



Projet National de recherche et développement

Thème 2

ETUDE DE VARIABILITE DES CARACTERISTIQUES DE GRANULATS
RECYCLES ISSUS DE DIVERSES SOURCES ET SUIVI

PARTIE 2 – VARIABILITE DANS LE TEMPS

Rédigé par
François JEZEQUEL
SIGMA BETON

R/14/RECY/013
LC/12/RECY/06
LC/13/RECY/38
Octobre 2014

SOMMAIRE

1	Résumé de l'étude de variabilité dans le temps / Summary of the variability over time study	3
2	Objectifs de l'étude	5
3	Démarche expérimentale.....	6
3.1	Plateformes de production de granulats recyclés.....	6
3.2	Matériaux étudiés	7
3.3	Programme d'essais	8
3.3.1	Essais réalisés sur les sables recyclés	8
3.3.2	Essais réalisés sur les gravillons recyclés.....	8
4	Résultats des essais réalisés sur les granulats recyclés et exploitation	9
4.1	Caractéristiques géométriques des granulats.....	9
4.1.1	Analyse granulométrique par tamisage (NF EN 933-1).....	9
4.1.2	Coefficient d'aplatissement (NF EN 933-3)	22
4.1.3	Essai au bleu de méthylène (NF EN 933-9 – Août 1999).....	26
4.1.4	Essai de classification des constituants de gravillons recyclés (NF EN 933-11)	29
4.2	Caractéristiques mécaniques et physiques des granulats	40
4.2.1	Essai Los Angeles (NF EN 1097-2 §5).....	40
4.2.2	Masse volumique réelle et coefficient d'absorption d'eau (NF EN 1097-6)	44
4.3	Propriétés chimiques des granulats	50
4.3.1	Sulfates solubles dans l'eau dans les granulats recyclés (NF EN 1744-1 §10.2).....	50
4.3.2	Sels chlorures solubles dans l'acide (NF EN 1744-5)	54
4.3.3	Influence d'un extrait de granulats recyclés sur le temps de prise initial du ciment (NF EN 1744-6)	58
5	Conclusion	62
	Références	66

1 Résumé de l'étude de variabilité dans le temps / Summary of the variability over time study

Résumé de l'étude de variabilité dans le temps :

L'étude réalisée porte sur la variabilité des caractéristiques des granulats recyclés actuellement disponibles sur le marché français. Après une première partie d'étude consacrée à l'étude de la variabilité géographique des caractéristiques des granulats recyclés, la seconde partie de l'étude réalisée en phase 2 du projet national porte sur la variabilité dans le temps des caractéristiques des granulats recyclés. Parmi les 13 plateformes ayant participé à la première partie de l'étude, deux d'entre elles ont fournis durant deux ans des granulats recyclés (sable et gravillon). Une cinquantaine d'échantillons ont ainsi été étudiés.

Les granulats recyclés prélevés sur ces plateformes ont été analysés selon les méthodes d'essais prévues pour leur utilisation dans le béton et les résultats ont été comparés aux seuils de la norme NF P 18-545.

Sur les caractéristiques mesurées, 9 échantillons de granulats recyclés se classent en code B, 11 échantillons de granulats recyclés se classent en code C, 21 échantillons de granulats recyclés se classent en code D et 9 échantillons de granulats recyclés ne sont pas classables et ne devraient donc pas être utilisés pour la fabrication de béton.

Les essais réalisés ont permis de mettre en évidence certaines caractéristiques avec un bon niveau de régularité et de performance, répondant aux exigences relatives à une utilisation dans le béton, comme la résistance à la fragmentation (Los Angeles), la forme (coefficient d'aplatissement), la propreté des sables (teneur en fines et valeur de bleu de méthylène).

Au contraire, certaines caractéristiques présentent des résultats de moindre performance et/ou une certaine irrégularité, comme le coefficient d'absorption d'eau et la teneur en sulfates solubles dans l'eau, en particulier pour les sables recyclés. Concernant les gravillons recyclés, les analyses granulométriques et la classification de leurs constituants restent des points sensibles.

Rappelons que les granulats recyclés analysés dans le cadre de la présente étude ne sont pas, à l'heure actuelle, forcément destinés à être utilisés pour la fabrication de béton. Les résultats de l'étude montrent qu'une utilisation pour la fabrication de béton implique une surveillance accrue des sources des granulats recyclés et l'importance de leur tri. Un effort est également à faire sur la mise en place de processus de traitement des granulats adaptés à l'application béton, en insistant sur la propreté et la régularité des granulats recyclés élaborés.

Mots clés : granulats, recyclage, variabilité

Summary of the variability over time study:

The carried study out concerns the variability of the characteristics of recycled aggregates currently available on the French market. After the first part of the study devoted to the study of the geographical variability of the recycled aggregates characteristics, the second part of the study, carried out in phase 2 of the RECYCETON National Project, concerns the variability over time of the recycled aggregates characteristics. Among the 13 participating platforms during the first part of the study, two of them provided recycled aggregates (sand and coarse aggregate) for two years. A total of fifty samples have been studied.

The recycled aggregates taken from these platforms were analyzed according to the test methods provided for their use in concrete and the results have been compared to the NF P 18-545 standard limits.

On the measured characteristics, 9 samples of recycled aggregates are classified in code B, 11 samples of recycled aggregates are classified in code C, 21 samples of recycled aggregates are classified in code D and 9 samples of recycled aggregates are not classifiable and should not be used in concrete production.

The carried tests out demonstrate certain characteristics with a good level of regularity and performance, meeting the requirements for use in concrete, such as resistance to fragmentation (Los Angeles), particle shape (Flakiness index), sands cleanliness (percentage of fines and methylene blue value).

However, some characteristics show lower performance and / or irregularity, such as water absorption and water soluble sulfates content, particularly for recycled sands. Concerning recycled coarse aggregate, particle size distribution and the classification of their constituents remain sensitive points.

It should be noted that the recycled aggregates analyzed in the present study are not necessarily intended for use in concrete production. The results of the study show that use for concrete production involves an increased monitoring of the sources of recycled aggregates and the importance of their sorting. An effort must be made also to put in place aggregate treatment processes adapted to concrete production, especially on the cleanliness and regularity of the recycled aggregates.

Keywords: aggregate, recycling, variability

2 Objectifs de l'étude

Après avoir étudié, dans la première partie de l'étude, la variabilité des caractéristiques de granulats recyclés issus de diverses sources (16 productions issues de 13 plateformes réparties sur la France métropolitaine), nous nous attachons, dans cette seconde partie, à étudier la variabilité des caractéristiques de granulats recyclés dans le temps. Pour cela, notre étude porte sur le suivi de la production, durant 2 ans, de 2 des plateformes participant à l'étude. Le but est d'appréhender, au travers de ces analyses, la variabilité de la production des granulats recyclés, afin de fournir dans le cadre des études des éléments pour estimer la variabilité des bétons en termes de durabilité et de caractéristiques de rhéologie et mécanique.

L'étude de variabilité des caractéristiques des granulats recyclés sera complétée par une exploitation statistique de l'ensemble des résultats d'essais, réalisée dans un second temps.

3 Démarche expérimentale

3.1 Plateformes de production de granulats recyclés

La liste des plateformes de recyclage participant à l'étude est présentée dans le **Tableau 1**.

Société	Plateforme
DLB	Plateforme de GONESSE (95)
ANCYCLA (PLATTARD)	Plateforme de VILLEFRANCHE SUR SAONE (69)
ANCYCLA (PLATTARD)	Plateforme d'ANSE (69) (l'activité de la plateforme de Villefranche sur Saône a été déménagée sur la plateforme d'Anse au cours du 1er semestre 2014)

Tableau 1 : liste des plateformes participant à l'étude de variabilité dans le temps

3.2 Matériaux étudiés

La liste des matériaux soumis à l'étude est présentée dans le **Tableau 2**.

