20
0,063	0 – 15	+/-5

5.3.3 Qualité fines particules

La qualité des fines particules est déterminée à l'aide d'un essai au bleu de méthylène suivant la norme NBN EN 933-9 (MB ou MBF).

Conformité :

- Valeur du bleu de méthylène MBF $\leq 8 \text{ g/kg}$.

5.3.4 Teneur en matières organiques

La teneur en matière organique est déterminée suivant l'Annexe C.

Conformité :

- Teneur en matière organique $\leq 1,0 \%$.

5.4 Granulat de concassage qui, moyennant mélange avec un autre sable certifié, peut uniquement être apte à être utilisé dans la grave-ciment

Ce granulat de concassage peut uniquement être mélangé dans une centrale de mélange. La grave-ciment doit être certifiée.

5.4.1 Composition (Contaminants flottants, non-flottants et verre)

La méthode d'essai est décrite dans l'Annexe B.

Conformité :

- Contaminants flottants : $\leq 7,5 \text{ cm}^3/\text{kg}$,
- Contaminants non-flottants : $\leq 1,0 \%$ (m/m),
- Teneur en verre : $\leq 2,0 \%$ (m/m).

5.4.2 Granulométrie

La granulométrie est effectuée suivant la norme NBN EN 933-1.

Conformité :

Granulométrie suivant la norme NBN EN 13242 où $6,3 \text{ mm} < D \leq 10 \text{ mm}$ et qui satisfait au GA80 avec la tolérance GTA20.

La teneur en particules plus fines que $0,063 \text{ mm}$ se trouve entre 15% et 25% .

Tamis (mm)	Limites de norme (%)	Dispersion valeur déclarée (%)
2 D	100	-
1,4 D	98 - 100	-
D	80 - 99	+/-5
D/2	Valeur déclarée	+/-20
0,063	15 - 25	+/-5

Le pourcentage de ce granulat de criblage de débris est limité jusqu'à maximum 50% du squelette inerte du mélange grave-ciment pour gravillons pour grave-ciment.

5.4.3 Qualité fines particules

La qualité des fines particules est déterminée à l'aide d'un essai au bleu de méthylène suivant la norme NBN EN 933-9 (MB ou MBF).

Conformité :

- Valeur du bleu de méthylène MBF $\leq 8 \text{ g/kg}$.

5.4.4 Teneur en matières organiques

La teneur en matière organique est déterminée suivant l'annexe C.

Conformité :

- Teneur en matière organique $\leq 1,0$ %.

5.4.5 Teneur en matières calcaires

La teneur en matières calcaires est déterminée suivant la norme NBN 589-209.

Conformité :

- Teneur en matières calcaires ≤ 25 %.

ANNEXE A : Essai de classification sur la composition, contaminants flottants et non-flottants, dépistage amiante sur gros granulats recyclés

1 Objet et application

La méthode décrit la détermination de la composition des granulats recyclés. A cet effet les constituants sont triés manuellement en différentes catégories.

La méthode est une application pratique de la norme NBN EN 933-11 (Essai de classification des constituants de gravillons recyclés). En outre, un dépistage est effectué sur la présence d'amiante. A cet effet les matériaux susceptibles de contenir de l'amiante sont triés séparément et une estimation est faite de la teneur d'amiante.

La classification et le contrôle de la contamination est uniquement applicable sur les matériaux granulaires avec une granulométrie comprise entre 4 et 63 mm.

2 Echantillonnage et préparation de l'échantillon

L'échantillonnage et la réduction de l'échantillon global sont effectués suivant la norme NBN EN 932-1.

La réduction de l'échantillon global doit se faire à l'aide d'un diviseur.

3 Equipement de laboratoire

1 Diviseur avec ouverture appropriée ;

Remarque : le diviseur doit être prévu d'un nombre pair d'ouvertures. La largeur des ouvertures doit au moins s'élever à deux fois la grosseur du grain, afin d'éviter que les plus grandes fractions coincent ou traînent.

