



Projet National de recherche et développement

# Validité des normes d'essais sur les granulats recyclés

## Thème 2

Rédigé par

Abdelghafour AÏT ALAIWA & Robert LAVAUD  
CTG Italcementi

R/14/RECY/010  
LC/12/RECY/12  
Septembre 2014



Projet National de recherche et développement

## FICHE SIGNALÉTIQUE

TITRE : Validité des normes d'essais sur les granulats recyclés

RAPPORT N° : R/14/RECY/010

DATE D'ÉTABLISSEMENT : Septembre 2014

AUTEUR(S) : A. AIT ALAIWA, R. LAVAUD

ORGANISME(S) CHARGE(S) DE L'ACTION : CTG

THEME DE RATTACHEMENT : 2

LETTRE DE COMMANDE : LC/12/RECY/12

Site internet : [www.pnrecybeton.fr](http://www.pnrecybeton.fr)

Président : Jacques ROUDIER

Directeur : Horacio COLINA

Directeur Scientifique : François DE LARRARD

Gestion administrative et financière : IREX ([www.irex.asso.fr](http://www.irex.asso.fr)), 9 rue de Berri 75008 PARIS, [contact@irex.asso.fr](mailto:contact@irex.asso.fr), tél. : 01 44 13 32 79

## Sommaire

1. Objectifs .....	3
2. Programme d'essais .....	3
2.1. Choix des granulats .....	3
2.2. Programme de caractérisation.....	3
3. Caractérisation des granulats.....	5
3.1. Caractérisation physique et mécanique.....	5
3.2. Classification des constituants des granulats recyclés (NF EN 933-11) .....	8
3.3. Codification des granulats selon les normes NF EN 12620, NF P 18-545 et NF EN 13242.....	9
3.4. Caractérisation chimique des granulats.....	10
3.1. Codification des granulats selon les normes NF EN 12620, NF P 18-545 et NF EN 13242....	12
4. Analyse des grandeurs mesurées.....	13
4.1. Documents de référence.....	13
4.2. Méthodologie statistique .....	13
4.3. Interprétation statistique des essais .....	14
4.3.1. Caractéristiques chimique des granulats recyclés .....	14
4.4. Alkali réaction.....	16
4.4.1. Analyse pétrographique .....	18
4.4.2. Essais cribles (XP P 18-594§5) .....	18
4.4.3. Essai à long terme (XP P 18-594§6).....	20
5. Conclusions.....	23
6. Références.....	24
7. Annexes .....	26

## 1. Objectifs

A l'issue du premier appel d'offre, le CTG a été mandaté par le projet national Recybéton pour effectuer une série d'analyse des caractéristiques physiques, mécaniques et chimiques des trois coupures de granulats recyclés issus du thème 0 (0/4, 4/10 et 10/20, Rcu90 ou Rcu95) et de trois coupures de granulats naturels (0/4, 4/10 et 6.3/20).

Les essais réalisés mis en œuvre sont ceux actuellement pratiqués et spécifiés dans les normes NF EN 12620 et NF EN 18-545. Les résultats obtenus permettront de juger de la pertinence des différentes méthodes d'essai appliquées aux granulats recyclés.

## 2. Programme d'essais

### 2.1. Choix des granulats

Le choix des constituants a été approuvé à l'occasion du CST du 17 octobre 2012.

Les granulats naturels ont été proposés par l'UNPG. Il s'agit de :

- sable semi-concassé lavé 0/4 de la carrière Lafarge de Sandrancourt (78) ;
- gravillons calcaires concassés 4/10 et 6,3/20 de la carrière Lafarge de Givet (08).

Les granulats recyclés sont issus d'une production effectuée sur la plateforme DLB (Docks de Limeil-Brévannes) de Gonesse (95). Ils sont fournis en trois coupures granulaires 0/4, 4/10, 10/20.

L'ensemble des granulats (environ 210 tonnes de granulats naturels et 200 tonnes de granulats recyclés) ont été fabriqués en une fois, puis conditionnés en big-bags de 500 kg ou 1000 kg pour être expédiés aux différents partenaires du projet.

Les Fiches Techniques Produit (FTP) de l'ensemble des granulats naturels sont joints en annexe.

### 2.2. Programme de caractérisation

A la réception des granulats (livrés le 11/12/2012), deux campagnes d'essais ont été mises en œuvre : une caractérisation chimique ainsi qu'une caractérisation physique et mécanique de l'ensemble des granulats selon le programme d'essais décrit dans le Tableau 1.

Des essais de répétabilité et de reproductibilité intra-laboratoire ont également été mis en œuvre sur les essais destinés spécifiquement aux granulats recyclés.

Tableau 1 – Programme d'essais de caractérisation

Désignation	Norme/méthode d'essai	Sable semi-concassé lavé 0/4 – Sandrancourt	Gravillon calcaire concassé 4/10 - Givet	Gravillon calcaire concassé 6,3/20 – Givet	Sable 0/4 Recyclé – Gonesse	Gravillon 4/10 Recyclé – Gonesse	Gravillon 10/20 Recyclé – Gonesse
Perte au feu & analyse chimique élémentaire	NF EN 1744-1§17 & ISO 29581-2	X	X	X	X	X	X
Alcalins solubles	Méthode LPC n°37	X	X	X	X	X	X
Soufre total	NF EN 1744-1 §11.2	X	X	X	X	X	X
Sulfates solubles dans l'acide (si S>0.08%) <sup>1</sup>	NF EN 1744-1 §12	X	X	X	0	0	0
Sulfates solubles dans l'eau	NF EN 1744-1§10.2	0	0	0	X	X	X
Chlorures solubles dans l'eau <sup>2</sup>	NF EN 1744-1 §8	X	X	X	0	0	0
Chlorures solubles dans l'acide	NF EN 1744-5	0	0	0	X	X	X
Polluants organiques	NF EN 1744-1 §15	X	0	0	X	0	0
Pétrographie (alcali-réaction)	NF EN 932-3	X	X	X	X	X	X
Microbar (alcali-réaction)	XP P 18-594 §5.2	X	X	X	X	X	X
Autoclave (alcali-réaction)	XP P 18-594 §5.1	X	X	X	X	X	X
Essai alcali réaction – essai long	XP P 18-594 §6	X	X	X	X	X	X
Masse volumique réelle, réelle imbibée, absolue	NF EN 1097-6	X	X	X	X	X	X
Absorption d'eau	NF EN 1097-6	X	X	X	X	X	X
Analyse granulométrique avec propreté superficielle & teneur en eau	NF EN 933-1 & NF EN 1097-5	X	X	X	X	X	X
Equivalent de sable (SE10)	NF EN 933-8	X	0	0	X	0	0
Eléments coquilliers	NF EN 933-7	0	X	X	0	0	0
Essai au bleu de méthylène	NF EN 933-9 (1999)	X	X	X	X	X	X
Analyse granulométrique & Aplatissement	NF EN 933-1 & NF EN 933-3	0	X	X	0	X	X
Résistance à la fragmentation - Los Angeles <sup>3</sup>	NF EN 1097-2 §5	0	X	X	0	X	X
Resistance à l'usure - Micro-Deval (humide) <sup>3</sup>	NF EN 1097-1	0	X	X	0	X	X
Résistance au gel/dégel	NF EN 1367-1	0	X	X	0	X	X
Friabilité des sables <sup>4</sup>	NF P 18-576	X	0	0	X	0	0
Impuretés prohibées	NF P 18-545	X	X	X	0	0	0
Boulettes d'argile	NF P 18-545	0	X	X	0	0	0
Classification des constituants	NF EN 933-11	0	0	0	X	X	X
Influence du temps de prise des ciments	NF EN 1744-6	0	0	0	X	X	X

<sup>1</sup> La teneur en sulfates solubles dans l'acide n'est déterminée que si la teneur en soufre total est supérieure à 0.08%; elle n'est pas à déterminer pour les granulats recyclés. L'essai a néanmoins été réalisé.

<sup>2</sup> La teneur en chlorures solubles dans l'eau n'est pas à déterminer pour les granulats recyclés. L'essai a néanmoins été réalisé.

<sup>3</sup> Sur la classe granulaire 6.3/10 mm pour les gravillons 4/10, sur la classe granulaire 10/14 mm pour les gravillons 6.3/20 et 10/20.

<sup>4</sup> Sur la classe granulaire 0.2/4 mm.

### 3. Caractérisation des granulats

Les granulats ont été livrés en big-bags de 500 kg. Tous les big-bags réceptionnés au CTG (6) ont été quartés selon la norme NF EN 932-2 afin de réaliser des essais représentatifs conformément aux normes et fascicules en vigueur au moment des essais.

#### 3.1. Caractérisation physique et mécanique

Le Tableau 2 rapporte l'ensemble des résultats de caractérisation des granulats naturels.

Tableau 2 – Synthèse des résultats de caractérisation physique et mécanique des granulats naturels

Désignation	Norme/Méthode d'essai	Sable 0/4 SC naturel Sandrancourt	Gravillon 4/10 CL naturel Givet	Gravillon 6,3/20 CL naturel Givet
Masse volumique absolue – Mva (Mg/m <sup>3</sup> )	NF EN 1097-6	2.65	2.75	2.74
Masse volumique réelle – MVRd (Mg/m <sup>3</sup> )	NF EN 1097-6	2.59	2.71	2.72
Masse volumique réelle saturée – MVssd (Mg/m <sup>3</sup> )	NF EN 1097-6	2.61	2.73	2.73
Absorption d'eau – Ab/WA24 (%)	NF EN 1097-6	0.8/-	-/0.5	-/0.3
Teneur en eau – w (%)	NF EN 1097-5	7.0	1.1	0.3
Teneur en fines – f (%)	NF EN 933-1	0.3	0.6	0.3
Module de finesse – MF (-)	NF EN 933-1	2.25	/	/
Equivalent de sable – SE10 (%)	NF EN 933-8	83	/	/
Valeur au bleu de méthylène – MB (g/kgO <sub>2</sub> )	NF EN 933-9	0.7	/	/
Coefficient d'aplatissement – FI (-)	NF EN 933-3	/	18	7
Résistance à la fragmentation (Los Angeles) – LA (%) <sup>5</sup>	NF EN 1097-2	/	17	15
Résistance à l'usure (en humide) – MDE (%) <sup>5</sup>	NF EN 1097-1	/	21	20
Friabilité des sables – FS (%) <sup>6</sup>	NF P 18 -576	25	/	/
Impuretés prohibées – ImP (%)	NF P 18-545	0.000	0.000	0.000
Teneur en éléments coquillers – SC (%)	NF EN 933-7	/	0.0	0.0
Boulettes d'argile – BA (%) <sup>7</sup>	NF P 18-545	/	0.0	0.0
Résistance au gel/dégel – F (%)	NF EN 1367-1	/	0.3	0.3

<sup>5</sup> Sur la classe granulaire 6.3/10 mm pour les gravillons 4/10, sur la classe granulaire 10/14 mm pour les gravillons 6.3/20 et 10/20.

<sup>6</sup> Sur la classe granulaire 0.2/4 mm.

<sup>7</sup> Les gravillons ne doivent contenir plus de 1% en masse sèche de boulettes d'argile isolées par tri manuel.

La synthèse des résultats de caractérisation des granulats recyclés est présentée dans le Tableau 3.

**Tableau 3 – Synthèse des résultats de caractérisation physique et mécanique des granulats recyclés**

Désignation	Norme/Méthode d'essai	Sable 0/4 Recyclé - Gonesse	Gravillon 4/10 Recyclé - Gonesse	Gravillon 10/20 Recyclé - Gonesse
Masse volumique absolue – M <sub>Va</sub> (Mg/m <sup>3</sup> )	NF EN 1097-6	2.64	2.62	2.58
Masse volumique réelle – M <sub>Vrd</sub> (Mg/m <sup>3</sup> )	NF EN 1097-6	2.10	2.29	2.27
Masse volumique réelle saturée – M <sub>Vssd</sub> (Mg/m <sup>3</sup> )	NF EN 1097-6	2.30	2.42	2.39
Absorption d'eau – Ab/WA24 (%)	NF EN 1097-6	9.8/-	-/5.6	-/5.4
Teneur en eau – w (%)	NF EN 1097-5	8.8	3.5	3.8
Teneur en fines – f (%)	NF EN 933-1	3.2	0.9	0.7
Module de finesse – MF	NF EN 933-1	3.09	/	/
Equivalent de sable – SE10 (%)	NF EN 933-8	68	/	/
Valeur au bleu de méthylène – MB (g/kgO <sub>2</sub> )	NF EN 933-9	0.7	/	/
Coefficient d'aplatissement – FI (-)	NF EN 933-3	/	6	5
Résistance à la fragmentation (Los Angeles) – LA (%) <sup>8</sup>	NF EN 1097-2	/	30	30
Résistance à l'usure (en humide) – MDE (%) <sup>8</sup>	NF EN 1097-1	/	23	23
Friabilité des sables – FS (%) <sup>9</sup>	NF P 18 -576	28	/	/
Impuretés Prohibées – ImP (%)	NF P 18-545	0.607	/	/
Resistance au gel/dégel – F (%)	NF EN 1367-1	/	3.3	9.6

Les figures suivantes (Figure 1 & Figure 2) résument les granulométries des matériaux livrés au CTG qui ont été itérés deux fois pour chaque granulat sur des prises d'échantillons distinctes.