N°	Plateforme	Lot (Plateforme_Production) (1ou2_1à12)	Coupure reçue	Coupure testée	Remarque	Date de prélèvement
1	Plateforme DLB de Gonesse	1_1	Sable 0/4 Recyclé	Sable 0/4	-	NC
2			Gravillon 4/10 Recyclé	Gravillon 4/10		
3			Gravillon 10/20 Recyclé	Gravillon 10/20		
4	Plateforme DLB de Gonesse	1_2	Sable 0/6,3 Béton Concassé	Sable 0/6,3	-	29/01/2013
5			Gravillon 6,3/20 Béton Concassé	Gravillon 6,3/20		
6	Plateforme ANCYCLA de Villefranche sur Saône	2_1	Grave 0/22,4 Recyclé	Sable 0/4	Coupure réalisée en laboratoire	21/02/2013
7			Grave 0/22,4 Recyclé	Gravillon 4/10		
8			Grave 0/22,4 Recyclé	Gravillon 10/22,4		
9	Plateforme DLB de Gonesse	1_3	Sable 0/6,3 Béton Concassé	Sable 0/6,3	-	20/03/2013
10			Gravillon 6,3/20 Béton Concassé	Gravillon 6,3/20		
11	Plateforme DLB de Gonesse	1_4	Sable 0/6,3 Béton Concassé	Sable 0/6,3	-	23/04/2013
12			Gravillon 6,3/20 Béton Concassé	Gravillon 6,3/20		
13	Plateforme ANCYCLA de Villefranche sur Saône	2_2	Grave 0/22,4 Recyclé	Sable 0/6,3	Coupure réalisée en laboratoire	30/04/2013
14			Grave 0/22,4 Recyclé	Gravillon 6,3/20		
15	Plateforme DLB de Gonesse	1_5	Sable 0/6,3 Béton Concassé	Sable 0/6,3	-	18/06/2013
16			Gravillon 6,3/20 Béton Concassé	Gravillon 6,3/20		
17	Plateforme DLB de Gonesse	1_6	Sable 0/6,3 Béton Concassé	Sable 0/6,3	-	10/09/2013
18			Gravillon 6,3/20 Béton Concassé	Gravillon 6,3/20		
19	Plateforme DLB de Gonesse	1_7	Sable 0/6,3 Béton Concassé	Sable 0/6,3	-	30/09/2013
20			Gravillon 6,3/20 Béton Concassé	Gravillon 6,3/20		
21	Plateforme ANCYCLA de Villefranche sur Saône	2_3	Grave 0/22,4 Recyclé	Sable 0/6,3	Coupure réalisée en laboratoire	04/12/2013
22			Grave 0/22,4 Recyclé	Gravillon 6,3/20		
23	Plateforme ANCYCLA de Villefranche sur Saône	2_4	Grave 0/22,4 Recyclé	Sable 0/6,3	Coupure réalisée en laboratoire	17/02/2014
24			Grave 0/22,4 Recyclé	Gravillon 6,3/20		
25	Plateforme DLB de Gonesse	1_8	Sable 0/6,3 Béton Concassé	Sable 0/6,3	-	02/06/2014
26			Gravillon 6,3/20 Béton Concassé	Gravillon 6,3/20		
27	Plateforme ANCYCLA d'ANSE	2_5	Grave 0/22,4 Recyclé	Sable 0/6,3	Coupure réalisée en laboratoire	19/05/2014
28			Grave 0/22,4 Recyclé	Gravillon 6,3/20		
29	Plateforme DLB de Gonesse	1_9	Sable 0/6,3 Béton Concassé	Sable 0/6,3	-	01/07/2014
30			Gravillon 6,3/20 Béton Concassé	Gravillon 6,3/20		
31	Plateforme ANCYCLA d'ANSE	2_6	Grave 0/22,4 Recyclé	Sable 0/6,3	Coupure réalisée en laboratoire	30/06/2014
32			Grave 0/22,4 Recyclé	Gravillon 6,3/20		
33	Plateforme DLB de Gonesse	1_10	Sable 0/6,3 Béton Concassé	Sable 0/6,3	-	04/08/2014
34			Gravillon 6,3/20 Béton Concassé	Gravillon 6,3/20		
35	Plateforme ANCYCLA d'ANSE	2_7	Grave 0/22,4 Recyclé	Sable 0/6,3	Coupure réalisée en laboratoire	17/09/2014
36			Grave 0/22,4 Recyclé	Gravillon 6,3/20		
37	Plateforme DLB de Gonesse	1_11	Sable 0/6,3 Béton Concassé	Sable 0/6,3	-	22/09/2014
38			Gravillon 6,3/20 Béton Concassé	Gravillon 6,3/20		
39	Plateforme ANCYCLA d'ANSE	2_8	Grave 0/22,4 Recyclé	Sable 0/6,3	Coupure réalisée en laboratoire	22/10/2014
40			Grave 0/22,4 Recyclé	Gravillon 6,3/20		
41	Plateforme DLB de Gonesse	1_12	Sable 0/6,3 Béton Concassé	Sable 0/6,3	-	20/10/2014
42			Gravillon 6,3/20 Béton Concassé	Gravillon 6,3/20		
43	Plateforme ANCYCLA d'ANSE	2_9	Grave 0/22,4 Recyclé	Sable 0/6,3	Coupure réalisée en laboratoire	19/11/2014
44			Grave 0/22,4 Recyclé	Gravillon 6,3/20		
45	Plateforme ANCYCLA d'ANSE	2_10	Grave 0/22,4 Recyclé	Sable 0/6,3	Coupure réalisée en laboratoire	11/03/2015
46			Grave 0/22,4 Recyclé	Gravillon 6,3/20		
47	Plateforme ANCYCLA d'ANSE	2_11	Grave 0/22,4 Recyclé	Sable 0/6,3	Coupure réalisée en laboratoire	31/07/2015
48			Grave 0/22,4 Recyclé	Gravillon 6,3/20		
49	Plateforme ANCYCLA d'ANSE	2_12	Grave 0/22,4 Recyclé	Sable 0/6,3	Coupure réalisée en laboratoire	31/08/2015
50			Grave 0/22,4 Recyclé	Gravillon 6,3/20		

Tableau 2 : liste des matériaux soumis à l'étude de variabilité dans le temps

3.3 Programme d'essais

Le programme d'essais est établi de façon à mesurer des caractéristiques couramment exigées pour la qualification des granulats pour béton (NF EN 12620+A1) de toutes origines, mais également des caractéristiques spécifiques aux granulats recyclés. Le programme d'essais est également établi de façon à comparer les caractéristiques des granulats recyclés issus d'une même plateforme de recyclage, mais de granulométries différentes.

3.3.1 Essais réalisés sur les sables recyclés

La liste des essais réalisés sur les sables recyclés réceptionnés ou élaborés en laboratoire est présentée dans le **Tableau 3**.

Essai	Référence normative	Fraction testée
Analyse granulométrique par tamisage	NF EN 933-1	fraction 0/D fournie ou élaborée en laboratoire
Essai au bleu de méthylène	NF EN 933-9 - Août 1999	0/2 mm
Masse volumique réelle et du coefficient d'absorption d'eau	NF EN 1097-6 §9	0,063/4 mm
Coefficient d'absorption d'eau sur la fraction 0/D	NF EN 1097-6 §9 complétée par la note (1) du tableau 54 de la NF P18-545	0/4 mm
Sulfates solubles dans l'eau dans les granulats recyclés	NF EN 1744-1 §10.2	0/4 mm
Sels de chlorures solubles dans l'acide	NF EN 1744-5	0/4 mm
Influence d'un extrait de granulat recyclé sur le temps de prise initial du ciment	NF EN 1744-6	0/4 mm

Tableau 3 : liste des essais réalisés sur les sables recyclés soumis à l'étude de variabilité dans le temps

3.3.2 Essais réalisés sur les gravillons recyclés

La liste des essais réalisés sur les gravillons recyclés réceptionnés ou élaborés en laboratoire est présentée dans le **Tableau 4**.

Essai	Référence normative	Fraction testée
Analyse granulométrique par tamisage	NF EN 933-1	fraction d/D fournie ou élaborée en laboratoire
Coefficient d'aplatissement	NF EN 933-3	4/D
Essai de classification des constituants de gravillons recyclés	NF EN 933-11	8/D
Essai Los Angeles	NF EN 1097-2 §5	6,3/10 mm et 10/14 mm
Masse volumique réelle et du coefficient d'absorption d'eau	NF EN 1097-6 §8	6,3/10 mm et 10/20 mm
Sulfates solubles dans l'eau dans les granulats recyclés	NF EN 1744-1 §10.2	fraction d/D fournie ou élaborée en laboratoire
Sels de chlorures solubles dans l'acide	NF EN 1744-5	fraction d/D fournie ou élaborée en laboratoire
Influence d'un extrait de granulat recyclé sur le temps de prise initial du ciment	NF EN 1744-6	fraction d/D fournie ou élaborée en laboratoire

Tableau 4 : liste des essais réalisés sur les gravillons recyclés soumis à l'étude de variabilité dans le temps

4 Résultats des essais réalisés sur les granulats recyclés et exploitation

Les résultats de chacune des caractéristiques mesurées sur les granulats recyclés soumis à l'étude de variabilité dans le temps sont représentés dans la suite du présent chapitre sous forme de tableaux et de graphiques. Pour les caractéristiques le permettant, une comparaison au code de la norme NF P18-545 §10 « *Granulats pour bétons hydrauliques et mortiers* » est réalisée, afin de situer les performances des granulats recyclés soumis à l'étude par rapport aux exigences du marché français.