2 Balance analytique avec une portée de pesage d'au moins 10 kg et une précision de mesure de 1 g + balance analytique avec une portée de pesage de 200 g et une précision de mesure de 0,1 g ;

3 Etuve ventilée avec thermostat réglable à des températures de 40 °C ± 5 °C et 110 °C ± 5 °C, avec la possibilité de rejet direct des vapeurs vers l'extérieur ;

4 Plateaux ou larges cuves pour sécher au moins 10 kg de matériel à 40 °C ou 110 °C ;

5 Tôles métalliques perforées de 63 et 4 mm conformément à la norme ISO 3310-2 ;

6 Réservoir à eau avec 3 à 5 fois le volume de l'échantillon pour analyse ;

7 Cylindres gradués transparents (prévus d'une échelle de lecture ou d'un mètre qui permet une lecture suffisamment précise – 1 mm) et piston. Le cylindre gradué a une capacité suffisante pour complètement immerger les matériaux flottants dans l'eau.

Le diamètre du cylindre est judicieusement choisi, en fonction de la taille du grain D du gravillon, de telle sorte que tous les matériaux flottants peuvent en 1 fois être immergés et que la lecture peut se faire de façon suffisamment pertinente. Le piston doit pouvoir bouger librement dans le cylindre gradué (le diamètre du piston est différent du diamètre interne du cylindre gradué maximum 2 à 3 mm). L'échelle de lecture permet une lecture en unités de volume avec une précision de 1 à 5 cm³ (dépendant de la précision requise et de la taille de l'échantillon) ou des hauteurs avec une précision en mm.

Les cylindres gradués sont en concordance avec les exigences susmentionnées :

- Cylindre gradué avec un diamètre intérieur de 32 mm et une lecture en mm (cylindre et piston en concordance avec la norme NBN EN 933-8),
- Cylindre gradué avec un diamètre intérieur de 80 mm et une lecture en mm.

Voir également photo en [Annexe A.1](#).

4 Procédure d'analyse

Sauf indication contraire toutes les pesées sont exprimées en grammes. Pour les fractions ayant une masse inférieure à 100 g, une précision de mesure de 0,1 g est nécessaire. Les dimensions sont exprimées en mm.

- 1 L'échantillon pour analyse est séché dans une étuve ventilée à une température de 110 ± 5 °C (40 °C pour les agrégats d'enrobés bitumineux). Pesez l'échantillon pour analyse séché M_0 ;
- 2 Tamisez l'échantillon pour analyse sur le tamis de 63 mm et notez le résidu du tamisage M_{63} ;
- 3 Tamisez l'échantillon pour analyse sur le tamis de 4 mm et notez le passant au tamis M_4 ;
- 4 Enregistrez la masse de la fraction restante 4/63 mm comme étant $M_1 (= M_0 - M_{63} - M_4)$;
- 5 Triez de la fraction 4/63 mm et de la fraction > 63 mm tous les matériaux susceptibles de contenir de l'amiante (friable et non-friable sont conservés séparément). Pesez les matériaux friables susceptibles de contenir de l'amiante et enregistrez comme étant M_H ;
- 6 Pesez les matériaux non-friables susceptibles de contenir de l'amiante et enregistrez comme étant M_{NH} ;
- 7 Pour l'évaluation de la friabilité on peut se baser sur CMA/2/II/C.2 § 5.5 et le tableau 3 ;
- 8 Triez de la fraction 4/63 mm les particules flottantes et contrôlez qu'ils flottent effectivement. Conservez des particules flottantes dans un récipient ;
- 9 Triez de la fraction 4/63 mm les particules de sol présents et les contaminants non-flottants X. Pesez et enregistrez la masse M_X ;
- 10 Pesez la masse de la partie restante de la fraction 4/63 mm et enregistrez comme étant M_2 ;
- 11 Réduisez, éventuellement avec un diviseur, la masse M_2 à un minimum de 1000 pierres. Enregistrez cette masse comme étant M_3 ;
- 12 Triez de cette masse M_3 les constituants Rc, Ru, Rb, Ra en Rg. Enregistrez les différentes masses comme étant M_{Rc} , M_{Ru} , M_{Rb} , M_{Ra} en M_{Rg} . Pour la classification des différents matériaux vous vous basez sur le tableau en [Annexe A.2](#) ;
- 13 Ensuite l'échantillon pour analyse complet (fraction 4/63 mm – masse M_2 - selon 4.8) est placé dans un réservoir à eau de telle sorte que les particules flottantes sont libérées. Détachez à la main et si nécessaire les particules flottantes des particules non-flottantes.