<sup>8</sup> Sur la classe granulaire 6.3/10 mm pour les gravillons 4/10, sur la classe granulaire 10/14 mm pour les gravillons 6.3/20 et 10/20.

<sup>9</sup> Sur la classe granulaire 0.2/4 mm

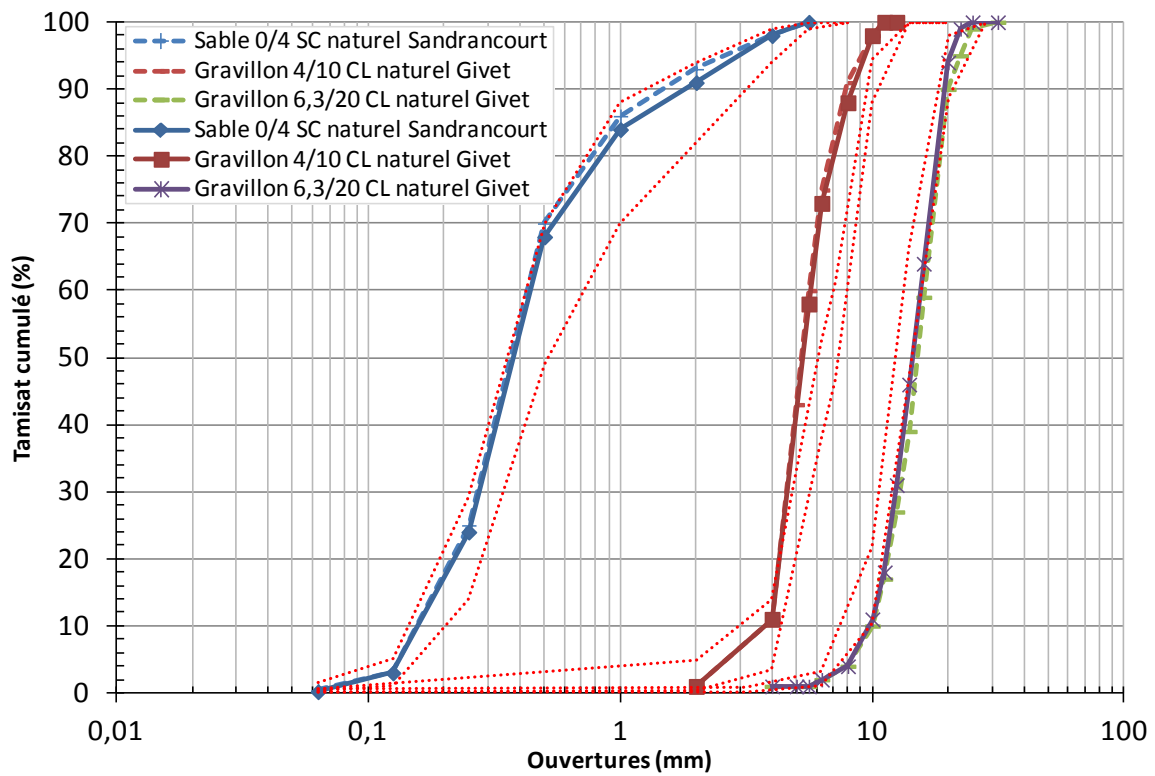


Figure 1 - Courbes granulométriques des granulats naturels livrés au CTG ainsi que les fuseaux de production associés

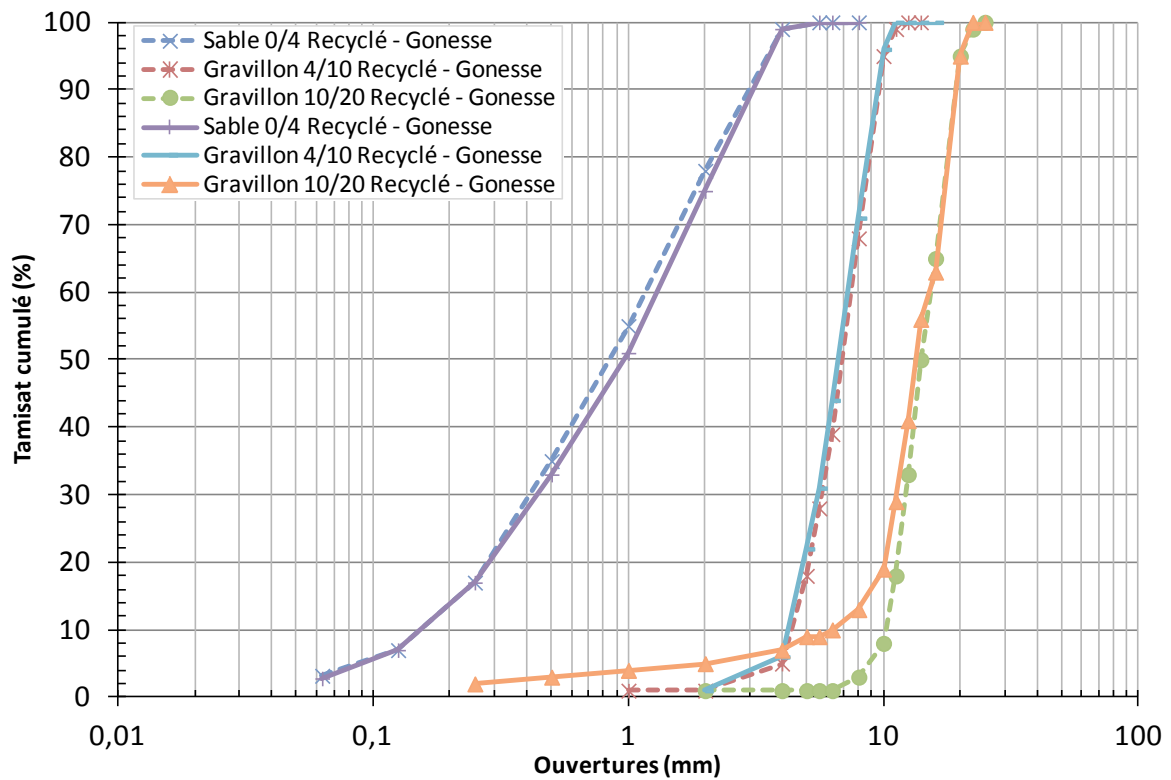


Figure 2 - Courbes granulométriques des granulats recyclés livrés au CTG



Les résultats d'analyse révèlent que :

- Le sable naturel est un sable moyen ( $2.8 < MF < 3.2$ ) ;
- Les courbes étant très proches, les big-bags livrés au CTG sont homogènes (pas de ségrégation) en ce qui concerne les granulats naturels, le sable recyclé et le gravillon 4/10 recyclé ;
- La courbe granulométrique du gravillon 4/10 Cal CL Givet n'entre que partiellement dans le fuseau de production défini dans la Fiche Technique Produit (FTP) disponible sur la plateforme collaborative du Projet National RECYBETON (cf. annexe) ;
- Une variation de la teneur en éléments fins sur le gravillon 10/20 recyclé est observée entre les deux prises d'échantillons effectuées sur ce granulats.  
Plusieurs causes sont envisageables :
  - La plus probable reste que cette variation de teneur en fines est liée à une forte friabilité interne des granulats recyclés lors des opérations de tamisage,
  - Il est aussi à évoquer que, après enquête de l'UNPG auprès de la plateforme de Gonesse, il est apparu qu'au début de la fabrication des granulats, fin 2012, un incident sur le crible de la plateforme est survenu. Il a été rapidement résolu, mais une partie des produits affectés par cet incident avaient déjà été conditionnés et expédiés.

### 3.2. Classification des constituants des granulats recyclés (NF EN 933-11)

Cette norme est basée sur un tri visuel. Elle permet une classification des produits en fonction de teneurs pondérales ou volumétriques. Le Tableau 4 présente les résultats de la classification des constituants des granulats recyclés reçus au CTG.

Tableau 4 – Classification des constituants des granulats recyclés selon la norme NF EN 933-11

Désignation	Norme/Méthode d'essai	Sable 0/4 Recyclé - Gonesse	Gravillon 4/10 Recyclé - Gonesse	Gravillon 10/20 Recyclé - Gonesse
Particules Flottantes – FL (V en cm <sup>3</sup> )	NF EN 933-11	/	1	0
Béton, produits à base de béton, mortier, éléments de maçonnerie en béton – Rc (%)	NF EN 933-11	/	80	94
Granulats non liés, Pierre naturelle, granulats traités aux liants hydrauliques – Ru (%)	NF EN 933-11	/	18	3
Eléments en terre cuite, maçonnerie en silicate de calcium, béton cellulaire non flottant – Rb (%)	NF EN 933-11	/	1	0
Matériaux bitumineux – Ra (%)	NF EN 933-11	/	1	2
Matériaux cohérents, métaux, bois, matière plastique et caoutchouc non flottants, plâtre – X (%)	NF EN 933-11	/	0	0
Verre – Rg (%)	NF EN 933-11	/	0	0
Influence des matériaux solubles dans l'eau des granulats recyclés sur le temps de prise de la pâte de ciment – A (min)	NF EN 1744-6	23	5	1

### 3.3. Codification des granulats selon les normes NF EN 12620, NF P 18-545 et NF EN 13242

Le Tableau 5 et le Tableau 6 présentent la codification des granulats recyclés et des granulats naturels reçus au CTG.

Tableau 5 – Codification des granulats recyclés selon les normes NF EN 12620 et NF P 18-545, NF EN 13242 – essais physiques et mécaniques

Désignation	Norme/Méthode d'essai	Sable 0/4 Recyclé - Gonesse	Gravillon 4/10 Recyclé - Gonesse	Gravillon 10/20 Recyclé - Gonesse
Particules Flottantes – FL <sup>10</sup> (V en cm <sup>3</sup> )	NF EN 933-11	/	FL <sub>2-</sub>	FL <sub>0,2-</sub>
Béton, produits à base de béton, mortier, éléments de maçonnerie en béton – Rc (%)	NF EN 933-11	/	Rc80	Rc90
Rc+Ru	NF EN 933-11	/	Rcu95	Rcu95
Eléments en terre cuite, maçonnerie en silicate de calcium, béton cellulaire non flottant – Rb (%)	NF EN 933-11	/	Rb <sub>10-</sub>	Rb <sub>10-</sub>
Matériaux bitumineux – Ra (%)	NF EN 933-11	/	Ra <sub>1-</sub>	Ra <sub>5-</sub>
X+Rg (%)	NF EN 933-11	/	XRg <sub>0,5-</sub>	XRg <sub>0,5-</sub>
Caractéristiques complémentaires applicables aux granulats recyclés – CR (-)	NF EN 933-11	/	CRC	CRC
Absorption d'eau – Ab/WA24 (%)	NF EN 1097-6	Ab <sub>D</sub>	Ab <sub>C</sub>	Ab <sub>C</sub>
Teneur en fines – f (%)	NF EN 933-1	f <sub>10</sub>	f <sub>1,5</sub>	f <sub>1,5</sub>
Equivalent de sable – SE10 (%)	NF EN 933-8	P <sub>A</sub>	/	/
Valeur au bleu de méthylène – MB (g/kg02)	NF EN 933-9	P <sub>A</sub>	/	/
Coefficient d'aplatissement – FI (-)	NF EN 933-3	/	FI <sub>A</sub> / FI <sub>20</sub>	FI <sub>A</sub> / FI <sub>20</sub>
Résistance à la fragmentation (Los Angeles) – LA (%) <sup>11</sup>	NF EN 1097-2	/	LA <sub>30</sub>	LA <sub>30</sub>
Résistance à l'usure (en humide) – MDE (%) <sup>11</sup>	NF EN 1097-1	/	M <sub>DE</sub> 25	M <sub>DE</sub> 25
Résistance au gel/dégel – F (%)	NF EN 1367-1	/	F <sub>4</sub>	F <sub>9,6</sub>

<sup>10</sup> Il est à noter que la catégorie FL<sub>0,2-</sub> est uniquement prévue pour des applications spéciales nécessitant une finition de surface de haute qualité. En outre, cette valeur d'essai est majoritairement utile dans le cadre des techniques routières.