4.1 Caractéristiques géométriques des granulats

4.1.1 Analyse granulométrique par tamisage (NF EN 933-1)

Les résultats des analyses granulométriques réalisées sur les granulats recyclés réceptionnés ou élaborés en laboratoire sont présentés dans les **Tableaux 5** et **6**, complétés par les **Figures 1** et **3** pour les sables recyclés et dans les **Tableaux 7** et **8**, complétés par les **Figures 5** et **7** pour les gravillons recyclés. Les valeurs de teneur en fines obtenues sont représentées dans les **Figures 2** et **4** pour les sables recyclés et dans les **Figures 6** et **8** pour les gravillons recyclés.

N°	Plateforme	Lot	Coupure testée	Remarque	NF EN 933-1 (0,063mm)	NF EN 933-1 0,125mm	NF EN 933-1 0,250mm	NF EN 933-1 0,5mm	NF EN 933-1 1mm	NF EN 933-1 2mm	NF EN 933-1 2,8mm	NF EN 933-1 3,15mm	NF EN 933-1 4mm	NF EN 933-1 5mm	NF EN 933-1 5,6mm	NF EN 933-1 6,3mm	NF EN 933-1 7,1mm	NF EN 933-1 8mm	NF EN 933-1 9mm	NF EN 933-1 10mm	NF EN 933-1 11,2mm	NF EN 933-1 12,5mm	NF P18-545 810,2.1 Code "P"		
4	Plateforme DLB de Gonesse	1_2	Sable 0/6,3	-	1,1	3	7	16	28	45	58	63	75	84	90	95	99	100	100	100	100	100	f _A		
9	Plateforme DLB de Gonesse	1_3	Sable 0/6,3	-	1,3	3	9	19	33	52	64	70	81	89	94	95	97	98	99	100	100	100	f _A		
11	Plateforme DLB de Gonesse	1_4	Sable 0/6,3	-	2,0	5	12	23	36	52	63	67	77	86	92	96	99	100	100	100	100	100	f _A		
15	Plateforme DLB de Gonesse	1_5	Sable 0/6,3	-	2,2	5	12	23	37	55	66	71	81	89	94	96	98	98	98	100	100	100	f _A		
17	Plateforme DLB de Gonesse	1_6	Sable 0/6,3	-	4,4	8	16	29	44	61	72	76	84	90	96	99	100	100	100	100	100	100	f _A		
19	Plateforme DLB de Gonesse	1_7	Sable 0/6,3	-	2,0	5	11	22	33	47	58	62	74	86	94	99	100	100	100	100	100	100	f _A		
25	Plateforme DLB de Gonesse	1_8	Sable 0/6,3	-	2,9	8	17	31	47	67	78	81	89	94	98	99	100	100	100	100	100	100	f _A		
29	Plateforme DLB de Gonesse	1_9	Sable 0/6,3	-	2,2	4	11	27	45	63	74	77	86	93	98	100	100	100	100	100	100	100	f _A		
33	Plateforme DLB de Gonesse	1_10	Sable 0/6,3	-	2,7	5	11	20	32	48	60	65	76	88	95	99	100	100	100	100	100	100	f _A		
37	Plateforme DLB de Gonesse	1_11	Sable 0/6,3	-	0,7	4	10	21	35	51	62	67	79	88	95	99	100	100	100	100	100	100	f _A		
41	Plateforme DLB de Gonesse	1_12	Sable 0/6,3	-	4,6	8	17	32	51	71	81	85	92	96	98	100	100	100	100	100	100	100	f _A		
Synthèse des résultats																									
					NF EN 933-1 (0,063mm)	NF EN 933-1 0,125mm	NF EN 933-1 0,250mm	NF EN 933-1 0,5mm	NF EN 933-1 1mm	NF EN 933-1 2mm	NF EN 933-1 2,8mm	NF EN 933-1 3,15mm	NF EN 933-1 4mm	NF EN 933-1 5mm	NF EN 933-1 5,6mm	NF EN 933-1 6,3mm	NF EN 933-1 7,1mm	NF EN 933-1 8mm	NF EN 933-1 9mm	NF EN 933-1 10mm	NF EN 933-1 11,2mm	NF EN 933-1 12,5mm			
					4,6	8	17	32	51	71	81	85	92	96	98	100	100	100	100	100	100	100	100		
					3,9	8	16	30	47	66	77	81	89	94	98	100	100	100	100	100	100	100	100		
					2,4	5	12	24	38	56	67	71	81	89	95	98	99	100	100	100	100	100	100		
					0,8	3	8	17	29	45	57	62	74	85	92	95	98	99	99	100	100	100	100		
					0,7	3	7	16	28	45	58	62	74	84	90	95	97	98	98	99	100	100	100		
					1,2	2	3	5	7	9	8	8	6	4	3	2	1	1	1	0	0	0	0		
					3,9	5	10	16	23	26	23	23	18	12	8	5	3	2	2	2	1	0	0		
					11	11	11	11	11	11	11	11	11	11	11	11	11	11	11	11	11	11	11	11	
					Nombre de valeurs																				

Tableau 5 : résultats des analyses granulométriques réalisées sur les sables recyclés provenant de la plateforme DLB

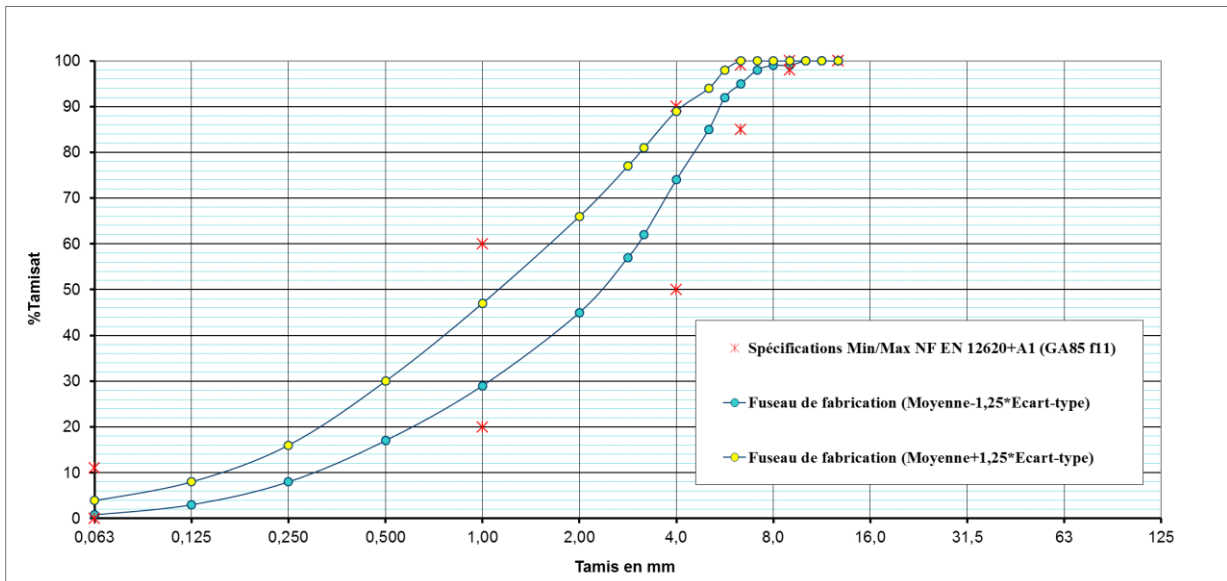


Figure 1 : représentation graphique des analyses granulométriques des sables recyclés provenant de la plateforme DLB

Après comparaison des résultats d'analyse granulométrique des sables recyclés provenant de la plateforme DLB avec les spécifications de la norme NF EN 12620+A1 pour une classe granulaire 0/6,3 mm (catégories G_{A85} et f_{11}), nous constatons que 2 échantillons sortent des spécifications. Le premier dépasse le seuil de 99 % de tamisat à « D ». Le second est également fin et dépasse le seuil de 99 % de tamisat à « D », ainsi que celui de 90 % au tamis de 4 mm. Les valeurs moyennes des tamisats aux différentes dimensions sont conformes aux spécifications de la norme NF EN 12620+A1.