Rassemblez les particules flottantes (fusion de 4.8 et 4.13) et déterminez leur volume V_{FL} en cm^3 . Séchez-les délicatement avec un chiffon sec avant de les placer dans un cylindre gradué rempli d'une quantité connue d'eau. Le cylindre gradué doit être suffisamment grand de sorte que le matériel puisse être immergé complètement. Utilisez un piston pour l'immersion complète des particules flottantes (voir figure 1). Soyez attentif à ce que le piston même ou l'air ne soient pas immergés.

La hauteur augmentée (H_2-H_1) est une mesure pour le volume des contaminants flottants V_{FL} .

$$V_{FL} = (H_2 - H_1) * \pi * \frac{D^2}{4000} \quad (cm^3)$$

Où :

D = le diamètre du cylindre gradué (en mm)

H_1 = hauteur de l'eau dans le cylindre gradué sans particules flottantes (en mm)

H_2 = hauteur de l'eau dans le cylindre gradué après immersion des particules flottantes (en mm)

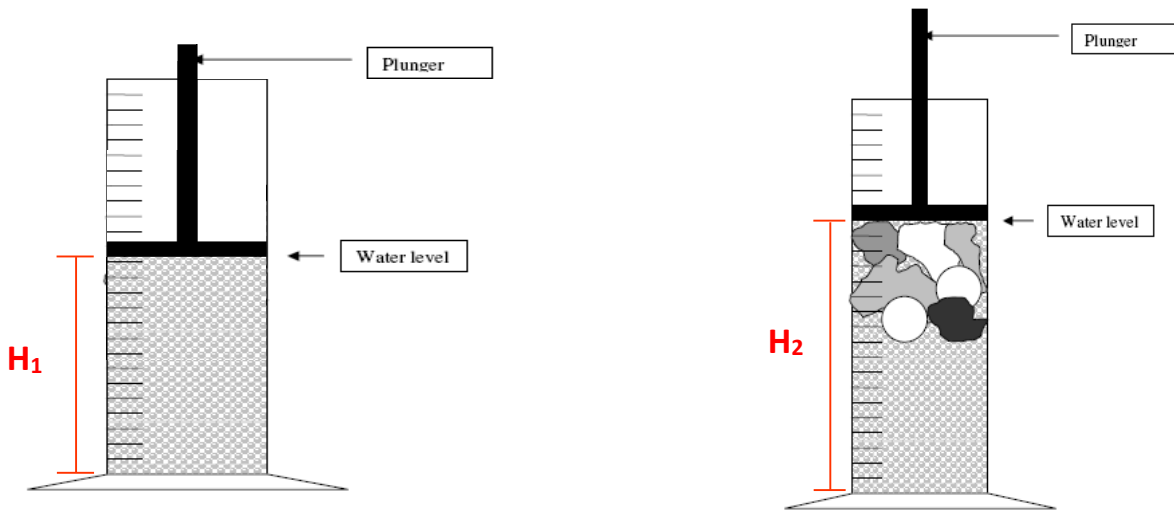


Figure 1

Le volume est exprimé en cm^3 à 1 décimale près.

Au cas où des gradations suffisamment précises sont indiquées sur le cylindre gradué en unités de volume, les volumes peuvent être lus directement sur le cylindre gradué.

5 Calculs

1 Dépistage amiante C_{asbest}

$$C_{asbest} = 10^6 \times [0,15 \times M_H / M_0 + 10 \times M_{NH} / (M_0 - M_4)] \text{ exprimé en mg/kg (sans décimale)}$$

2 Autres matériaux X

$$X = 100 \times M_X / M_1 \text{ (\%)}$$

3 Contaminant flottant FL
 $FL = 1000 \times V_{FL} / M_1$ (cm³/kg matière sèche, exprimé à 1 décimale)

4 Produits à base de béton Rc
 $R_C = 100 \times (M_2 / M_1) \times (M_{Rc} / M_3)$ (%)

5 Granulats non traités et traités aux liants hydrauliques Ru
 $R_u = 100 \times (M_2 / M_1) \times (M_{Ru} / M_3)$ (%)

Calculer la teneur en pierre naturelle Rn sous la fraction Ru
 $R_n = 100 \times (M_2 / M_1) \times (M_{Rn} / M_3)$ (%)