<sup>11</sup> Sur la classe granulaire 6.3/10 mm pour les gravillons 4/10, sur la classe granulaire 10/14 mm pour les gravillons 6.3/20 et 10/20.

Tableau 6 – Codification des granulats naturels selon les normes NF EN 12620 et NF P 18-545, NF EN 13242 – essais physiques et mécaniques

Désignation	Norme/Méthode d'essai	Sable 0/4 SC naturel Sandrancourt	Gravillon 4/10 CL naturel Givet	Gravillon 6,3/20 CL naturel Givet
Absorption d'eau – Ab/WA24 (%)	NF EN 1097-6	Ab <sub>A</sub>	Ab <sub>A</sub>	Ab <sub>A</sub>
Teneur en fines – f (%)	NF EN 933-1	f <sub>1.5</sub>	f <sub>1.5</sub>	f <sub>1.5</sub>
Equivalent de sable – SE10 (%)	NF EN 933-8	P <sub>A</sub>	/	/
Valeur au bleu de méthylène – MB (g/kgO2)	NF EN 933-9	P <sub>A</sub>	/	/
Coefficient d'aplatissement – FI (-)	NF EN 933-3	/	FI <sub>A</sub> / FI <sub>20</sub>	FI <sub>A</sub> / FI <sub>15</sub>
Résistance à la fragmentation (Los Angeles) – LA (%) <sup>12</sup>	NF EN 1097-2	/	LA <sub>20</sub>	LA <sub>15</sub>
Résistance à l'usine – MDE (%) <sup>12</sup>	NF EN 1097-1	/	M <sub>DE</sub> 25	M <sub>DE</sub> 20
Résistance au gel/dégel – F (%)	NF EN 1367-1	/	F <sub>1</sub>	F <sub>1</sub>

### 3.4. Caractérisation chimique des granulats

Le Tableau 7 rappelle les résultats obtenus respectivement sur le sable recyclé, le gravillon 4/10 recyclé et le gravillon 10/20 recyclé.

Tableau 7 – Synthèse des résultats de caractérisation chimique des granulats recyclés

Désignation	Norme/ méthode d'essai	Symbole	Sable 0/4 Recyclé - Gonesse	Gravillon 4/10 Recyclé - Gonesse	Gravillon 10/20 Recyclé - Gonesse
Alcalins solubles (%)	Méthode LPC n° 37	Na <sub>2</sub> O éq.	0.0305	0.0121	0.0151
Chlorures solubles dans l'acide (%)	NF EN 1744-5	Ca	0.01	0.01	0.009
Chlorures solubles dans l'eau (%)	NF EN 1744-1§8	C	0.0015	<0.0003 <sup>13</sup>	0.0004
Soufre total (exprimé en %S)	NF EN 1744-1§11	S	0.20	0.13	0.30
Sulfates solubles dans l'acide (%)	NF EN 1744-1§12	AS	0.59	0.35	0.85
Sulfates solubles dans l'eau (%)	NF EN 1744-1§10.2	SS	0.21	0.16	0.56
Perte au feu (%)	NF EN 1744-1§17	PF	18.42	14.50	16.67
Analyse chimique élémentaire (%)	ISO 29581-2	SiO <sub>2</sub>	51.17	62.42	54.22
Polluants organiques (-)	NF EN 1744-1§15.1	PO	Négatif	/	/
Influence des matériaux solubles dans l'eau des granulats recyclés sur le temps de prise de la pâte de ciment (min)	NF EN 1744-6	A	23.2	5.4	1.2

<sup>12</sup> Sur la classe granulaire 6.3/10 mm pour les gravillons 4/10, sur la classe granulaire 10/14 mm pour les gravillons 6.3/20 et 10/20.

<sup>13</sup> Les résultats de type "<" sont des limites de quantification. Les éléments de traçabilité sont disponibles sur demande.

Il ressort de l'ensemble des essais réalisés sur les granulats recyclés réceptionnés que :

- la teneur en sulfates solubles du sable est nettement plus élevée que celles relevées sur les gravillons recyclés ;
- La teneur en chlorures dans l'eau du sable est très supérieure à celles mesurées sur les gravillons alors que les niveaux de chlorures dans l'acide sont similaires pour les 3 granulats recyclés ;
- l'influence sur le temps de prise de la pâte de ciment est plus marquée sur le sable que sur les gravillons.

Les différentes mesures effectuées sur les trois granulats naturels sont recensées dans le Tableau 8, le Tableau 9 et le Tableau 10.

**Tableau 8 - Synthèse des résultats d'essais chimiques réalisés sur le Sable 0/4 naturel - Sandrancourt**

Désignation	Norme/ méthode d'essai	Symbole	mesure	FTP
Alcalins solubles (%)	Méthode LPC n° 37	Na <sub>2</sub> O éq.	0.0029	0.0042
Chlorures solubles dans l'eau (%)	NF EN 1744-1§8	C	< 0.0003	0.0003 <sup>14</sup>
Soufre total (exprimé en %S)	NF EN 1744-1§11	S	0.02	0.012
Sulfates solubles dans l'acide (si S>0.08%) (%)	NF EN 1744-1§12	AS	/	/
Perte au feu (%)	EN 1744-1§17	PF	6.24	/
Analyse chimique élémentaire (%)	ISO 29581-2	SiO <sub>2</sub>	83.66	/
Polluants organiques (-)	NF EN 1744-1§15.1	PO	Négatif	/

**Tableau 9 - Synthèse des résultats d'essais chimiques réalisés sur le Gravillon 4/10 CL naturel - Givet**

Désignation	Norme/ méthode d'essai	Symbole	mesure	FTP
Alcalins solubles (%)	Méthode LPC n° 37	Na <sub>2</sub> O éq.	0.0012	0.0012
Chlorures solubles dans l'eau (%)	NF EN 1744-1§8	C	< 0.0003	0.024
Soufre total (exprimé en %S)	NF EN 1744-1§11	S	0.52	0.36
Sulfates solubles dans l'acide (si S>0.08%) (%)	NF EN 1744-1§12	AS	0.05	0.013
Perte au feu (%)	NF EN 1744-1§17	PF	36.85	/
Analyse chimique élémentaire (%)	ISO 29581-2	SiO <sub>2</sub>	10.91	/

**Tableau 10 - Synthèse des résultats d'essais chimiques réalisés sur le Gravillon 6,3/20 CL naturel - Givet**

Désignation	Norme/ méthode d'essai	Symbole	mesure	FTP
Alcalins solubles (%)	Méthode LPC n° 37	Na <sub>2</sub> O éq.	0.0024	0.0012
Chlorures solubles dans l'eau (%)	NF EN 1744-1§8	C	< 0.0003	0.024
Soufre total (exprimé en %S)	NF EN 1744-1§11	S	0.52	0.36
Sulfates solubles dans l'acide (si S>0.08%) (%)	NF EN 1744-1§12	AS	0.01	/
Perte au feu (%)	NF EN 1744-1§17	PF	37.31	/
Analyse chimique élémentaire (%)	ISO 29581-2	SiO <sub>2</sub>	54.22	/

<sup>14</sup> Article de la norme NF EN 1744-1 non précisé : il peut s'agir de l'article §7 ou §8 ou §9.

Les résultats obtenus pour les granulats naturels sont en bon accord avec les Fiches Techniques Produit. Il est à souligner que les valeurs de chlorures solubles dans l'eau des gravillons reçus au CTG sont très inférieures aux valeurs spécifiées dans les Fiches Techniques Produit disponibles sur la plateforme collaborative.

Compte tenu de l'incertitude de mesure des essais de dosage des alcalins solubles, soufre total et sulfates solubles dans l'acide des granulats naturels, les valeurs relevées sont proches.

### 3.1. Codification des granulats selon les normes NF EN 12620, NF P 18-545 et NF EN 13242

Le Tableau 11 présente la codification des granulats recyclés reçus au CTG.

Tableau 11 – Essais chimiques – Codification des granulats recyclés selon NF EN 12620 et NF P 18-545, NF EN 13242

Désignation	Norme/Méthode d'essai	Sable 0/4 Recyclé - Gonesse	Gravillon 4/10 Recyclé - Gonesse	Gravillon 10/20 Recyclé - Gonesse
Teneur en soufre total – S (%)	NF EN 1744-1§11	S <sub>1</sub>	S <sub>1</sub>	S <sub>1</sub>
Teneur en sulfates solubles dans l'acide – AS (%)	NF EN 1744-1§12	AS <sub>0,8</sub>	AS <sub>0,8</sub>	AS <sub>0,85</sub>
Teneur en sulfates solubles dans l'eau – SS <sup>15</sup> (%)	NF EN 1744-1§10.2	SS <sub>0,7</sub> /SS <sub>B</sub>	SS <sub>0,2</sub> /SS <sub>B</sub>	SS <sub>0,7</sub> /SS <sub>D</sub>
Influence des matériaux solubles dans l'eau des granulats recyclés sur le temps de prise de la pâte de ciment – A (min)	NF EN 1744-6	A <sub>40</sub> / A <sub>C</sub>	A <sub>10</sub> / A <sub>B</sub>	A <sub>10</sub> / A <sub>B</sub>

Le Tableau 12 fournit la codification des granulats naturels reçus au CTG.

Tableau 12 – Essais chimiques – Codification des granulats naturels selon NF EN 12620 et NF P 18-545, NF EN 13242

Désignation	Norme/Méthode d'essai	Sable 0/4 SC naturel Sandrancourt	Gravillon 4/10 CL naturel Givet	Gravillon 6,3/20 CL naturel Givet
Teneur en soufre total – S (%)	NF EN 1744-1§11	S <sub>1</sub>	S <sub>1</sub>	S <sub>1</sub>
Teneur en sulfates solubles dans l'acide – AS (%)	NF EN 1744-1§12	/	AS <sub>0,2</sub>	AS <sub>0,2</sub>

<sup>15</sup> Les sulfates solubles dans l'eau dosés selon la norme NF EN 1744-1 sont principalement des sulfates potentiellement actifs (ex : plâtre).

## 4. Analyse des grandeurs mesurées

### 4.1. Documents de référence

La méthodologie employée pour la détermination de la justesse, de la fidélité et de l'incertitude de mesure est fondée sur les textes suivants :

- NF ISO 5725 « Exactitude (justesse et fidélité) des résultats et méthodes de mesure »,
- NF ENV 13005 « Guide pour l'expression de l'incertitude de mesure ».

Les modes opératoires des essais mis en œuvre dans cette campagne s'appuient sur les normes applicables aux granulats naturels et/ou recyclés rappelés dans le Tableau 1. Les essais ont été réalisés sur l'ensemble des granulats reçus au CTG.

### 4.2. Méthodologie statistique

Les résultats ont été analysés selon la norme NF ISO 5725-2 pour la détermination de la justesse et de la fidélité. L'objectif est de déterminer pour chaque essai la moyenne et les écarts types de répétabilité  $\sigma_r$  et de fidélité intermédiaire aussi appelé reproductibilité intra laboratoire  $s_{10}$  des résultats de l'essai dans la mesure où un seul laboratoire est engagé.

Avant leur utilisation, les résultats quantitatifs ont été statistiquement examinés en vue d'évaluer une éventuelle présence de valeurs aberrantes<sup>16</sup> ou de valeurs suspectes. Aidé par la notion de test de discordance, il est possible de se rendre compte des différences dans la manière de définir les termes de valeur aberrante et valeur suspecte. Une valeur suspecte correspond à une valeur douteuse qui n'est pas jugée comme aberrante suite à la réalisation d'un test de discordance tandis que le terme valeur aberrante correspond à une valeur étonnamment extrême qui est statistiquement discordante.

La valeur suspecte correspond donc à une valeur moins extrême qu'une valeur aberrante. Ce terme de valeur suspecte est exploité dans la norme ISO 5725 concernant l'utilisation de tests de détection de valeurs aberrantes (test de Cochran ou test de Grubbs) lors d'application de méthodes statistiques pour la maîtrise de la qualité et spécifiquement pour la détermination de la répétabilité et la fidélité intermédiaire d'une méthode de mesure.