Notons que les spécifications de la norme NF EN 12620+A1 auxquelles nous comparons nos résultats d'analyse granulométrique correspondent aux catégories NF EN reprises dans l'article 10 de la norme NF P18-545.

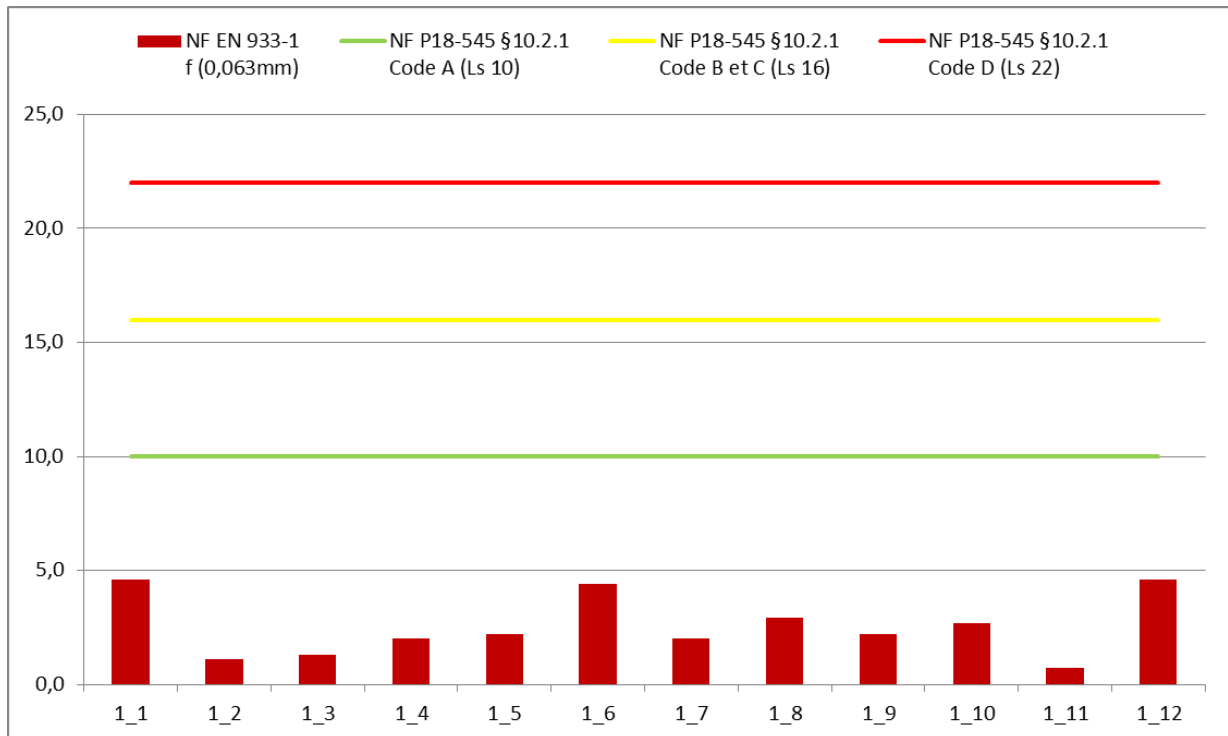


Figure 2 : teneur en fines (f en %) des sables recyclés provenant de la plateforme DLB

Dans le cadre de notre étude, nous avons fait le choix de comparer les résultats de teneurs en fines aux spécifications de l'article 10 de la norme NF P18-545 pour un sable. Par définition, la classe granulaire d'un sable est $0/D$ avec un D inférieur ou égale à 4 mm, alors que les échantillons étudiés sont de classe granulaire $0/6,3$ mm.

Les teneurs en fines mesurées sur les sables recyclés provenant de la plateforme DLB sont toutes inférieures au seuil le plus restrictif de 10 %, permettant de classer individuellement l'ensemble des échantillons testés en code f_A , suivant l'article 10 de la norme NF P18-545. De plus, les résultats rentrent dans une étendue inférieure à 6 %.

N°	Plateforme	Lot	Coupure testée	Remarque	NF EN 933-1 f (0,063mm)	NF EN 933-1 0,125mm	NF EN 933-1 0,250mm	NF EN 933-1 0,5mm	NF EN 933-1 1mm	NF EN 933-1 2mm	NF EN 933-1 2,8mm	NF EN 933-1 3,15mm	NF EN 933-1 4mm	NF EN 933-1 5mm	NF EN 933-1 5,6mm	NF EN 933-1 6,3mm	NF EN 933-1 7,1mm	NF EN 933-1 8mm	NF EN 933-1 9mm	NF EN 933-1 10mm	NF EN 933-1 11,2mm	NF EN 933-1 12,5mm	NF P48-545 810,2.1 Code "P"
13	Plateforme ANCYCLA de Villefranche sur Saône	2_2	Sable 0/6,3	Coupure réalisée en laboratoire	2,2	4	9	19	34	53	63	67	76	84	89	92	97	100	100	100	100	100	f _A
21	Plateforme ANCYCLA de Villefranche sur Saône	2_3	Sable 0/6,3	Coupure réalisée en laboratoire	5,2	8	12	21	34	51	60	64	74	81	86	91	95	100	100	100	100	100	f _A
23	Plateforme ANCYCLA de Villefranche sur Saône	2_4	Sable 0/6,3	Coupure réalisée en laboratoire	4,8	7	10	18	31	50	62	67	77	86	91	96	99	99	100	100	100	100	f _A
27	Plateforme ANCYCLA d'ANSE	2_5	Sable 0/6,3	Coupure réalisée en laboratoire	5,1	8	13	22	34	50	59	63	72	79	85	90	95	100	100	100	100	100	f _A
31	Plateforme ANCYCLA d'ANSE	2_6	Sable 0/6,3	Coupure réalisée en laboratoire	7,7	11	16	26	40	56	67	71	81	89	95	99	100	100	100	100	100	100	f _A
35	Plateforme ANCYCLA d'ANSE	2_7	Sable 0/6,3	Coupure réalisée en laboratoire	10,9	15	21	32	47	64	74	78	86	91	95	97	100	100	100	100	100	100	f _B
39	Plateforme ANCYCLA d'ANSE	2_8	Sable 0/6,3	Coupure réalisée en laboratoire	6,7	11	17	29	43	60	71	75	84	90	94	98	100	100	100	100	100	100	f _A
43	Plateforme ANCYCLA d'ANSE	2_9	Sable 0/6,3	Coupure réalisée en laboratoire	7,5	11	17	29	43	60	70	74	83	90	93	97	100	100	100	100	100	100	f _A
45	Plateforme ANCYCLA d'ANSE	2_10	Sable 0/6,3	Coupure réalisée en laboratoire	5,3	9	16	29	45	63	72	77	85	90	94	98	100	100	100	100	100	100	f _A
47	Plateforme ANCYCLA d'ANSE	2_11	Sable 0/6,3	Coupure réalisée en laboratoire	5,2	8	14	27	42	60	71	75	85	92	96	100	100	100	100	100	100	100	f _A
49	Plateforme ANCYCLA d'ANSE	2_12	Sable 0/6,3	Coupure réalisée en laboratoire	6,8	10	15	26	39	56	67	72	82	89	94	99	100	100	100	100	100	100	f _A
Synthèse des résultats																							
<i>Maximum</i>																							
					10,9	15	21	32	47	64	74	78	86	92	96	100	100	100	100	100	100	100	
<i>Moyenne +1,25 * Ecart-type</i>																							
					6,1	9	15	25	39	57	67	71	80	87	93	97	100	100	100	100	100	100	
<i>Moyenne -1,25 * Ecart-type</i>																							
					3,4	6	10	20	33	50	60	65	74	82	87	92	96	100	100	100	100	100	
<i>Minimum</i>																							
					2,2	4	9	18	31	50	59	63	72	79	85	90	95	99	100	100	100	100	
<i>Ecart-type</i>																							
					2,2	3	3	5	5	5	5	5	5	4	4	3	2	0	0	0	0	0	
<i>Etendue</i>																							
					8,7	11	12	14	16	14	15	15	14	13	11	10	5	1	0	0	0	0	
<i>Nombre de valeurs</i>																							
					11	11	11	11	11	11	11	11	11	11	11	11	11	11	11	11	11	11	