6 Produits de maçonnerie Rb
 $R_b = 100 \times (M_2 / M_1) \times (M_{Rb} / M_3)$ (%)

7 Matériaux bitumineux Ra
 $R_a = 100 \times (M_2 / M_1) \times (M_{Ra} / M_3)$ (%)

8 Verre Rg
 $R_g = 100 \times (M_2 / M_1) \times (M_{Rg} / M_3)$ (%)

Les résultats sont exprimés à 1 décimale, sauf pour les pourcentages de plus de 10 % qui sont exprimés sans décimale.

6 Rapport d'analyse

Le compte rendu se fait selon l'Annexe A.3.

ANNEXE A.1 : Photos



ANNEXE A.2 : Aperçu des matériaux/constituants par catégorie

Catégorie	Constituant	Description complémentaire
Rc	Béton	(+ granulats avec béton préparé attaché)
	Produits à base de béton	Dalles en béton, pavés en béton, hourdis, ...
	Mortier	Béton préparé
	Eléments de maçonnerie en béton	
Ru	Granulats non-traités	Granulats naturels, gravillons, gravier
		Scories métallurgiques ferreux et non-ferreux
		Grains d'argile étendus non-flottant
		Coquilles
	Pierre naturelle	Ardoises naturelles
	Granulats traités aux liants hydrauliques	Béton maigre, béton rouleau
Ciment au sable		
Gravillon stabilité		
	Mélange ternaire, ...	
	Chape mortier au ciment	
Rb	Eléments en terre cuite	Brique, tuiles en céramique, tuyaux en grès
		Mortier des joints de maçonnerie
		Produits céramiques (dalles, plinthes, ...)
		Pavés en terre cuite
		Béton avec grains d'argile étendus
Eléments en silicate de calcium	Brique de sable calcaire	
Béton cellulaire non-flottant		
Ra	Mélanges hydrocarbonés	Asphalte, asphalte coulé
		Asphalte maigre
		Ciment d'agrégats d'enrobé
Rg	Verre	
X	<u>Autre:</u>	
	Matériaux cohésifs (argile et sol)	
	<u>Divers:</u>	Roofing, bitumes
	Métaux (ferreux et non-ferreux)	
	Non-flottant: bois, plastique, caoutchouc	(papier)
	Plâtre	Plâtre
		Charbon, ardoise contenant du charbon noir, lignite (centre noire), coke, pierre réfractaire, ...
	Mâchefers et scories des incinérateurs	
Fl	Matériaux flottants	(Béton cellulaire, argile étendue, plastique, matériaux d'isolation, bois, résidus végétaux, liège, panneau de fibre de bois, ...)
<p>Remarque : Matériaux qui, selon la législation de l'environnement, peuvent requérir une évaluation distincte : ballast ferroviaire, béton cellulaire, cendres volantes et cendres de sol d'incinérateurs, plâtre ou déchets de démolition pollués, scories, scories non-ferreux, céramique, porcelaine, scories d'incinérateurs, autres matériaux pour lesquels selon Vlarema une déclaration de matière première est requise. Ces matériaux ne peuvent dès lors pas être traités, en quantité significative, dans les débris. Uniquement évaluer la présence accidentelle selon la norme NBN EN 933-11.</p>		

ANNEXE A.3 : Rapport d'analyse



Exemple feuille de calcul pour l'exécution d'un essai COPRO

Identification de l'échantillon :	Laboratoire :
	Date :
	Réalisateur :