Il s'agit de calculer les deux grandeurs suivantes (statistiques de Mandel) pour chaque opérateur  $j$  :

$$h_{ij} = \frac{\bar{y}_{ij} - \hat{m}_j}{\sqrt{\frac{1}{(p_j - 1)} \sum_{i=1}^{p_j} (\bar{y}_{ij} - \hat{m}_j)^2}},$$

avec

- $\bar{y}_{ij}$  la moyenne de chaque opérateur  $i$  pour chaque matériau  $j$
- $\hat{m}_j$  la moyenne générale pour chaque matériau  $j$
- $p_j$  le nombre d'opérateur pour chaque matériau  $j$

appelée ici cohérence inter-opérateur et

---

<sup>16</sup> valeur aberrante: une observation qui semble dévier de façon marquée par rapport à l'ensemble des autres membres de l'échantillon dans lequel il apparaît.

$$k_{ij} = \frac{s_{ij} \sqrt{p_j}}{\sqrt{\sum s_{ij}^2}}$$

avec  $s_{ij}$  la dispersion de chaque laboratoire  $i$  pour chaque matériau  $j$  et appelée cohérence intra-laboratoire.

La grandeur  $h$  permet de comparer les moyennes de chaque opérateur entre eux et par rapport à la moyenne générale. La grandeur  $k$  donne quant à elle une idée de la dispersion des résultats de chacun des opérateurs. Les représentations graphiques de  $h$  et de  $k$  en fonction des opérateurs sont données avec des seuils critiques à 5% et 1% d'acceptation. Ces seuils critiques sont des valeurs tabulées des statistiques de Mandel, au-delà desquelles il faut rechercher l'existence de valeurs suspectes ou aberrantes. Dans la méthode, aucune décision sur un laboratoire n'est prise avec les graphiques des cohérences statistiques. Seuls les tests statistiques de Cochran et Grubbs permettent de critiquer les résultats d'un laboratoire.

Si la statistique du test est supérieure à sa valeur critique au seuil de 1 %, l'observation est une valeur aberrante tandis que si elle est supérieure à sa valeur critique au seuil de 5 % et inférieure ou égale à sa valeur critique au seuil de 1 %, l'observation est considérée comme suspecte.

### 4.3. Interprétation statistique des essais

#### 4.3.1. Caractéristiques chimique des granulats recyclés

Le Tableau 13, le Tableau 14 et le Tableau 15 rappellent les résultats obtenus respectivement sur le sable recyclé, le gravillon 4/10 recyclé et le gravillon 10/20 recyclé.

Tableau 13 – Synthèse des résultats d'essais chimiques réalisés sur le Sable 0/4 Recyclé - Gonesse

Désignation	Norme/ méthode d'essai	Symbole	Valeur moyenne	$\sigma_r$ <sup>17</sup>	$s_{i0}$ <sup>18</sup>	Coefficient de variation CV <sup>19</sup> (%)
Chlorures solubles dans l'acide (%)	NF EN 1744-5	Ca	0.01	0.007	0.007	54.5
Sulfates solubles dans l'acide (%)	NF EN 1744-1§12	AS	0.59	/	/	5.4
Sulfates solubles dans l'eau (%)	NF EN 1744-1§10.2	SS	0.21	0.034	0.035	16.8
Influence des matériaux solubles dans l'eau des granulats recyclés sur le temps de prise de la pâte de ciment (min)	NF EN 1744-6	A	23.2	5.2	21.7	43.3

<sup>17</sup>  $\sigma_r$  écart-type de répétabilité

<sup>18</sup>  $s_{i0}$  écart-type de de reproductibilité intra-laboratoire

<sup>19</sup> CV =  $s_{i0}$  / moyenne

Tableau 14 - Synthèse des résultats d'essais chimiques réalisés sur le Graviton 4/10 Recyclé - Gonesse

Désignation	Norme/ méthode d'essai	Symbole	Valeur moyenne	$\sigma_r^{20}$	$s_{i00}^{21}$	Coefficient de variation CV <sup>22</sup> (%)
Chlorures solubles dans l'acide (%)	NF EN 1744-5	Ca	0.01	0.009	0.018	87.9
Sulfates solubles dans l'acide (%)	NF EN 1744-1§12	AS	0.35	/	/	18.5
Sulfates solubles dans l'eau (%)	NF EN 1744-1§10.2	SS	0.16	0.028	0.028	16.5
Influence des matériaux solubles dans l'eau des granulats recyclés sur le temps de prise de la pâte de ciment (min)	NF EN 1744-6	A	5.4	3.9	8.9	17.8

Tableau 15 - Synthèse des résultats d'essais chimiques réalisés sur le Graviton 10/20 Recyclé - Gonesse

Désignation	Norme/méthode d'essai	Symbole	Valeur moyenne	$\sigma_r$	$s_{i0}$	Coefficient de variation CV (%)
Chlorures solubles dans l'acide (%)	NF EN 1744-5	Ca	0.009	0.005	0.006	67.6
Sulfates solubles dans l'acide (%)	NF EN 1744-1§12	AS	0.85	/	/	7.5
Sulfates solubles dans l'eau (%)	NF EN 1744-1§10.2	SS	0.56	0.052	0.053	9.5
Influence des matériaux solubles dans l'eau des granulats recyclés sur le temps de prise de la pâte de ciment (min)	NF EN 1744-6	A	1.2	3.4	3.8	7.6

Il ressort de l'ensemble des essais réalisés sur les granulats recyclés réceptionnés que :

- Les déterminations du dosage des chlorures dans l'acide et des sulfates solubles sont peu précises ;
- Les résultats d'analyse ne soulignent pas d'effet notable des granulats recyclés livrés au CTG sur l'évolution du temps de prise des ciments compte tenu des incertitudes de mesures relevées. De plus, l'essai appliqué aux granulats recyclés est peu précis car l'incertitude de mesure est du même ordre de grandeur que la mesure elle-même.

Il est à noter que le mode opératoire actuellement en vigueur pour la détermination du dosage en sulfates solubles dans l'acide est d'une application difficile.

En outre, l'essai de caractérisation du temps de prise étant celui précisé dans la norme NF EN 196-3, il convient de souligner que la différence critique entre deux mesures de temps de prise est de 50

<sup>20</sup>  $\sigma_r$  écart-type de répétabilité

<sup>21</sup>  $s_{i0}$  écart-type de de reproductibilité intra-laboratoire

<sup>22</sup> CV =  $s_{i0}$  / moyenne



min selon la campagne d'essais inter-laboratoires ATILH 2009 pratiquée sur un ciment présentant un temps de prise similaire à celui utilisé lors de la campagne de caractérisation mise en œuvre au CTG. Il apparaît donc que les différents seuils définis dans les normes NF P 18-545§9.6.4 et NF EN 12620§6.4.1 ne semblent pas suffisamment discriminants.

#### **4.4. Alkali réaction**

L'analyse de la réactivité des granulats à l'alcali-réaction est réalisée en suivant le fascicule FD 18-542 : « Critères de qualification des granulats naturels pour béton hydraulique vis-à-vis de l'alcali-réaction ».

La caractérisation des granulats vis-à-vis de l'alcali-réaction est faite sur des échantillons préparés conformément à la norme NF EN 932-2.

La réactivité d'un granulat est jugée à partir d'essais décrits dans la norme XP P 18-594. Le choix a été fait de mettre en œuvre l'ensemble des essais décrits dans la norme à l'exception de l'essai cinétique chimique (XP P 18-594§5.3), quel que soit le résultat des essais situés en amont dans le logigramme du FD P 18-542.

Il convient, dès à présent, de rappeler l'avant propos de la norme XP P 18-594 :

- « Par rapport aux normes précédentes, ce document reprend pour l'essentiel en les améliorant les procédures de qualification des granulats. Il demande une prise en compte de la nature pétrographique. Il offre ensuite la possibilité d'une qualification rapide mais quelquefois trop sécuritaire ou d'une qualification à long terme mais plus proche du comportement réel dans les ouvrages. Ceci conduit à une amélioration significative des essais précédents. »

Il est également à noter que la norme NF P 18-545 fournit la remarque suivante :

- « pour les granulats recyclés, il convient de considérer les matériaux comme potentiellement réactifs (PR), à moins que leur non-réactivité n'ait été faite. Dans les deux cas, il conviendra de prendre en considération la possibilité d'une variabilité imprévue de la composition de ces matériaux. »

La démarche de qualification de la réactivité d'un granulat ou d'un mélange granulaire est schématisée sur la Figure 3.

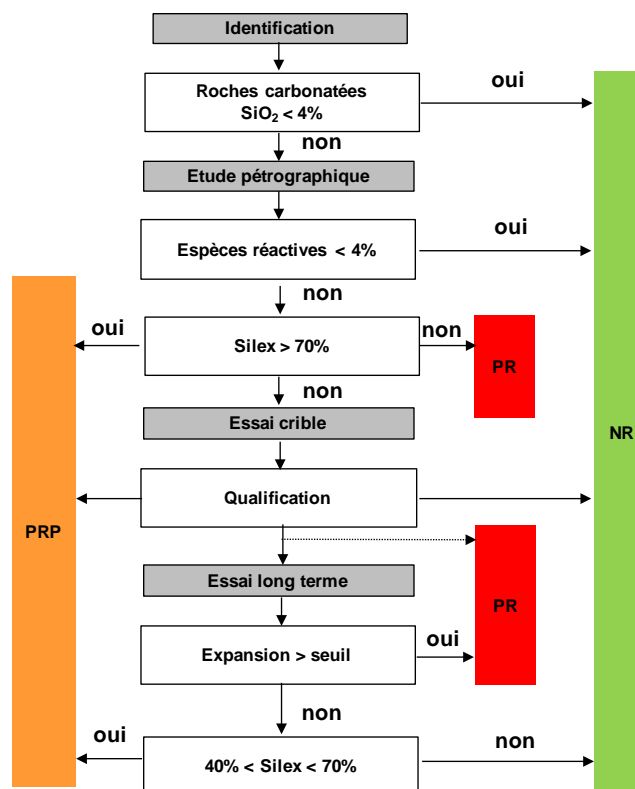


Figure 3 - démarche de qualification de qualification de granulats vis-à-vis de l'alcali-réaction selon le fascicule FD 18-542  
« Suivant les informations recueillies, la qualification pourra être obtenue directement, ou en mettant en œuvre l'essai crible, ou en ayant recours à l'essai long terme. »

Si le matériau contient des silex, des jaspes ou des radiolarites, trois cas possibles dans le cadre de l'essai à long terme sont décrits dans le Tableau 16:

Tableau 16 - Critère de qualification à considérer dans le cadre de l'essai à long terme

Qualification	Critères
NR ou PR	teneur en silex < 40 %
PR ou PRP	40 % < teneur en silex < 70 %
PRP	70 % < teneur en silex

Il est à noter que :

- « lorsque la qualification « PR » est obtenue, l'essai long terme peut être lancé pour qualifier définitivement le granulat ;
- lorsque l'essai crible rapide de qualification fournit un résultat de mesure se situant à moins de 10 % de la limite granulat non réactif/granulat potentiellement réactif, il est nécessaire de le confirmer par une autre mesure ou de qualifier le matériau à l'aide de l'essai à long terme ».

« D'une façon générale, lorsqu'il n'y a pas concordance entre les conclusions des analyses chimiques, minéralogiques ou pétrographiques et les résultats de l'essai crible ou en cas de divergence entre une qualification initiale et une qualification destinée à un chantier donné, il est nécessaire de procéder à l'essai long terme. »

#### 4.4.1. Analyse pétrographique

Le Tableau 17 montre la répartition des différents éléments présents au sein des granulats livrés au CTG obtenue par observation au microscope polarisant sur lame mince.

Tableau 17 – Analyse pétrographique des granulats livrés au CTG (réalisées au microscope polarisant sur lames minces)

Type d'essai	Désignation	Sable 0/4 SC naturel Sandrancourt	Gravillon 4/10 CL naturel Givet	Gravillon 6,3/20 CL naturel Givet	Sable 0/4 Recyclé	Gravillon 4/10 Recyclé	Gravillon 10/20 Recyclé
Pétrographie NF EN 932-3	% silice crypto cristalline	5	3	3	13	31	26
	% quartz	80	3	3	20	24	10
	% matrice cimentaire	/	/	/	59	40	60
	% calcaire	15	90	90	8	5	4
	% minéral phylliteux <sup>23</sup>	/	4	4	/	/	/
	% Teneur en silice	< 40%	< 40%	< 40%	< 40%	< 40%	< 40%
	Qualification	PR	NR	NR	PR	PR	PR
FTP	Qualification	PR	NR	NR	/	/	/

Les résultats d'analyse révèlent que :

- le Sable 0/4 SC naturel Sandrancourt est de nature silico-calcaire avec une teneur en silice crypto cristalline significative aussi appelé silice réactive ;
- le gravillon 4/10 CL naturel Givet et le gravillon 6,3/20 CL naturel Givet ont des gravillons calcaire de même nature présentant une faible teneur en silice réactive;
- le sable et les gravillons recyclés sont de nature silico-calcaire possédant une teneur en silice réactive supérieure à 4 %.