Tableau 6 : résultats des analyses granulométriques réalisées sur les sables recyclés provenant des plateformes ANCYCLA

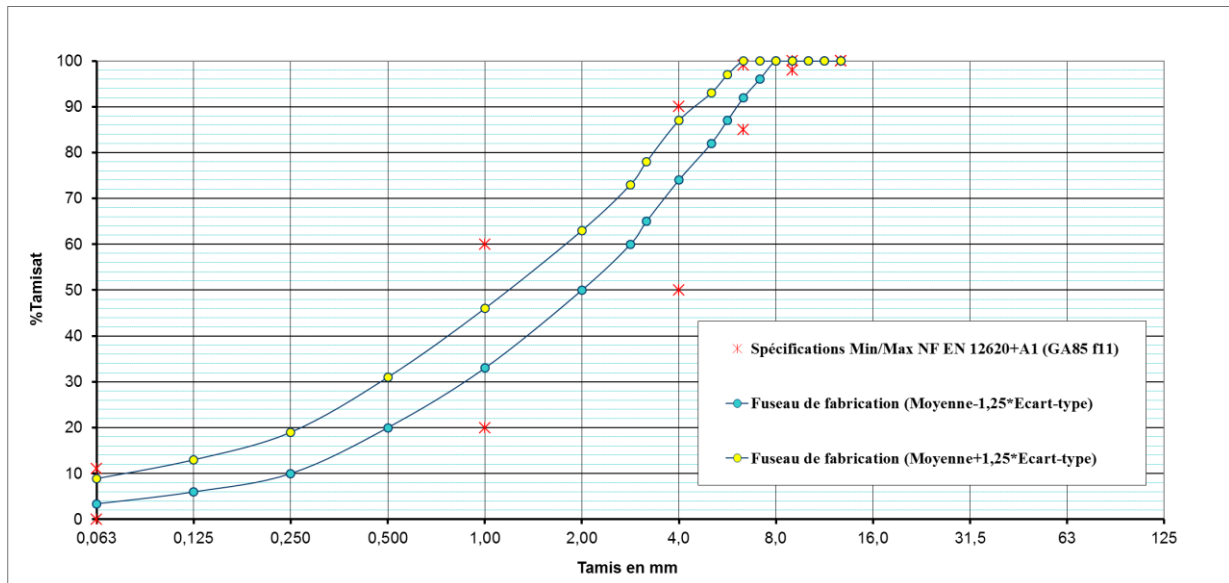


Figure 3 : représentation graphique des analyses granulométriques des sables recyclés provenant des plateformes ANCYCLA

Après comparaison des résultats d'analyse granulométrique des sables recyclés provenant des plateformes ANCYCLA avec les spécifications de la norme NF EN 12620+A1 pour une classe granulaire 0/6,3 mm (catégories G_{A85} et f_{11}), nous constatons qu'un seul des échantillons sort des spécifications par le dépassement du seuil de 99 % de tamisat à « D ». Les valeurs moyennes des tamisats aux différentes dimensions sont conformes aux spécifications de la norme NF EN 12620+A1.

Notons que les spécifications de la norme NF EN 12620+A1 auxquelles nous comparons nos résultats d'analyse granulométrique correspondent aux catégories NF EN représentées dans l'article 10 de la norme NF P18-545.

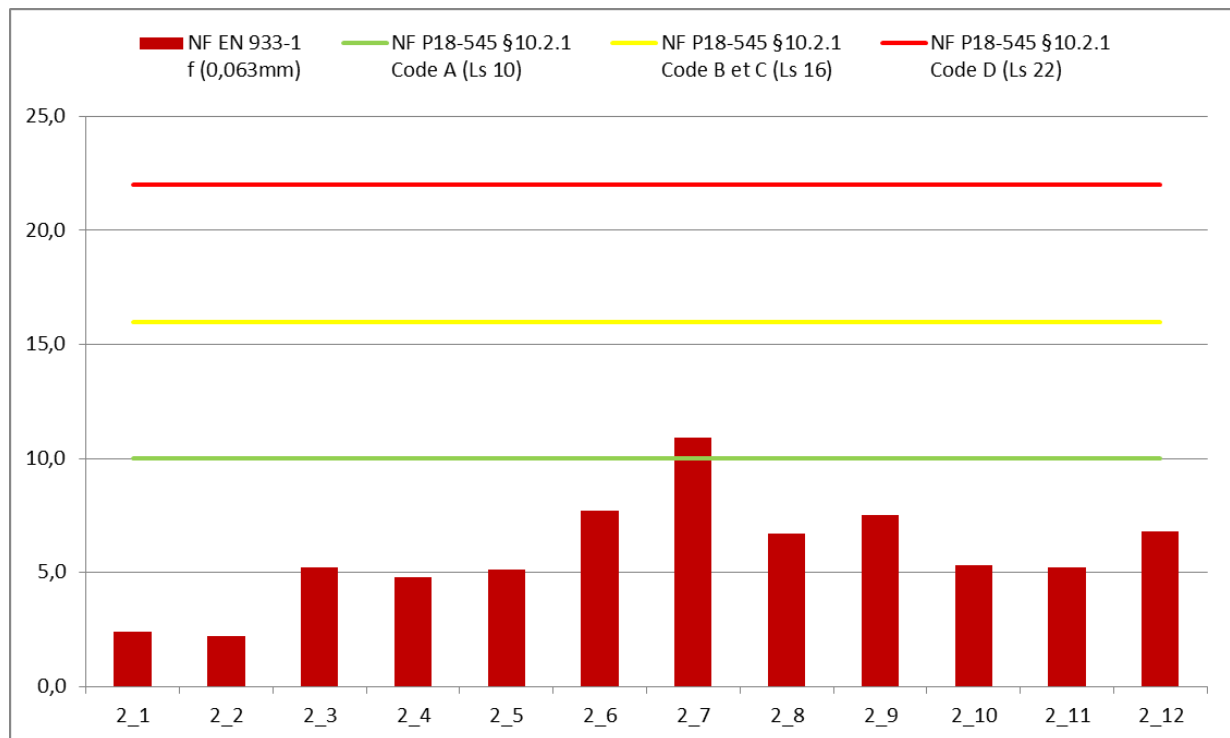


Figure 4 : teneur en fines (f en %) des sables recyclés provenant des plateformes ANCYCLA

Dans le cadre de notre étude, nous avons fait le choix de comparer les résultats de teneurs en fines aux spécifications de l'article 10 de la norme NF P18-545 pour un sable. Par définition, la classe granulaire d'un sable est 0/D avec un D inférieur ou égale à 4 mm, alors que les échantillons étudiés sont de classe granulaire 0/6,3 mm.

En majorité, les teneurs en fines mesurées sur les sables recyclés provenant des plateformes ANCYCLA sont inférieures au seuil le plus restrictif de 10 %, permettant de classer individuellement 11 des échantillons testés en code f_A , suivant l'article 10 de la norme NF P18-545. Un seul échantillon se classe en code f_B avec une teneur en fines supérieure à 10 %, mais inférieure au seuil supérieur de 16 %. Cette échantillon pourrait se classer en code f_A en admettant la conformité au seuil de 11 % requis pour les matériaux dont le D est supérieur à 4 mm.

La moyenne des teneurs en fines mesurées sur les sables recyclés reste inférieure au seuil de 10 %, mais l'étendue des résultats dépasse 6 %.

Notons que les sables recyclés provenant des plateformes ANCYCLA ont été élaborés en laboratoire à partir d'échantillons de grave recyclée. Leur élaboration a été effectuée par un simple tamisage sans autres formes de traitement (lavage, défillérisation, ...).