Température étuve	T	°C
Masse échantillon pour analyse sec	M ₀	g
Essai de tamisage tamis 63 mm	M ₆₃	g
Passant tamis 4 mm	M ₄	g
Masse fraction 4/63 mm (calculé)	M ₁	M ₀ - M ₆₃ - M ₄ = g
Masse matériel friable contenant de l'amiante	M _H	g
Masse matériel non-friable contenant amiante	M _{NH}	g
Masse particules non-flottantes X	M _x	g
Masse partie restante de la fraction 4/63 mm	M ₂	g
Masse réduite (M ₂ --> 1000 pierres)	M ₃	g
Masse Rc	M _{Rc}	g
Masse Ru	M _{Ru}	g
→ Masse Rn (pierre naturelle) sous fraction Ru	M _{Rn}	g
Masse Rb	M _{Rb}	g
Masse Ra	M _{Ra}	g
Masse Rg	M _{Rg}	g

Détermination FL par lecture règle graduée		
Diamètre cylindre gradué	D	mm
Hauteur colonne d'eau	H ₁	mm
Hauteur colonne d'eau + particules flottantes	H ₂	mm
VOLUME particules flottantes	V _{FL}	(H ₂ -H ₁) x π x D ² /4000 = cm ³
<i>teneur particules flottantes</i>	FL	1000 x V _{FL} / M ₁ = cm ³ /kg

Détermination FL par lecture sur l'échelle de lecture du cylindre gradué		
VOLUME colonne d'eau	H _{C1}	ml
VOLUME colonne d'eau + particules flottantes	H _{C2}	ml
VOLUME particules flottantes	V _{FL}	H _{C2} -H _{C1} = ml = cm ³
<i>teneur particules flottantes</i>	FL	1000 x V _{FL} / M ₁ = cm ³ /kg

Constituant		Calcul
Dépistage amiante	C _{asbest}	10 ⁶ x [0,15 x M _H /M ₀ + 10 x M _{NH}]/(M ₀ - M ₄) = mg/kg
Particules non-flottantes	X	100 x M _x / M ₁ = %
Béton concassé	R _c	100 x (M ₂ / M ₁) x (M _{Rc} / M ₃) = %
Granulats liés et non-liés aux liants hydrauliques	R _u	100 x (M ₂ / M ₁) x (M _{Ru} / M ₃) = %
→ dont : Pierre naturelle	R _n	100 x (M ₂ / M ₁) x (M _{Rn} / M ₃) = %
Terre cuite, brique de sable calcaire, ...	R _b	100 x (M ₂ / M ₁) x (M _{Rb} / M ₃) = %
Asphalte, asphalte coulé	R _a	100 x (M ₂ / M ₁) x (M _{Ra} / M ₃) = %
Verre	R _g	100 x (M ₂ / M ₁) x (M _{Rg} / M ₃) = %

ANNEXE B : Détermination des contaminants flottants, non-flottants, verre et dépistage de l'amiante dans les granulats fins recyclés

1 Objectif et application

La méthode décrit la détermination des contaminants flottants et non-flottants et du verre dans le sable de pré-criblage (sable de concassage et sable de triage) et le sable de concassage de débris dans le cadre de la caractérisation des matières premières pour l'utilisation comme élément de construction.

Le résultat de cette détermination est une indication de la teneur en masse de volume de contaminants flottants et de la masse % de contaminants non-flottants. Le verre dans cette procédure comme fraction spécifique est stipulé et exprimé en masse %.

La méthode est basée sur la norme NBN EN 933-11. Un dépistage sur la présence d'amiante est en outre effectué. A cet effet les matériaux susceptibles de contenir de l'amiante sont triés séparément et une estimation est faite de la teneur d'amiante.

La détermination se fait sur la fraction > 2 mm. Cette méthode d'essai peut être combinée avec la réalisation d'une analyse au tamis et peut être considérée pour l'autocontrôle interne comme équivalente à CMA/2/II/A.23.

2 Echantillonnage et préparation de l'échantillon

L'échantillonnage et la réduction de l'échantillon global sont effectués suivant la norme NBN EN 932-1.

La réduction de l'échantillon global se fait à l'aide d'un diviseur.

L'étendue de l'échantillon global s'élève à au moins 40 kg. L'échantillon global est réduit à l'aide d'un diviseur à des échantillons pour analyse d'au moins 2,5 kg.

3 Equipement de laboratoire

- 1 Diviseur avec ouverture appropriée ;

Remarque : le diviseur doit être prévu d'un nombre pair d'ouvertures. La largeur des ouvertures doit au moins s'élever à deux fois la grosseur du grain, afin d'éviter que les plus grandes fractions coincent ou traînent.