Les examens pétrographiques permettent de classer les gravillons naturels comme « NR ».

Si l'on se contente du résultat de l'examen pétrographique, le sable naturel et les granulats recyclés sont classés « PR ». Les essais cribles et à long terme peuvent être lancés pour s'assurer de la qualification de ces granulats.

#### 4.4.2. Essais cribles (XP P 18-594§5)

Les essais cribles mis en œuvre ici sont des essais qui qualifient avec certitude la non-réactivité d'un granulat, mais l'accélération imposée par la procédure opératoire se traduit par une forte agressivité vis-à-vis du matériau.

De ce fait, la réactivité réelle, telle qu'elle pourra se développer dans le béton est éventuellement surestimée.

En outre, l'essai cinétique chimique (XP P 18-594§5.3) n'est pas mise en œuvre dans cette campagne d'essais (essai souvent délaissé au profit des essais par autoclavage ou micro mortier).

<sup>23</sup> s'apparente ou se compose de minéraux de type phyllosilicates

### a) Essai sur mortier par autoclavage (XP P 18-594§5.1)

Le critère de non-réactivité est fixé à une expansion inférieure à 0,15 % sur la moyenne de trois éprouvettes (cf. Tableau 18).

Les potentialités d'expansion des granulats au contact des alcalins sont déterminées par la mesure de variations dimensionnelles dans un essai de gonflement d'éprouvettes de mortier après autoclavage pendant 5 h à la température de 127 °C et à la pression relative de 0,15 MPa en milieu suralcalinisé.

Tableau 18 - Critère de qualification de l'essai sur mortier par autoclavage

Qualification	Critères	
NR	Allongement inférieur à 0,15 % sur la moyenne des 3 résultats	
PRP	Allongement supérieur ou égal à 0,15 % sur la moyenne des 3 résultats	le résultat à C/G = 1,25 est supérieur de plus de 10 % au résultat à C/G = 0,5
PR	Allongement supérieur ou égal à 0,15 % sur la moyenne des 3 résultats	Ne satisfait pas aux critères NR ou PRP.

### b) Essai sur micro mortier - Essai microbar (XP P 18-594§5.2)

Le Tableau 19 présente le critère de non-réactivité.

La réactivité potentielle des granulats vis-à-vis des alcalis du béton est mesurée par des essais de gonflement d'éprouvettes de mortier soumises à des cures successives dans la vapeur d'eau, puis à l'autoclave à 150 °C dans une solution de potasse.

Parmi les trois résultats à C/G = 2, 5 et 10, l'expansion la plus élevée est retenue pour évaluer la réactivité du granulat testé.

Tableau 19 - Critère de qualification de l'essai sur micro mortier

Qualification	Critères	
NR	Allongement inférieur à 0,11 % sur la moyenne des résultats représentatifs (4 au maximum) pour les deux rapports C/G.	
PRP	Sur la moyenne des résultats représentatifs (4 au maximum), allongement supérieur ou égal à 0,11 %	La valeur moyenne correspondant au rapport C/G = 5 est supérieure de plus de 10 % à celle correspondant au rapport C/G = 2
PR	Sur la moyenne des résultats représentatifs (4 au maximum), allongement supérieur ou égal à 0,11 %	Ne satisfait pas aux critères NR ou PRP.

### c) Résultats des essais cribles

Le Tableau 20 récapitule l'ensemble des essais de caractérisation de la réactivité des granulats reçus vis-vis de l'alcali réaction selon les seuls essais cribles pris indépendamment l'un de l'autre.

Tableau 20 – Synthèse des essais d'alcali réaction (essais à court terme)

Type d'essai	Désignation	Sable 0/4 SC naturel Sandrancourt	Gravillon 4/10 CL naturel Givet	Gravillon 6,3/20 CL naturel Givet	Sable 0/4 Recyclé	Gravillon 4/10 Recyclé	Gravillon 10/20 Recyclé
microbar XP P 18-594§5.2	C/G = 2	0,15	0,11	0,1	0,15	0,27	0,28
	C/G = 5	0,13	0,06	0,06	0,19	0,26	0,27
	C/G = 10	0,08	0,03	0,04	0,12	0,21	0,2
	Qualification	PR <sup>24</sup>	PR <sup>24</sup>	NR <sup>24</sup>	PRP <sup>24</sup>	PR <sup>24</sup>	PR <sup>24</sup>
Autoclave XP P 18-594§5.1	C/G = 0,5	0,252	0,139	0,092	0,111	0,368	0,298
	C/G = 1,25	0,26	0,112	0,073	0,254	0,459	0,419
	C/G = 2,5	0,206	0,088	0,058	0,208	0,344	0,376
	Qualification	PR <sup>24</sup>	NR <sup>24</sup>	NR <sup>24</sup>	PRP <sup>24</sup>	PRP <sup>24</sup>	PRP <sup>24</sup>

En ce qui concerne les granulats recyclés, il est à souligner que les essais cribles sont d'une application difficile pour les granulats recyclés testés. En effet, la forte absorption des granulats recyclés entraîne la confection de mortiers de consistance ferme à très ferme rendant la mise en place des éprouvettes d'essais délicate. Il apparaît que les formulations de mortier définies dans la norme XP P 18-594 semblent plus adaptées aux granulats de valeurs d'absorption d'eau voisines de celles rencontrées sur les granulats naturels ( $\leq 5\%$ ).

Si l'on se contente des résultats des seuls essais cribles, le gravillon 6,3/20 naturel est classé « NR ».

Pour les autres granulats :

- Le sable naturel est classé « PR » ;
- Le sable recyclé est classé « PRP » ;
- Les gravillons recyclés sont classés « PR » par l'essai microbar et « PRP » par l'essai autoclave ;
- Le gravillon naturel 4/10 est classé « PR » par l'essai microbar et « NR » par l'essai autoclave.

Dans tous ces cas, l'essai à long terme peut être lancé pour confirmer la qualification.

#### 4.4.3. Essai à long terme (XP P 18-594§6)

Le critère de Non-Réactivité est fixé à un allongement relatif moyen des 3 éprouvettes testées inférieur au seuil de 0,04 % à l'échéance de 8 mois (cf. Tableau 21).

La procédure opératoire permet de qualifier avec certitude la réactivité d'un granulats. Dans tous les cas, la qualification obtenue avec cette procédure opératoire doit être préférée à celle issue de l'essai crible.

<sup>24</sup> Les résultats présentés des essais cribles correspondent à l'application des critères de qualification relatifs à chaque essai pris indépendamment des autres essais d'alcali-réaction. Ils permettent de déterminer avec certitude le caractère non-réactif d'un granulats. Dans le cas contraire, ces essais doivent être confirmés par l'essai à long terme.

Tableau 21 - critère de qualification de l'essai à long terme

Qualification	Critères
NR	L'allongement relatif moyen des 3 éprouvettes est inférieur à 0,04 % à l'échéance de 8 mois et la teneur en silex est inférieure à 40%
PRP	L'allongement relatif moyen des 3 éprouvettes est inférieur à 0,04 % à l'échéance de 8 mois et la teneur en silex est supérieure à 40%
PR	L'allongement relatif moyen des 3 éprouvettes est supérieur ou égal à 0,04 % à l'échéance de 8 mois

Les essais à long terme, essais dont la durée est d'au moins 8 mois, ont été lancés et sont toujours en cours. Les résultats obtenus à échéance feront l'objet d'un autre rapport lorsque ces derniers seront disponibles.

Le Tableau 22 fournit les valeurs de déformation relative moyenne à l'échéance de 4 mois.

Tableau 22 - Déformation relative moyenne des éprouvettes 7x7x28 cm soumises à l'essai à long terme d'alcali-réaction

Désignation	Sable 0/4 SC naturel Sandrancourt	Gravillon 4/10 CL naturel Givet	Gravillon 6,3/20 CL naturel Givet	Sable 0/4 Recyclé	Gravillon 4/10 Recyclé	Gravillon 10/20 Recyclé
Déformation relative moyenne à 4 mois (%)	0,0171	0,0160	0,0141	0.0156	0.0148	0.0221
Variation de masse moyenne à 4 mois (%)	0.51	0.55	0.67	0.74	0.64	0.92

#### 4.4.4. Bilan provisoire des essais de qualification vis à vis de l'alcali-réaction

Le Tableau 23 rappelle l'ensemble des résultats d'essais de caractérisation de la réactivité des granulats reçus vis-vis de l'alcali réaction.

Tableau 23 – Qualification des granulats vis-à-vis de l'alcali réaction

Type d'essai	Norme/méthode d'essai	Sable 0/4 SC naturel Sandrancourt	Gravillon 4/10 CL naturel Givet	Gravillon 6,3/20 CL naturel Givet	Sable 0/4 Recyclé	Gravillon 4/10 Recyclé	Gravillon 10/20 Recyclé
Pétrographie	NF EN 932-3	PR	NR	NR	PR	PR	PR
Microbar	XP P 18-594§5.2	PR <sup>25</sup>	PR <sup>25</sup>	NR <sup>25</sup>	PRP <sup>25</sup>	PR <sup>25</sup>	PR <sup>25</sup>
Autoclave	XP P 18-594§5.1	PR <sup>25</sup>	NR <sup>25</sup>	NR <sup>25</sup>	PRP <sup>25</sup>	PRP <sup>25</sup>	PRP <sup>25</sup>
FTP	FD 18-542	PR	NR	NR	/	/	/
Essai long terme	XP P 18-594§6	En cours					

<sup>25</sup> Les résultats présentés des essais cribles correspondent à l'application des critères de qualification relatifs à chaque essai pris indépendamment des autres essais d'alcali-réaction. Ils permettent de déterminer avec certitude le caractère non-réactif d'un granulat. Dans le cas contraire, ces essais doivent être confirmés par l'essai à long terme.

D'ores et déjà, il est à préciser que les essais de qualification des granulats naturels pratiqués en suivant le logigramme du fascicule FD 18-542 sont en bon accord avec les fiches techniques produit : le sable naturel est qualifié « PR », les granulats naturels « NR ».

Il est à rappeler que selon le logigramme du fascicule FD 18-542, les essais cribles ou l'essai long terme sur les gravillons naturels ne devraient pas être mis en œuvre puisque la qualification de ces derniers est déjà déterminée lors de l'analyse pétrographique.

Il est à noter que la teneur en silex des différents granulats testés est inférieure à 40% ce qui exclut la qualification « PRP » des granulats. Or quatre des six essais cribles réalisés sur les granulats recyclés, analysés seuls, conduiraient à une qualification « PRP ».

La conduite de qualification des granulats vis-à-vis de l'alcali-réaction selon le Fascicule FD 18-542 et la norme XP P 18-594 sans réalisation de l'essai long terme ne permet pas une qualification complète des granulats recyclés.

En fonction de l'essai crible retenu dans la recherche de qualification, il pourrait être obtenu deux résultats différents ayant un impact non négligeable sur la formulation des bétons incluant ces granulats (gestion des granulats « PRP »).

Dans la mesure où les essais cribles sont des essais de qualification de la non-réactivité d'un granulat, il n'est pas surprenant d'observer la non-concordance de résultats d'essais à court terme. Il convient de souligner que seule la qualification à long terme plus proche du comportement réel dans les ouvrages est à retenir (cf. chapitre 4.4).

## 5. Conclusions

Le CTG Italcementi a été mandaté par le projet national Recybéton pour effectuer une étude de validité des normes d'essais sur les granulats recyclés sur trois coupures de granulats recyclés issus du thème 0 (0/4, 4/10 et 10/20, Rcu90 ou Rcu95). Une caractérisation des granulats naturels associés à ces derniers lors de la confection de béton de référence a également été réalisée sur trois coupures de granulats naturels (0/4, 4/10 et 6.3/20).

Les essais réalisés mis en œuvre sont ceux actuellement pratiqués et spécifiés dans les normes NF EN 12620, NF EN 13242 et NF EN 18-545.