N°	Plateforme	Lot	Coupures testées	Remarque	NF EN 933-1 f (0,075mm)	NF EN 933-1 3,15mm	NF EN 933-1 4mm	NF EN 933-1 5mm	NF EN 933-1 5,6mm	NF EN 933-1 6,3mm	NF EN 933-1 7,1mm	NF EN 933-1 8mm	NF EN 933-1 9mm	NF EN 933-1 10mm	NF EN 933-1 11,2mm	NF EN 933-1 12,5mm	NF EN 933-1 14mm	NF EN 933-1 16mm	NF EN 933-1 18mm	NF EN 933-1 20mm	NF EN 933-1 22,4mm	NF EN 933-1 25mm	NF EN 933-1 28mm	NF EN 933-1 31,5mm	NF EN 933-1 40mm	NF EN 933-1 Crab. G ^o	
																											G _A
5	Plateforme DLB de Gènesse	L2	Gravillon 6,3/20	-	0,6	2	3	3	6	11	18	28	38	46	59	72	81	89	96	99	100	100	100	100	100	G _A	
10	Plateforme DLB de Gènesse	L3	Gravillon 6,3/20	-	0,5	1	2	2	4	8	13	19	24	35	45	58	70	83	92	97	100	100	100	100	100	G _A	
12	Plateforme DLB de Gènesse	L4	Gravillon 6,3/20	-	0,5	1	1	1	1	1	3	5	10	15	23	33	43	55	68	79	94	100	100	100	100	G _A	
16	Plateforme DLB de Gènesse	L5	Gravillon 6,3/20	-	0,8	2	2	2	3	6	14	25	37	46	56	65	72	83	90	95	99	100	100	100	100	G _A	
18	Plateforme DLB de Gènesse	L6	Gravillon 6,3/20	-	1,3	2	2	2	2	3	4	9	12	20	30	40	52	68	83	92	99	100	100	100	100	G _A	
20	Plateforme DLB de Gènesse	L7	Gravillon 6,3/20	-	0,3	1	1	1	2	4	10	19	26	38	49	60	68	81	90	95	100	100	100	100	100	G _A	
26	Plateforme DLB de Gènesse	L8	Gravillon 6,3/20	-	0,4	1	1	1	2	3	7	15	24	35	47	58	68	83	91	96	100	100	100	100	100	G _A	
30	Plateforme DLB de Gènesse	L9	Gravillon 6,3/20	-	1,9	3	3	3	3	4	6	10	14	21	31	43	55	71	84	94	100	100	100	100	100	Hors code	
34	Plateforme DLB de Gènesse	L10	Gravillon 6,3/20	-	0,9	1	1	2	2	2	3	5	9	13	24	37	53	70	81	94	100	100	100	100	100	G _A	
38	Plateforme DLB de Gènesse	L11	Gravillon 6,3/20	-	0,7	2	2	2	3	7	13	21	30	39	49	58	67	78	88	97	100	100	100	100	100	G _A	
42	Plateforme DLB de Gènesse	L12	Gravillon 6,3/20	-	0,8	2	2	3	5	10	15	24	32	41	51	60	72	85	93	98	100	100	100	100	100	G _A	
Synthèse des résultats					NF EN 933-1 (0,075mm)	NF EN 933-1 3,15mm	NF EN 933-1 4mm	NF EN 933-1 5mm	NF EN 933-1 5,6mm	NF EN 933-1 6,3mm	NF EN 933-1 7,1mm	NF EN 933-1 8mm	NF EN 933-1 9mm	NF EN 933-1 10mm	NF EN 933-1 11,2mm	NF EN 933-1 12,5mm	NF EN 933-1 14mm	NF EN 933-1 16mm	NF EN 933-1 18mm	NF EN 933-1 20mm	NF EN 933-1 22,4mm	NF EN 933-1 25mm	NF EN 933-1 28mm	NF EN 933-1 31,5mm	NF EN 933-1 40mm	NF EN 933-1 Crab. G ^o	
Moyenne					1,9	2	3	3	6	11	18	28	38	46	59	72	81	89	96	96	99	100	100	100	100	100	
Moyenne + 1,25 * Ecart-type					1,4	2	3	3	5	9	16	27	37	47	58	69	78	89	97	100	100	100	100	100	100	100	
Moyenne					0,8	2	2	2	3	5	10	16	23	32	42	53	64	72	82	94	99	100	100	100	100	100	
Moyenne - 1,25 * Ecart-type					0,2	1	1	1	1	1	3	6	10	16	26	37	50	65	77	87	94	99	100	100	100	100	
Minimum					0,5	1	1	1	1	1	3	5	9	13	23	33	43	55	68	79	88	95	99	100	100	100	
Ecart-type					1,6	2	2	2	5	10	15	23	29	33	36	39	43	47	54	58	60	62	64	66	68	70	
Nombre de valeurs					11	11	11	11	11	11	11	11	11	11	11	11	11	11	11	11	11	11	11	11	11	11	11

Tableau 7 : résultats des analyses granulométriques réalisées sur les gravillons recyclés provenant de la plateforme DLB

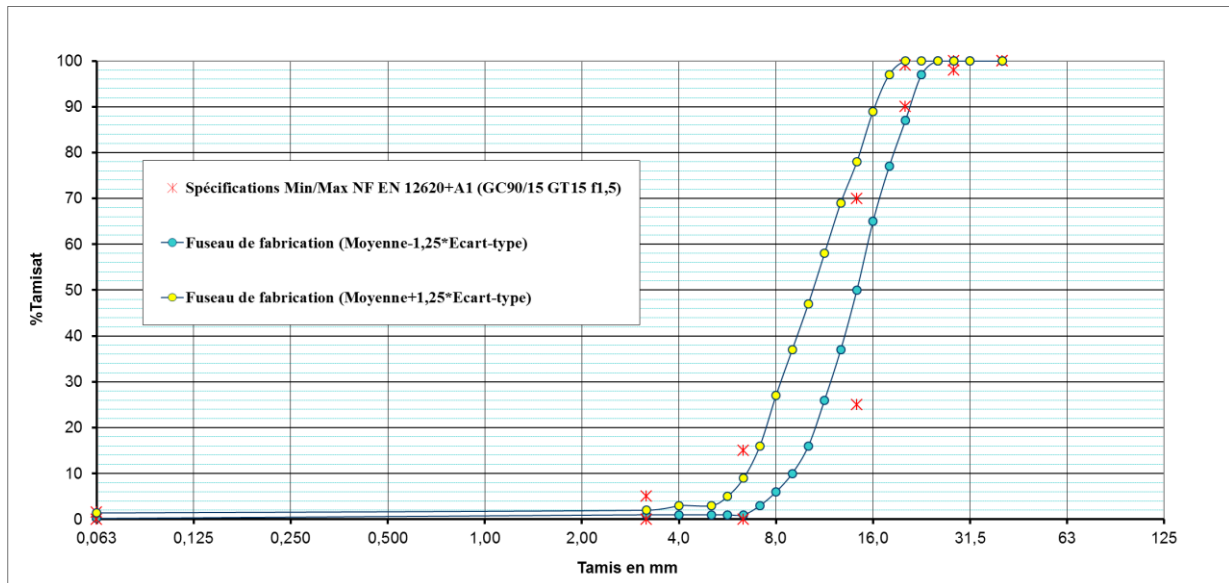


Figure 5 : représentation graphique des analyses granulométriques des gravillons recyclés provenant de la plateforme DLB

Après comparaison des résultats d'analyse granulométrique des gravillons recyclés provenant de la plateforme DLB avec les spécifications de la norme NF EN 12620+A1 pour une classe granulaire 6,3/20 mm (catégories $G_{c90/15}$, G_{T15} et $f_{1,5}$), nous constatons que 5 échantillons sortent des spécifications. Un échantillon est grossier à « D » avec une valeur de tamisat inférieure au seuil de 90 % au tamis de 20 mm. 3 échantillons sont fins au tamis intermédiaire avec des valeurs de tamisat supérieures au seuil de 70 % au tamis de 14 mm. Le dernier échantillon dépasse le seuil de 1,5 % de teneur en fines. Les valeurs moyennes des tamisats aux différentes dimensions sont conformes aux spécifications de la norme NF EN 12620+A1.

Notons que les spécifications de la norme NF EN 12620+A1 auxquelles nous comparons nos résultats d'analyse granulométrique correspondent aux catégories NF EN reprises dans l'article 10 de la norme NF P18-545.