- 2 Balance analytique avec une portée de pesage d'au moins 2 kg et une précision de mesure de 1 g + balance analytique avec une portée de pesage de 200 g et une précision de mesure de 0,1 g ;
- 3 Etuve ventilée avec thermostat réglable à des températures de 40 °C ± 5 °C et 110 °C ± 5 °C, avec la possibilité de rejet direct des vapeurs vers l'extérieur ;
- 4 Plateaux ou larges cuves pour sécher au moins 2 kg de matériel à 40 °C ou 110 °C ;
- 5 Tamis de contrôle avec une largeur de maille ou des perforations carrées de 2 mm et de 200 µm conformément à la norme ISO 3310-2 ;

- 6 Réservoir à eau avec 3 à 5 fois le volume de l'échantillon pour analyse ;
- 7 Cylindres gradués transparents (prévus d'une échelle de lecture ou d'un mètre qui permet une lecture suffisamment précise – 1 mm) et piston. Le cylindre gradué a une capacité suffisante pour complètement immerger les matériaux flottants dans l'eau.

Le diamètre du cylindre est judicieusement choisi, en fonction de la taille du grain D du gravillon, de telle sorte que tous les matériaux flottants peuvent en 1 fois être immergés et que la lecture peut se faire de façon suffisamment pertinente. Le piston doit pouvoir bouger librement dans le cylindre gradué (le diamètre du piston est différent du diamètre interne du cylindre gradué maximum 2 à 3 mm). L'échelle de lecture permet une lecture en unités de volume avec une précision de 1 cm³ ou des hauteurs avec une précision en mm.

4 Procédure d'analyse

L'échantillon global (échantillon de chantier) est prélevé conformément aux CMA/1/A.14, CMA/1/A.15 et CMA/1/A.18 (analogue à la norme EN 932-1).

En ce qui concerne les quantités d'échantillons à prélever (échantillon de chantier et échantillon pour analyse) il est dérogé dans cette méthode des directives dans CMA/2/A.14 et CMA/1/A.18. L'étendue de l'échantillon global (échantillon de chantier) s'élève au moins à 40 kg.

L'échantillon global (échantillon de chantier) est réduit à l'aide d'un diviseur à :

- Un échantillon pour analyse d'au moins 2,5 kg,
- Un échantillon réduit d'au moins 1 kg pour la détermination de la teneur en humidité.

Sauf indication contraire toutes les pesées sont exprimées en grammes. Pour les fractions ayant une masse inférieure à 100 g, une précision de mesure de 0,1 g est nécessaire.

- Pesez l'échantillon réduit pour la détermination de la teneur en humidité et notez la masse comme étant M_h . Séchez l'échantillon dans une étuve à 110 °C (ou 40 °C pour des parties d'asphalte) jusqu'à poids constant et notez comme étant M_d .
- Pesez la fraction d'essai et notez la masse comme étant M_1 . Sur base de la teneur en humidité de l'échantillon réduit la masse sèche de l'échantillon pour analyse peut être calculée. Cette masse est notée comme étant M_2 .
- Placez la fraction d'essai sur les tamis de 2 et 0,200 mm et effectuez un tamisage humide. Ecrasez à la main les éventuelles mottes de terre. Défaites également d'éventuelles parties qui collent ensemble.
- Séchez les fractions 0,200/2 mm et > 2 mm.
- Triez de la fraction > 2 mm les contaminants non-flottants présents X (voir tableau en Annexe A.2) et notez la masse comme étant M_X .
- Triez de la fraction > 2 mm ensuite le verre présent et notez la masse comme étant M_{RG} .

- Triez de la fraction > 2 mm ensuite les matériaux friables ou non-friables susceptibles de contenir de l'amiante et notez les masses respectivement comme étant M_H et M_{NH} .
- Placez ensuite les fractions complètes 0,200/1 et > 2 mm dans le réservoir à eau.