Les résultats obtenus permettent de souligner les points suivants :

- les granulats naturels, le sable recyclé et le gravillon 4/10 recyclé livrés en big-bags au CTG sont homogènes ;
- La courbe granulométrique du gravillon 4/10 Cal CL Givet n'entre que partiellement dans le fuseau de production défini dans la Fiche Technique Produit ;
- Les résultats d'analyses pratiqués selon la norme NF EN 1744-6 ne montrent pas d'effet notable des granulats recyclés livrés au CTG sur l'évolution du temps de prise des ciments compte tenu des incertitudes de mesures relevées ;
- L'essai appliqué aux granulats recyclés réalisé selon la norme NF EN 1744-6 est peu précis car l'incertitude de mesure est du même ordre de grandeur que la mesure elle-même ;
- Les valeurs de chlorures solubles dans l'eau des gravillons naturels reçus au CTG sont inférieures aux valeurs spécifiées dans les Fiches Techniques Produit ;
- La détermination du dosage des chlorures dans l'acide est peu précise ;
- Les résultats obtenus pratiqués en suivant l'organigramme du fascicule FD 18-542 pour les granulats naturels sont en bon accord avec les Fiches Techniques Produit.
  - Les examens pétrographiques permettent de classer les gravillons naturels comme « NR ». Les essais cribles et/ou à long terme sont nécessaires pour s'assurer de la qualification « PR » du sable naturel,
- L'ensemble des essais du fascicule FD 18-542 sont requis pour qualifier les granulats recyclés.

En outre, l'essai de caractérisation du temps de prise étant celui précisé dans la norme NF EN 196-3, il convient de souligner que la différence critique entre deux mesures de temps de prise est supérieure au seuil de 40 min spécifié dans les normes NF P 18-545§9.6.4 et NF EN 12620§6.4.1 selon la campagne d'essais inter-laboratoires ATILH 2009 pratiquée sur un ciment présentant un temps de prise similaire à celui utilisé lors de la campagne de caractérisation mise en œuvre au CTG.



## 6. Références

### Normes de spécification

- NF EN 12620 - Granulats pour béton ;
- NF EN 13242 - Granulats pour matériaux traités aux liants hydrauliques et matériaux non traités utilisés pour les travaux de génie civil et pour la construction des chaussées ;
- NF P 18-545 - Granulats - Éléments de définition, conformité et codification ;

### Norme d'essais

- NF EN 932-2 - Essais pour déterminer les propriétés générales des granulats - Partie 2 : méthodes de réduction d'un échantillon de laboratoire.
- NF EN 933-1 - Essais pour déterminer les caractéristiques géométriques des granulats - Partie 1 : détermination de la granularité - Analyse granulométrique par tamisage ;
- NF EN 933-3 - Essais pour déterminer les caractéristiques géométriques des granulats - Partie 3 : détermination de la forme des granulats - Coefficient d'aplatissement ;
- NF EN 933-7 - Essais pour déterminer les propriétés géométriques des granulats - Partie 7 : détermination de la teneur en éléments coquilliers - Pourcentage des coquilles dans les gravillons ;
- NF EN 933-8 - Essais pour déterminer les caractéristiques géométriques des granulats - Partie 8 : évaluation des fines - Équivalent de sable ;
- NF EN 933-9 - Essai pour déterminer les caractéristiques géométriques des granulats - Partie 9 : qualification des fines - Essai au bleu de méthylène ;
- NF EN 933-11 - Essais pour déterminer les caractéristiques géométriques des granulats - Partie 11 : essai de classification des constituants de gravillons recyclés ;
- NF EN 1097-1 - Essais pour déterminer les caractéristiques mécaniques et physiques des granulats - Partie 1 : détermination de la résistance à l'usure (micro-Deval) ;
- NF EN 1097-2 - Essais pour déterminer les caractéristiques mécaniques et physiques de granulats - Partie 2 : méthodes pour la détermination de la résistance à la fragmentation ;
- NF EN 1097-6 - Essais pour déterminer les caractéristiques mécaniques et physiques des granulats - Partie 6 : détermination de la masse volumique réelle et du coefficient d'absorption d'eau ;
- NF EN 1367-1 - Essais de détermination des propriétés thermiques et de l'altérabilité des granulats - Partie 1 : détermination de la résistance au gel-dégel ;
- NF EN 1744-1 - Essais visant à déterminer les propriétés chimiques des granulats - Partie 1 : analyse chimique ;

- NF EN 1744-5 - Essais pour déterminer les propriétés chimiques des granulats - Partie 5 : détermination des sels chlorures solubles dans l'acide ;
- NF EN 1744-6 - Essais pour déterminer les propriétés chimiques des granulats - Partie 6 : détermination de l'influence d'un extrait de granulat recyclé sur le temps de prise initial du ciment ;
- NF P 18-576 - Granulats - Détermination du coefficient de friabilité du sable ;
- ISO 29581-2 - Méthodes d'essais des ciments - Analyse chimique des ciments - Partie 2 : analyse par spectrométrie de fluorescence X ;
- XP P 18-594 - Granulats - Méthodes d'essai de réactivité aux alcalis.

#### **Normes assurance qualité**

- NF ISO 5725-1 - Application de la statistique - Exactitude (justesse et fidélité) des résultats et méthodes de mesure - Partie 1 : principes généraux et définitions ;
- NF ISO 5725-2 - Application de la statistique - Exactitude (justesse et fidélité) des résultats et méthodes de mesure - Partie 2 : méthode de base pour la détermination de la répétabilité et de la reproductibilité d'une méthode de mesure normalisée ;
- NF ENV 13005 - Guide pour l'expression de l'incertitude de mesure.

#### **Fascicules**

- FD 18-542 - Granulats - Critères de qualification des granulats naturels pour béton hydraulique vis-à-vis de l'alcali-réaction ;
- FD P 18-663 - Granulats - Modalités d'application des normes NF EN d'essai sur les granulats.

#### **Méthodes d'essais**

- Méthode d'essai LPC n° 37 : Essais de granulats - Détermination des alcalins solubles dans l'eau de chaux.

## 7. Annexes

### Fiche technique produit

- Sable semi-concassé lavé 0/4 - Lafarge - Sandrancourt (78) ;
- Gravillon calcaire concassés 4/10 - Lafarge de Givet (08) ;
- Gravillon calcaire concassés 6,3/20 - Lafarge de Givet (08).

### Fiche de données de sécurité

- Granulats recyclés - DLB - Gonesse (95).

### Analyse statistiques des essais mis en œuvre

- Statistiques h de Mandel - variabilité inter-opérateur ;
- Statistique k de Mandel - variabilité intra-laboratoire.

**Producteur : Sandrancourt**  
**Granulats : 0/4 SC L NF**

### Partie contractuelle

Valeurs spécifiées sur lesquelles le producteur s'engage

Classe granulaire

0	4
---	---

Norme

Norme NF P 18-545 Article 10 - EN 12620+A1

Code

Code A

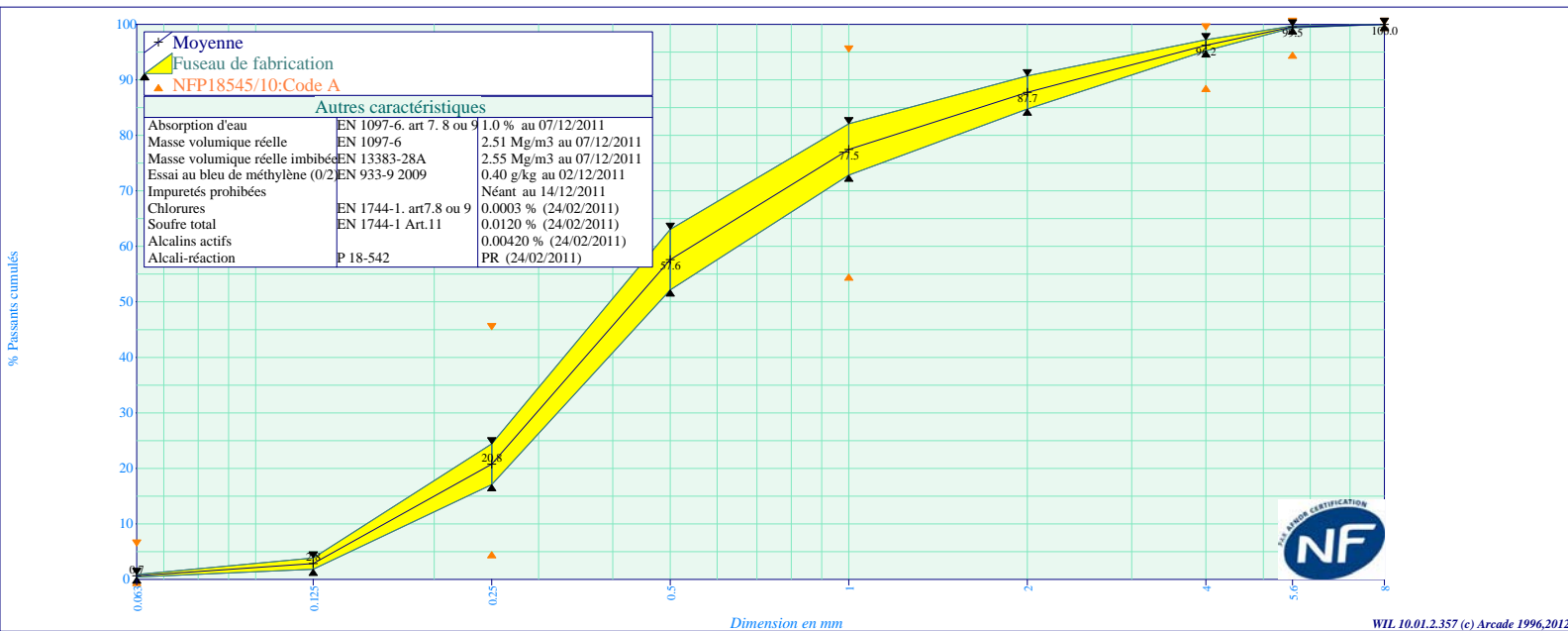
	0.063	0.125	0.25	0.5	1	2	D	1.4D	2D	FM	SE10	f
Etendue e	6		40		40		10			0.6		6
V.S.S.+U			46		96		100			2.95		11.00
V.S.S.	6.0		45		95		99			2.80		10.00
V.S.I.			5		55		89	95	100	2.20	65.0	
V.S.I.-U			4		54		87	94		2.05		
Ecart-type max			12.12		12.12					0.18		

### Partie informative

Résultats de production

du 01/07/11 au 27/12/11

	0.063	0.125	0.25	0.5	1	2	4	5.6	8	FM	SE10	f
Maximum	1.5	5	29	70	88	94	99	100	100	2.80	94.0	1.60
Xf+1.25xEcart-types	0.9	4	24	63	82	91	97	100	100	2.73	85.5	0.93
Moyenne Xf	0.7	3	21	58	77	88	96	100	100	2.57	83.0	0.70
Xf-1.25xEcart-types	0.4	2	17	52	73	85	95	99	100	2.41	80.5	0.47
Minimum	0.3	1	14	49	70	82	94	99	100	2.21	80.0	0.40
Ecart-type	0.19	0.8	2.9	4.4	3.7	2.4	0.8	0.1	0.0	0.130	2.00	0.185
Nombre de résultats	184	184	184	184	184	184	184	184	184	184	95	184



Eric Jammet

## Fiche Technique Produit

Mise à jour du : 03/01/2012

FTP Q2L270 A10 112

Unité de production	Classe granulaire	Elaboration
<b>Givet CE</b>	<b>4 / 10 Cal CL - NF -</b>	<b>Concassé Lavé</b>
Norme	Article	Code
<b>P 18-545</b>	<b>10 : Bétons Hydrauliques</b>	<b>A sauf Soufre et Aplatissement en B</b>
Nature pétrographique		
<b>Calcaire</b>		