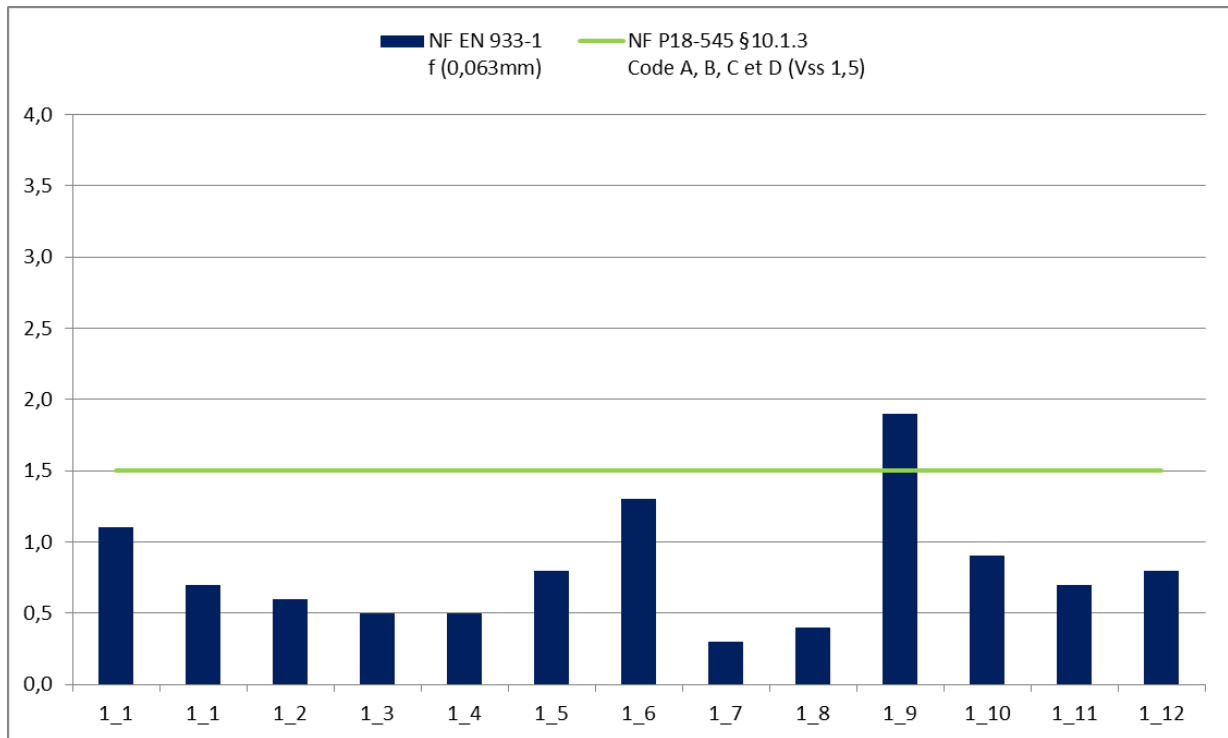


Figure 6 : teneur en fines (f en %) des gravillons recyclés provenant de la plateforme DLB

La teneur en fines moyenne des gravillons recyclés provenant de la plateforme DLB est inférieure au seul seuil admis pour une utilisation dans les bétons de 1,5 %, suivant l'article 10 de la norme NF P18-545.

Un seul échantillon de gravillon recyclé dépasse le seuil de 1,5 % et se retrouve donc hors code. La conformité de cet échantillon pourrait être admise par rapport à la valeur seuil de 4 %, à condition de mettre en évidence la non nocivité de ses fines par l'essai au bleu de méthylène sur la fraction 0/0,125 mm décrit dans l'Annexe A de la norme NF EN 933-9, comme proposé dans le renvoi (1) du tableau 45 de la norme NF P18-545.

N°	Plate forme	Lot	Coupage testée	Remarque	NF EN 933-1 (0,063mm)	NF EN 933-1 4mm	NF EN 933-1 5,6mm	NF EN 933-1 6,3mm	NF EN 933-1 7,1mm	NF EN 933-1 8mm	NF EN 933-1 9mm	NF EN 933-1 10mm	NF EN 933-1 11,2mm	NF EN 933-1 12,5mm	NF EN 933-1 14mm	NF EN 933-1 16mm	NF EN 933-1 18mm	NF EN 933-1 20mm	NF EN 933-1 22,4mm	NF EN 933-1 25mm	NF EN 933-1 28mm	NF EN 933-1 31,5mm	NF EN 933-1 40mm	NF EN 933-1 47,5mm	Hors code		
14	Plateforme ANCYCLA de Ultrazone en zone	Z_2	Gravillon 6.3/20	Coupage réalisée en laboratoire	1,8	3	3	3	3	6	21	34	45	58	70	80	89	94	99	100	100	100	100	100	Hors code		
22	Plateforme ANCYCLA de Ultrazone en zone	Z_3	Gravillon 6.3/20	Coupage réalisée en laboratoire	2,2	4	5	5	5	9	17	25	36	46	55	67	78	91	100	100	100	100	100	100	Hors code		
24	Plateforme ANCYCLA de Ultrazone en zone	Z_4	Gravillon 6.3/20	Coupage réalisée en laboratoire	1,0	4	4	4	5	8	15	21	28	36	43	52	63	73	84	96	100	100	100	100	GFA		
28	Plateforme ANCYCLA de Ultrazone en zone	Z_5	Gravillon 6.3/20	Coupage réalisée en laboratoire	1,7	3	3	4	4	6	14	23	33	43	52	64	73	81	90	100	100	100	100	100	Hors code		
32	Plateforme ANCYCLA de Ultrazone en zone	Z_6	Gravillon 6.3/20	Coupage réalisée en laboratoire	2,0	4	5	5	7	16	28	38	47	56	65	74	83	93	100	100	100	100	100	100	Hors code		
36	Plateforme ANCYCLA de Ultrazone en zone	Z_7	Gravillon 6.3/20	Coupage réalisée en laboratoire	2,0	5	5	5	5	8	21	37	49	60	68	75	83	89	92	96	100	100	100	100	Hors code		
40	Plateforme ANCYCLA de Ultrazone en zone	Z_8	Gravillon 6.3/20	Coupage réalisée en laboratoire	1,1	4	4	4	6	13	26	37	48	59	67	75	84	92	98	100	100	100	100	100	GFA		
44	Plateforme ANCYCLA de Ultrazone en zone	Z_9	Gravillon 6.3/20	Coupage réalisée en laboratoire	2,0	6	6	7	7	12	26	36	46	55	63	71	80	86	90	96	99	100	100	100	Hors code		
46	Plateforme ANCYCLA de Ultrazone en zone	Z_10	Gravillon 6.3/20	Coupage réalisée en laboratoire	0,3	4	6	9	12	15	20	29	38	46	54	61	68	78	85	92	97	99	100	100	GFA		
48	Plateforme ANCYCLA de Ultrazone en zone	Z_11	Gravillon 6.3/20	Coupage réalisée en laboratoire	0,6	5	5	6	9	17	25	38	48	58	67	74	82	89	95	98	99	100	100	100	GFA		
50	Plateforme ANCYCLA de Ultrazone en zone	Z_12	Gravillon 6.3/20	Coupage réalisée en laboratoire	1,4	5	5	5	6	11	23	33	46	58	68	76	86	91	96	100	100	100	100	100	GFA		
Symbole des résultats					NF EN 933-1 (0,063mm)	NF EN 933-1 3,15mm	NF EN 933-1 5mm	NF EN 933-1 5,6mm	NF EN 933-1 6,3mm	NF EN 933-1 7,1mm	NF EN 933-1 8mm	NF EN 933-1 9mm	NF EN 933-1 10mm	NF EN 933-1 11,2mm	NF EN 933-1 12,5mm	NF EN 933-1 14mm	NF EN 933-1 16mm	NF EN 933-1 18mm	NF EN 933-1 20mm	NF EN 933-1 22,4mm	NF EN 933-1 25mm	NF EN 933-1 28mm	NF EN 933-1 31,5mm	NF EN 933-1 40mm	NF EN 933-1 47,5mm		
Moyenne + 1,25 * Ecart-type					2,2	6	9	12	15	20	38	49	60	68	76	86	93	100	100	100	100	100	100	100	100		
Moyenne					2,3	5	6	7	8	11	18	31	42	53	63	72	79	88	94	99	100	100	100	100	100		
Moyenne - 1,25 * Ecart-type					0,7	3	3	2	3	4	8	18	27	37	46	55	67	76	85	94	99	100	100	100	100		
Ecart-type					0,6	1	2	2	3	3	6	14	23	33	43	52	62	73	82	91	98	100	100	100	100		
Extremes					1,9	3	6	9	12	17	23	24	26	27	25	24	23	20	19	10	1	0	0	0	0		
Nombre de valeurs					11	11	11	11	11	11	11	11	11	11	11	11	11	11	11	11	11	11	11	11	11	11	

Tableau 8 : résultats des analyses granulométriques réalisées sur les gravillons recyclés provenant des plateformes ANCYCLA