Déterminez le volume des particules flottantes V_{FL} comme suit : rassemblez toutes les particules flottantes et rincez sur le tamis de 0,200 mm. Détachez les éventuels contaminants collants. Séchez les contaminants flottants dans une étuve à 110 °C durant environ 10 minutes et placez les dans un cylindre gradué rempli d'une quantité connue d'eau. Le cylindre gradué doit être suffisamment grand de sorte que le matériel puisse être immergé complètement. Utilisez un piston pour l'immersion complète des particules flottantes (voir figure 1). Soyez attentif à ce que le piston même ou l'air ne soient pas immergés.

La hauteur augmentée (H_2-H_1) est une mesure pour le volume des contaminants flottants V_{FL} .

$$V_{FL} = (H_2 - H_1) * \pi * \frac{D^2}{4000} \text{ (cm}^3\text{)}$$

Où :

D = le diamètre du cylindre gradué (en mm)

H_1 = hauteur de l'eau dans le cylindre gradué sans particules flottantes (en mm)

H_2 = hauteur de l'eau dans le cylindre gradué après immersion des particules flottantes (en mm)

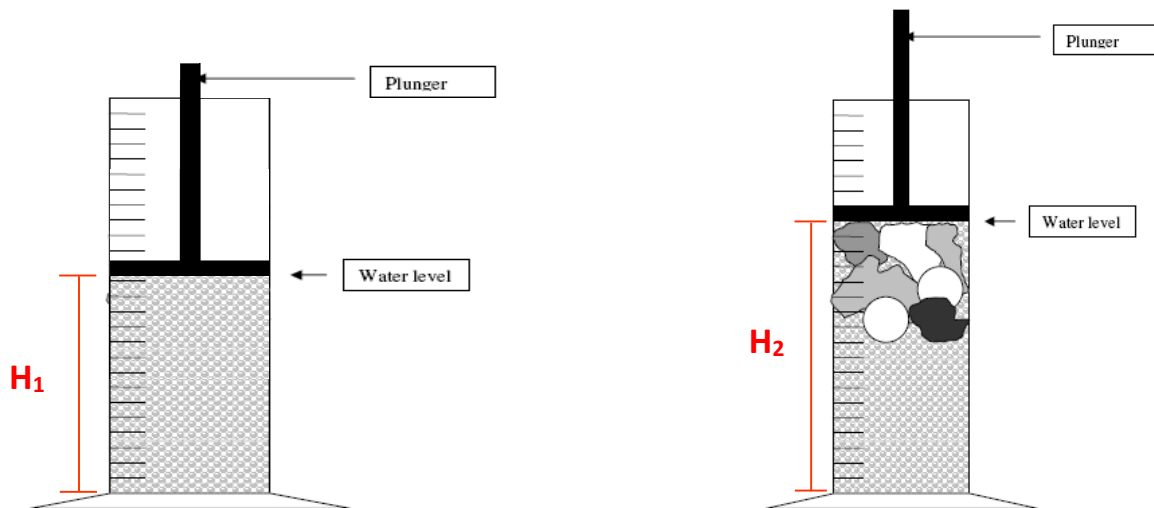


Figure 1

Le volume est exprimé en cm^3 à 1 décimale près.

Au cas où les gradations sur le cylindre gradué sont indiquées de façon suffisamment précise en unités de volume, les volumes peuvent être lus directement sur le cylindre gradué.

5 Calculs

- Teneur en humidité W

$$W = (M_v - M_d) / M_v \times 100 (\%)$$

- Poids sec de l'échantillon pour analyse M₂

$$M_2 = M_1 \times (100 - W) / 100$$

- Contamination flottante FL

$$FL = 1000 \times V_{FL} / M_2 \text{ (cm}^3\text{/kg matière sèche, exprimé à 1 décimale)}$$

- Contaminations non-flottantes X

$$X = M_X / M_2 \times 100 \text{ (% exprimé à 1 décimale)}$$

- Teneur en verre R_g

$$R_g = M_{Rg} / M_2 \times 100 \text{ (% exprimé à 1 décimale)}$$

- Dépistage amiante C_{asbest}

$$C_{asbest} = 10^6 \times [0,15 \times M_H / M_2 + 10 \times M_{NH} / (M_3)] \text{ (mg/kg exprimé à 1 décimale)}$$

6 Rapport d'analyse

Le compte rendu se fait selon Annexe B.1.