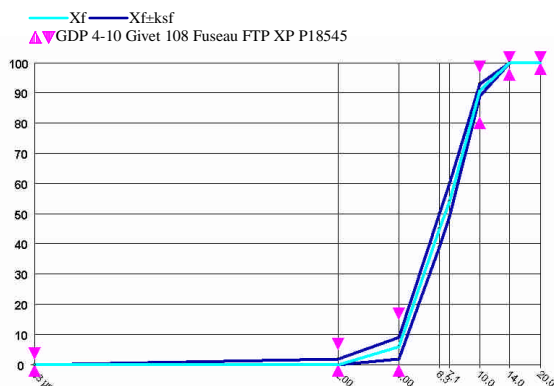
### PARTIE NORMATIVE

Nom	Symbole	Vsi	Vss	u	Vsi - u	Vss + u	Li	Ls	e	e / 3,3
2 D	20 mm	100	100							
1.4 D	14 mm	98	100	1	97	100				
D	10 mm	84	99	5	77	100	80	99	15	
d	4 mm	0	15	5	0	20	0	20	15	
d/2	2 mm	0	5	1	0	6				
Fines	0.063 mm		1.5	0.3		1.8				
Aplatissement	A		35	4		39				
Absorption	Ab		2.5	0.5		3				
Los Angeles	LA		30	3		33				
Gel	F		2							
Soufre	S		1	0.1		1,1				
Sulfates	AS		0.2	0.15		0.35				

### PARTIE INFORMATIVE (k=1.25)

Du 07/07/2011 au 14/12/2011

Nom	Symbole	Maxi	Xf + ksf	Xf	sf	Xf - ksf	Mini	Nb val
20.0	2D	100,00	100,00	100,00	0,00	100,00	100,00	19
14.0	1.4D	100,00	100,00	100,00	0,00	100,00	100,00	19
10.0	D	94,40	93,30	91,30	1,70	89,20	88,00	19
4.00	d	13,80	9,30	6,00	2,60	2,80	3,40	19
2.00	d/2	4,80	2,10	0,80	1,00	0,00	0,30	19
63 µm	0.063	0,70	0,60	0,40	0,10	0,20	0,10	19
Aplatissement	FI	18,3		16,1			13,3	7
Teneur en eau	w	3,6	3,2	1,9	1,0	0,6	0,4	19
Teneur en fines	f	0,72	0,56	0,37	0,15	0,19	0,10	19



Date	Nom de l'essai	Norme essai	Symbole	Valeur
24/01/11	Abs d'eau ( % )	NF EN 1097-6 articles 7	WA24	0,62
04/04/11	Alcalins solubles ( % )	LPC n°37	Na2O éq	0,0012
14/12/11	Aplatissement ( % )	NF EN 933-3	FI	16,7
28/09/11	Boulettes d'Argile ( % )	XP P 18-545 10-1-6	BA	0,01
04/04/11	Chlorure+eau (pot) ( % )	NF EN 1744-1 art 8	C	0,0240
28/09/11	Impuretés prohibées ( % )	XP P 18545 3-42	ImP	0,01
03/10/11	LA+MDE ( % )	P18 545 8 1	%	40
03/10/11	Los Angeles ( . )	NF EN 1097-2 article 5	LA	21
03/10/11	Micro-Deval ( . )	NF EN 1097-1	MDE	19
24/01/11	MV absolue 0/63 - µ a (t/m <sup>3</sup> )	NF EN 1097-6 articles 7	MVA ( Absol	2,74
24/01/11	MV réelle - µ rd (t/m <sup>3</sup> )	NF EN 1097-6 articles 7	prd	2,69
24/01/11	MV réelle saturé 0/63 - µ ss	NF EN 1097-6 articles 8	MVS	2,71
04/04/11	Qualification Alcali	FD P18-542		NR
04/04/11	Soufre total ( % )	NF EN 1744-1 article 11	S	0,360
04/04/11	Sulfates dans acide ( % )	NF EN 1744-1 article 12	AS	0,013



Editée par : Granulats Nord Est / Champagne Ardennes - Aux trois Fontaines - 08600 - Givet

 Tél : 03.24.42.85.46  
 Fax : 03.24.42.85.50

## Fiche Technique Produit

Mise à jour du : 03/01/2012

FTP Q2L442 A10 112

Unité de production	Classe granulaire	Elaboration
<b>Givet CE</b>	<b>6.3 / 20 Cal CL - NF</b>	<b>Concassé Lavé</b>

Norme	Article	Code
<b>NF P 18545</b>	<b>10 : Bétons hydrauliques</b>	<b>A sauf Soufre en B</b>

Nature pétrographique

**Calcaire**

### PARTIE NORMATIVE

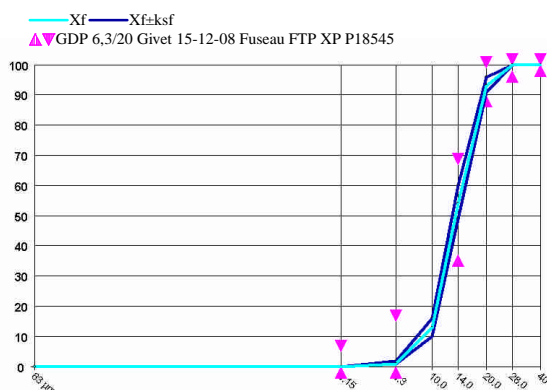
Nom	Symbole	Vsi	Vss	u	Vsi - u	Vss + u	Li	Ls	e	e / 3,3
2D	40 mm	100	100							
1,4D	28 mm	98	100	1	97	100				
D	20 mm	90	99	5	85	100				
D/1,4	14 mm	37	67	6	31	73	25	70	30	9,09
d	6.3 mm	0	15	5	0	20				
d/2	3.15 mm	0	5	1	0	6				
0,063	0.063 mm	0	1.5	0,3						
FI	FI		20	4		24				
LA	LA		30	3		33				
Ab	Ab		2.5	0,3		2.8				
Impuretés prohibées	IP		0.1							
Teneur en soufre tot	S%		1	0.1		1,1				
Boulettes d'argile	Arg		1							
MBf	MBf		10	2		12				
Teneur en fines	F		1,5	0,3		1,8				

### PARTIE INFORMATIVE

(k=1.25)

Du 07/07/2011 au 14/12/2011

Nom	Symbole	Maxi	Xf + ksf	Xf	sf	Xf - ksf	Mini	Nb val
40	40.0	100,00	100,00	100,00	0,00	100,00	100,00	34
28.0	28.0	100,00	100,00	100,00	0,00	100,00	100,00	34
20.0	20.0	98,00	96,40	93,90	2,00	91,40	88,80	34
14.0	14.0	66,10	60,20	54,60	4,40	49,10	46,60	34
6.3	6.3	3,30	2,40	1,90	0,50	1,30	1,10	34
3.15		0,90	0,60	0,40	0,10	0,30	0,20	34
63 µm	0.063	0,60	0,40	0,30	0,10	0,20	0,10	34
Aplatissement	FI	14,0		10,7			7,8	5
Teneur en eau	w	2,5	1,7	1,0	0,5	0,4	0,2	34
Teneur en fines	f	0,61	0,41	0,29	0,09	0,17	0,14	34



Date	Nom de l'essai	Norme essai	Symbole	Valeur
25/01/11	Abs d'eau ( % )	NF EN 1097-6 articles 7	WA24	0,57
05/04/11	Alcalins solubles ( % )	LPC n°37	Na2O éq	0,0012
21/11/11	Aplatissement ( % )	NF EN 933-3	FI	10,9
04/10/11	Boulettes d'Argile ( % )	XP P 18-545 10-1-6	BA	0,01
04/04/11	Chlorure+eau (pot) ( % )	NF EN 1744-1 art 8	C	0,0240
04/10/11	Impuretés prohibées ( % )	XP P 18545 3-42	ImP	0,01
05/10/11	LA+MDE ( % )	P18 545 8 1	%	40
05/10/11	Los Angeles ( . )	NF EN 1097-2 article 5	LA	21
04/04/11	Matière humique	NF EN 1744-1 art 15.1	Couleur	0,024
05/10/11	Micro-Deval ( . )	NF EN 1097-1	MDE	19
25/01/11	MV absolue 0/63 - µ a (t/m)	NF EN 1097-6 articles 7	MVA ( Absol	2,74
31/03/11	MV réelle - µ rd (t/m3)	NF EN 1097-6 articles 7	prd	0,00
25/01/11	MV réelle saturé 0/63 - µ ss	NF EN 1097-6 articles 8	MVS	2,71
04/04/11	Qualification Alcali	FD P18-542		NR
04/04/11	Soufre total ( % )	NF EN 1744-1 article 11	S	0,360



Editée par : Granulats Nord Est / Champagne Ardennes - Aux trois Fontaines - 08600 - Givet

 Tél : 03.24.42.85.46  
 Fax : 03.24.42.85.50

<b>FICHE DE DONNEES DE SECURITE</b>	Page : 1 / 6
	Version : 1
	Date : 07/10/2010
<b>Granulats recyclés</b>	 <small>DOCKS DE LIMEIL-BRÉVANNES</small>

## 1. IDENTIFICATION DE LA SUBSTANCE/PREPARATION ET DE LA SOCIETE/ENTREPRISE

<b>Nom du produit</b>	Graves, sables, gravillons et cailloux de recyclage
Utilisations recommandées	Matériaux pour couches de forme NF P 11 300 Granulats pour assises de chaussée NF EN 13242 Granulats pour béton hydraulique NF EN 12 620
<b>Fournisseur</b>	
Nom	MRF Agence DLB
Adresse	10 carrefour Charles de Gaulle / 94380 Bonneuil-sur-Marne
Téléphone	01 56 71 83 21
Télécopie	01 56 71 83 29
<b>Appel d'urgence</b>	ORFILA (France) : (33) (0)1 45 42 59 59

## 2. IDENTIFICATION DES DANGERS

### Effets néfastes sur la santé

Par contact : En cas de proportion majoritaire de béton hydraulique, les granulats recyclés sont irritants pour la peau et les yeux du fait de la présence de ciment dans leur composition et du pH élevé qui en résulte.

Par inhalation : Ne présente pas de risque particulier, sous réserve de respecter les règles générales d'hygiène industrielle permettant d'éviter l'inhalation de poussières.

En cas de présence de quartz, l'inhalation prolongée ou importante de poussières alvéolaires de quartz peut causer des fibroses pulmonaires faisant généralement référence à la silicose.

Voir également le point 8.

### Effets sur l'environnement

Les granulats recyclés ne présentent pas de risques particuliers pour l'environnement dans les domaines d'emploi prévus par la réglementation les concernant.

### Dangers physiques et chimiques

Néant

## 3. COMPOSITION / INFORMATION SUR LES COMPOSANTS

**Principaux constituants** selon l'essai de classification NF EN 933-11 :

- Granulats et béton (Rc+Ru) 70 à 90 %
- Enrobés hydrocarbonés (Ra) 10 à 30 %
- Argile cuite (Rb) inférieur à 10 %

**Principales substances :**

Substance	Symbole	N°CAS	N°EINECS	Phrases R
Quartz, silice cristalline, silice	SiO <sub>2</sub>	14808-60-7	238-878-4	
Clinker de ciment Portland		65997-15-1	266-043-4	R36, R37, R38, R43

<b>FICHE DE DONNEES DE SECURITE</b>	Page : 2 / 6
	Version : 1
	Date : 07/10/2010
<b>Granulats recyclés</b>	 <small>DOCKS DE LIMEIL-BRÉVANNES</small>

## 4. PREMIERS SECOURS

### Inhalation :

L'inhalation de poussière peut irriter les voies respiratoires.

Amener le sujet au grand air.

Consulter un médecin en cas d'irritation persistante.

### Contact avec les yeux :

Irritation mécanique due aux particules de produit, d'où larmolement et légère douleur temporaire.

Laver à l'eau courante en maintenant les paupières écartées (15 minutes au moins). En cas d'irritation, consulter un médecin.

### Contact avec la peau

Laver soigneusement la zone concernée avec de l'eau et du savon avant de reprendre le travail. En cas d'irritation, de douleur ou autre problème cutané, consulter un médecin.

### Ingestion

Rincer la bouche à l'eau.

## 5. MESURES DE LUTTE CONTRE L'INCENDIE

Non concerné, pas d'émission dangereuse en cas d'incendie

Tous les agents d'extinction sont utilisables en cas d'incendie survenant à proximité.

## 6. MESURES A PRENDRE EN CAS DE REJET ACCIDENTEL

### Précautions individuelles

Eviter le contact avec les yeux et l'inhalation des poussières

Porter les équipements de protection décrits à la rubrique 8 et suivre les recommandations de manipulation données à la rubrique 7. Il n'est pas nécessaire de déclencher les procédures d'urgence.

### Précautions pour la protection de l'environnement

Pas de mesures spéciales / spécifiques.

Produit ne présentant pas de risque particulier pour l'environnement.

### Méthodes de nettoyage

Ramasser mécaniquement le produit.