ANNEXE B.1 : Rapport d'analyse



Feuille de calcul pour l'exécution d'un essai COPRO pour sable de pré-criblage

Identification de l'échantillon :	Laboratoire :
	Date :
	Réalisateur :

Température étuve	T	°C
Masse poids humide échantillon partiel	M _v	g
Masse poids sec échantillon partiel	M _d	g
Teneur en humidité	W	$(M_v - M_d) / M_v \times 100$ %
Masse poids humide échantillon pour analyse	M ₁	g
Masse poids sec échantillon pour analyse	M ₂	$M_1 \times (100 - W) / 100$ g
Masse poids sec > 2 mm	M ₃	g
Masse matériel friable contenant de l'amiante	M _H	g
Masse matériel non-friable contenant de l'amiante	M _{NH}	g
Masse particules non-flottantes X	M _x	g
Masse verre Rg	M _{Rg}	g

Détermination FL par lecture règle graduée		
Diamètre cylindre gradué	D	mm
Hauteur colonne d'eau	H ₁	mm
Hauteur colonne d'eau + particules flottantes	H ₂	mm
Volume particules flottantes	V _{FL}	$(H_2 - H_1) \times \pi \times D^2 / 4000$ cm ³
<i>teneur particules flottantes</i>	FL	$1000 \times V_{FL} / M_2$ cm ³ /kg

Détermination FL par lecture sur l'échelle du cylindre gradué		
Volume colonne d'eau	H _{c1}	ml
Volume colonne d'eau + particules flottantes	H _{c2}	ml
Volume particules flottantes	V _{FL}	$(H_{c2} - H_{c1})$ cm ³
<i>teneur particules flottantes</i>	FL	$1000 \times V_{FL} / M_2$ cm ³ /kg

Constituant		
Dépistage amiante	Casbest	$10^6 \times [0,15 \times M_H / M_2 + 10 \times M_{NH} / (M_3)]$ mg/kg
Particules non-flottantes (masse totale)	X	$M_x / M_2 \times 100$ %
Verre	R _g	$M_{Rg} / M_2 \times 100$ %

ANNEXE C : Détermination de la teneur en matières organiques avec peroxyde d'hydrogène

1 Principe

Une partie considérable des matières organiques est éliminée par oxydation.

2 Echantillonnage

L'échantillonnage se fait selon la méthode décrite dans la norme NBN EN 932-1.

3 Appareillage

Le matériel suivant est nécessaire :

- une étuve ;
- une balance avec une précision de 0,01 g ;
- un bain d'eau chaude ;
- un dessiccateur.

4 Réactifs

Une solution de 20 % de volumes de perhydrol, un produit qui est une solution de 30 % d'éléments de masse de peroxyde d'hydrogène.

5 Méthode d'essai

Séchez un échantillon de 100 g de sable dans une étuve à une température comprise entre 105 et 110 °C jusqu'à ce que la masse soit constante en permanence. Une masse constante en permanence est considérée lorsque deux pesées successives, mesurées avec un intervalle d'au moins 4 heures, ne diffèrent de pas plus de 0,1 %.

Pesez à 0,1 g près. Cette masse est M_1 .

Placez l'échantillon séché dans le bain d'eau chaude à 85 ± 1 °C.

Traitez cet échantillon, sous agitation régulière, avec 500 cm³ de la solution de peroxyde d'hydrogène en utilisant la méthode suivante :

- apportez tout d'abord 300 cm³ de la solution de peroxyde d'hydrogène et laissez réagir pendant 2 heures ;
- apportez ensuite 100 cm³ de la solution et laissez réagir pendant 1 heure ;
- apportez une dernière fois 100 cm³ et laissez réagir pendant 1 heure.

Séchez dans l'étuve à une température de 105 à 110 °C jusqu'à ce que la masse soit constante en permanence. Laissez refroidir dans le dessiccateur. Pesez à 0,1 g près. Cette masse est la masse M_2 .

6 Détermination du résultat

La teneur en matières organiques, exprimée en % de la masse du sable sec, est donnée par la formule :

$$\frac{M_1 - M_2}{M_1} \times 100$$