Empêcher ou limiter la formation et la dispersion de poussières.

## 7. MANIPULATION ET STOCKAGE

### Manipulation

Précautions à prendre : Eviter la formation ou la dispersion de poussières dans l'atmosphère. Eviter le contact avec la peau, les yeux et l'inhalation des poussières (voir point 8).

Conseils d'utilisation : En cas de ventilation insuffisante, porter un appareil respiratoire approprié.

### Stockage

Mesures techniques : Ne nécessite pas de mesure technique spécifique ou particulière.



<b>FICHE DE DONNEES DE SECURITE</b>	Page : 3 / 6
	Version : 1
	Date : 07/10/2010
<b>Granulats recyclés</b>	 <small>DOCKS DE LIMEIL-BRÉVANNES</small>

## 8. CONTROLE DE L'EXPOSITION / PROTECTION INDIVIDUELLE

**Mesures d'ordre technique** : Assurer une bonne ventilation du poste de travail.

Pour toutes les poussières - Art. 4222-10 du Code du Travail :	Valeurs moyennes d'exposition
Poussières inférieures à 0,1 mm	VME : 10 mg/ m <sup>3</sup>
Poussières alvéolaires totales (inférieures à 5 microns)	VME : 5 mg/ m <sup>3</sup>

Pour les poussières contenant du quartz Décret n°20 09-1570 du 15 décembre 2009	Valeurs limites d'exposition professionnelle
Poussières alvéolaires de quartz	VLEP : 0.1 mg/ m <sup>3</sup>

**Equipements de protection individuelle** :

- Protection respiratoire : Masque anti-poussières adapté en fonction des conditions d'exposition
- Protection des mains : Gants en fonction des conditions d'exposition
- Protection des yeux : Si besoin, lunettes de sécurité
- Protection de la peau et du corps : Porter des vêtements adaptés au type de travail

**Mesures d'hygiène** :

- Ne pas secouer les vêtements de travail.
- Ne pas dépoussiérer à l'air comprimé.

## 9. PROPRIETES PHYSIQUES ET CHIMIQUES

Etat physique :	Solide divisé
Couleur :	grise
Odeur :	nulle
pH :	basique
Caractéristiques d'inflammabilité :	
- Point d'éclair :	Non applicable (solide non inflammable)
- Température d'auto-inflammation :	Non applicable
Pression de vapeur :	Non applicable
Masse volumique apparente :	grave, sable : 1,4, gravillon : 1,2, cailloux : 1,3
Solubilité dans l'eau :	Non applicable

## 10. STABILITE ET REACTIVITE

**Stabilité**

- Stable à température ambiante.
- Se décompose à partir de températures supérieures à 450 °C.

**Réactions dangereuses** :

- Matières à éviter : Ne pas stocker avec les acides. Dégage de la chaleur et du CO<sub>2</sub>.

<b>FICHE DE DONNEES DE SECURITE</b>	Page : 4 / 6
	Version : 1
	Date : 07/10/2010
<b>Granulats recyclés</b>	 <small>DOCKS DE LIMEIL-BRÉVANNES</small>

## 11. INFORMATIONS TOXICOLOGIQUES

### Effets locaux

Les poussières peuvent provoquer une irritation de la peau et des yeux.  
Les poussières peuvent être irritantes pour les voies respiratoires.

### Toxicité chronique/long-terme

Une exposition prolongée aux poussières alvéolaires peut provoquer une fibrose pulmonaire ou une silicose si elles contiennent du quartz.

## 12. INFORMATIONS ECOLOGIQUES

Biodégradabilité : Non facilement biodégradable.

Ecotoxicité : En cas de déversement accidentel dans des eaux résiduaires, entraîne une faible élévation du pH de l'eau.

Effets sur les organismes aquatiques : Produit ne présentant pas de risque particulier pour l'environnement.

## 13. CONSIDERATIONS RELATIVES A L'ELIMINATION

### Déchets de produit

Destruction/Élimination : Peut être mis en centre de stockage de classe 3 (déchets inertes) conformément à l'arrêté du 15 mars 2006.

### Emballages souillés

Destruction/Élimination : Sans objet.



## 14. INFORMATIONS RELATIVES AU TRANSPORT

Pas de réglementations spécifiques. Les envois de poussière doivent être empêchés par un dispositif approprié, par exemple par humidification, bâchage, etc. Voir aussi point 8.

<b>FICHE DE DONNEES DE SECURITE</b>	Page : 5 / 6
	Version : 1
	Date : 07/10/2010
<b>Granulats recyclés</b>	 <small>DOCKS DE LIMEIL-BRÉVANNES</small>

## 15. INFORMATIONS REGLEMENTAIRES

Symboles et indications de danger :

<p>Etiquetage CE actuel</p> <div style="text-align: center;">  <p>Xi Irritant</p> </div> <p>Phrases R :</p> <p>R36/38 Irritant pour les yeux et la peau  R43 Peut entraîner une sensibilisation par contact avec la peau</p> <p>Phrases S :</p> <p>S24/25 Eviter le contact avec la peau et les yeux  S26 En cas de contact avec les yeux rincer immédiatement et abondamment et consulter un spécialiste  S36/37 Porter un vêtement de protection et des gants appropriés</p>	<p>Nouveau pictogramme de danger en vigueur depuis le 20-01-2009</p> <div style="text-align: center;">  </div> <p>Catégories de danger associées :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- irritation cutanée, catégorie 2</li> <li>- Irritation oculaire, catégorie 2</li> <li>- Sensibilisation cutanée, catégorie 1.</li> </ul> <p>Dangers pour la santé :</p> <p>H315 Provoque une irritation cutanée  H317 Peut provoquer une allergie cutanée  H319 Provoque une sévère irritation des yeux</p> <p>Conseils de prudence :</p> <p>P261 Éviter de respirer les poussières  P264 Se laver la peau soigneusement après manipulation  P280 Porter des gants et des vêtements de protection  P302 + P352 EN CAS DE CONTACT AVEC LA PEAU : laver abondamment à l'eau et au savon  P333 + P313 En cas d'irritation cutanée : consulter un médecin  P305 + P351 EN CAS DE CONTACT AVEC LES YEUX : rincer avec précaution à l'eau pendant plusieurs minutes.  P337 + P313 Si l'irritation oculaire persiste : consulter un médecin</p>
---	--

### Autres réglementations :

Dispositions nationales - France : Silice, Tableau 25 des maladies professionnelles.

Les informations réglementaires reprises dans cette section rappellent uniquement les principales prescriptions spécifiquement applicables au produit objet de la FDS.

L'attention de l'utilisateur est attirée sur la possible existence d'autres dispositions complétant ces prescriptions

Il est recommandé de se référer à toutes mesures ou dispositions, internationales, nationales ou locales pouvant s'appliquer.

<b>FICHE DE DONNEES DE SECURITE</b>	Page : 6 / 6
	Version : 1
	Date : 07/10/2010
<b>Granulats recyclés</b>	 <small>DOCKS DE LIMEIL-BRÉVANNES</small>

## 16. AUTRES DONNEES

Informations complémentaires :	Se référer aux étiquettes CE correspondantes.
Sources de données :	INRS (Institut National de Recherche et de Sécurité) ; Bureau Européen des substances Chimiques (ECB) ; IUCLID (International Uniform Chemical Information Data Base) ; CIRC (Centre International de Recherche sur le Cancer) ; HSDB (Hazardous Substances Data Bank) (National Library of Medicine).

Cette fiche complète les notices techniques d'utilisation mais ne les remplace pas. Les renseignements qu'elle contient sont basés sur l'état de nos connaissances relatives au produit concerné, à la date de mise à jour. Ils sont donnés de bonne foi. L'attention des utilisateurs est en outre attirée sur les risques éventuellement encourus lorsqu'un produit est utilisé à d'autres usages que ceux pour lesquels il est conçu.

Elle ne dispense en aucun cas l'utilisateur de connaître et d'appliquer l'ensemble des textes réglementant son activité. Il prendra sous sa seule responsabilité les précautions liées à l'utilisation du produit qu'il connaît.

L'ensemble des prescriptions réglementaires mentionnées a simplement pour but d'aider le destinataire à remplir les obligations qui lui incombent lors de l'utilisation d'un produit dangereux.

Cette énumération ne doit pas être considérée comme exhaustive. Elle n'exonère pas l'utilisateur de s'assurer que d'autres obligations ne lui incombent en raison de textes autres que ceux cités et régissant la détention et l'utilisation du produit, pour lesquelles il est seul responsable.

Conformité : Cette fiche est conforme au Règlement Européen n° 1907/2006.

Elle est conforme à l'arrêté du 9/11/2004 (JO du 18/11/2004) fixant les modalités d'élaboration et de transmission des fiches de données de sécurité.

Fin du document

## Annexe des caractéristiques de la Fiche Technique Produit

Mise à jour du : 03/01/2012  
FTP Q2L442 A10 112

Unité de production	Classe granulaire	Elaboration
<b>Givet CE</b>	<b>6.3 / 20 Cal CL - NF</b>	<b>Concassé Lavé</b>
Norme	Article	Code
<b>NF P 18545</b>	<b>10 : Bétons hydrauliques</b>	<b>A sauf Soufre en B</b>

<b>COMPTAGE PETROGRAPHIQUE</b>					Date pétrographie 11/03/2010	
SIR	QUARTZ	CALCAIRE	GRANITOIDE	GRES	AUTRE	
1	0	98.5	1	0	0.5	

<b>CHIMIE</b>										Date chimie 04/04/2011	
SiO2	Al2O3	Fe2O3	CaO	MgO	SO3	Na2O	K2O	TiO2	MnO	P2O5	Perte au f
6.98	1.77	0.88	46.57	3.47		0.07	0.47	0.10	0.03	< L.D.	39.39

<b>Détail: Analyse granulométrique</b>					Du 07/07/2011 au 14/12/2011				
	63 µm	3.15	6.3	10.0	14.0	20.0	28.0	40	
Maximum	0,60	0,90	3,30	21,70	66,10	98,00	100,00	100,00	
Xf + k sf	0,40	0,60	2,40	16,30	60,20	96,40	100,00	100,00	
sf	0,10	0,10	0,50	2,40	4,40	2,00	0,00	0,00	
Xf	0,30	0,40	1,90	13,30	54,60	93,90	100,00	100,00	
Xf - k sf	0,20	0,30	1,30	10,20	49,10	91,40	100,00	100,00	
Minimum	0,10	0,20	1,10	10,30	46,60	88,80	100,00	100,00	

### Observations

Organisme certificateur : AFNOR Certification  
11 rue Francis Pressensé  
F-93571 La Plaine Saint Denis Cedex

## Annexe des caractéristiques de la Fiche Technique Produit

Mise à jour du : 03/01/2012  
FTP Q2L270 A10 112

Unité de production	Classe granulaire	Elaboration
<b>Givet CE</b>	<b>4 / 10 Cal CL - NF -</b>	<b>Concassé Lavé</b>
Norme	Article	Code
<b>P 18-545</b>	<b>10 : Bétons Hydrauliques</b>	<b>A sauf Soufre et Aplatissement en B</b>

<b>COMPTAGE PETROGRAPHIQUE</b>	Date pétrographie 18/01/2010
--------------------------------	------------------------------

<b>CHIMIE</b>	Date chimie 11/03/2010
---------------	------------------------

SiO <sub>2</sub>	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	CaO	MgO	SO <sub>3</sub>	Na <sub>2</sub> O	K <sub>2</sub> O	TiO <sub>2</sub>	MnO	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	Perte au f
6,98	1,77	0,88	46,57	3,47		0,07	0,47	0,10	0,03	< L.D.	39,39

<b>Détail: Analyse granulométrique</b>	Du 07/07/2011 au 14/12/2011
--	-----------------------------

	63 µm	2.00	4.00	6.3	7.1	10.0	14.0	20.0
Maximum	0,70	4,80	13,80	52,20	61,20	94,40	100,00	100,00
Xf + k sf	0,60	2,10	9,30	50,40	60,40	93,30	100,00	100,00
sf	0,10	1,00	2,60	4,20	4,50	1,70	0,00	0,00
Xf	0,40	0,80	6,00	45,10	54,70	91,30	100,00	100,00
Xf - k sf	0,20	0,00	2,80	39,80	49,00	89,20	100,00	100,00
Minimum	0,10	0,30	3,40	37,60	46,70	88,00	100,00	100,00

### Observations

Organisme de certification : AFNOR Certification  
11 avenue de Francis de Pressensé  
93571 Saint Denis La Plaine  
Cedex