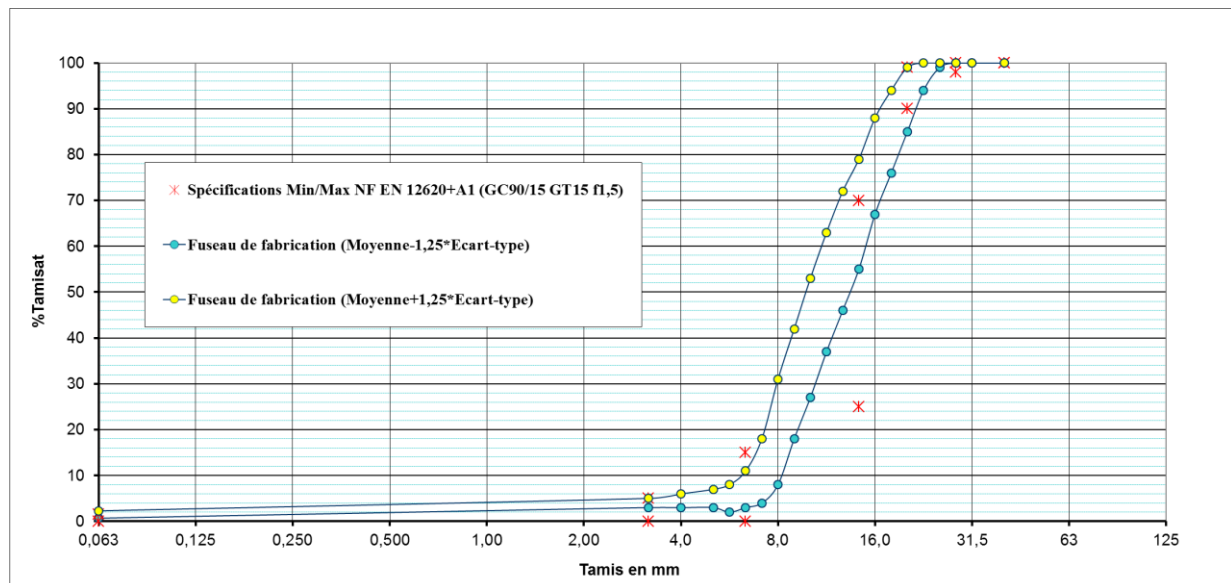


Figure 7 : représentation graphique des analyses granulométriques des gravillons recyclés provenant des plateformes ANCYCLA

Après comparaison des résultats d'analyse granulométrique des gravillons recyclés provenant des plateformes ANCYCLA avec les spécifications de la norme NF EN 12620+A1 pour une classe granulaire 6,3/20 mm (catégories $G_{C90/15}$, G_{T15} et $f_{1,5}$), nous constatons qu'un seul échantillon est conforme à l'ensemble des spécifications. Dans le détail, 6 valeurs de teneur en fines dépassent le seuil de 1,5 %. Un échantillon présente une valeur de tamisat supérieure à 5 % à « d/2 ». Au tamis intermédiaire de 14 mm, 6 valeurs dépassent le seuil de 70 %. A « D », un échantillon dépasse le seuil de 99 % et à l'inverse, 2 autres valeurs de tamisat sont inférieures au seuil de 90 %. Les valeurs moyennes des tamisats aux différentes dimensions restent tout de même conformes aux spécifications de la norme NF EN 12620+A1.

Notons que les spécifications de la norme NF EN 12620+A1 auxquelles nous comparons nos résultats d'analyse granulométrique correspondent aux catégories NF EN représentées dans l'article 10 de la norme NF P18-545.

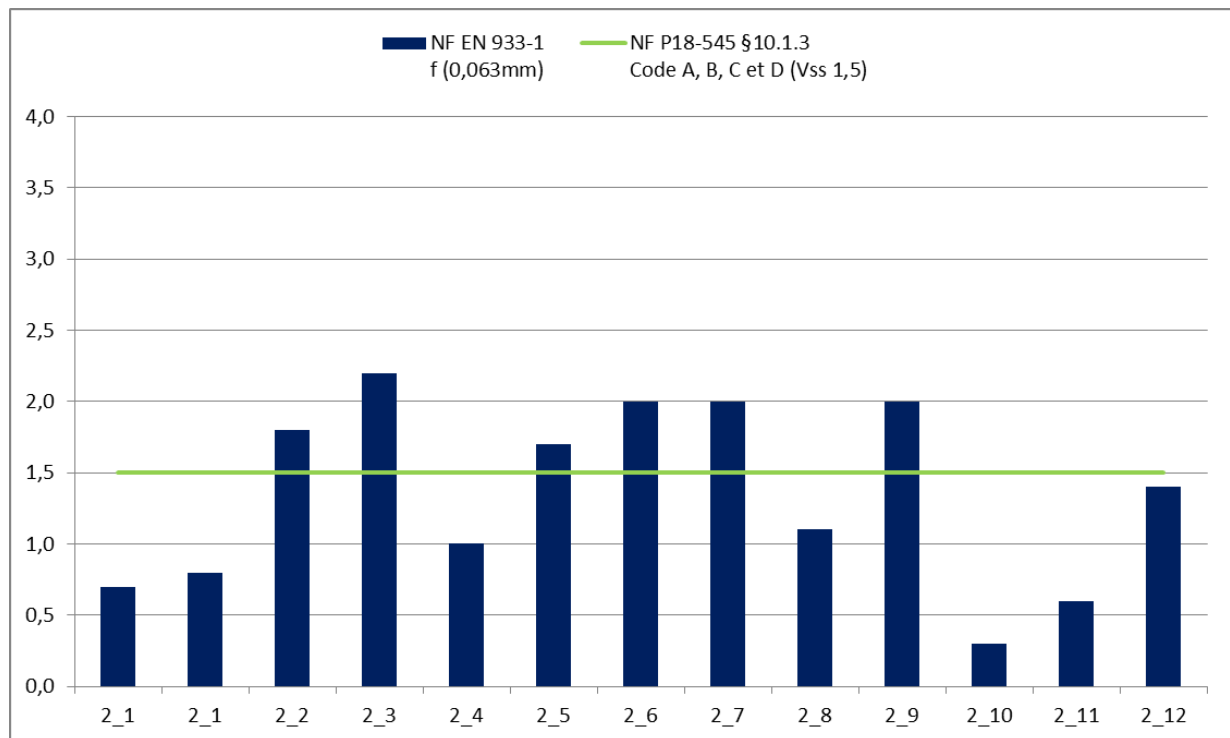


Figure 8 : teneur en fines (f en %) des gravillons recyclés provenant des plateformes ANCYCLA

La teneur en fines moyenne des gravillons recyclés provenant des plateformes ANCYCLA reste conforme au seul seuil admis pour une utilisation dans les bétons de 1,5 %, suivant l'article 10 de la norme NF P18-545.

Mais nous notons que 6 des échantillons de gravillon recyclé dépassent le seuil de 1,5 % et se retrouve donc hors code. La conformité de ces échantillons pourrait être admise par rapport à la valeur seuil de 4 %, à condition de mettre en évidence la non nocivité de leurs fines par l'essai au bleu de méthylène sur la fraction 0/0,125 mm décrit dans l'Annexe A de la norme NF EN 933-9, comme proposé dans le renvoi (1) du tableau 45 de la norme NF P18-545. Rappelons que comme les sables recyclés, les gravillons recyclés provenant des plateformes ANCYCLA ont été élaborés en laboratoire à partir d'échantillons de grave recyclée. Leur élaboration a été effectuée par un simple tamisage sans autres formes de traitement (lavage, défillérisation, ...).

4.1.2 Coefficient d'aplatissement (NF EN 933-3)

Les résultats des coefficients d'aplatissement mesurés sur les gravillons recyclés réceptionnés ou élaborés en laboratoire sont présentés dans les **Tableaux 9** et **10** et les **Figures 9** et **10**.

N°	Plateforme	Lot	Coupure testée	Remarque	NF EN 933-3 fraction $\geq 4\text{mm}$	NF P18-545 §10.1.4 Code "FI"
2	Plateforme DLB de Gonesse	1_1	Gravillon 4/10	-	7	FI _A
3	Plateforme DLB de Gonesse	1_1	Gravillon 10/20	-	3	FI _A
5	Plateforme DLB de Gonesse	1_2	Gravillon 6,3/20	-	7	FI _A
10	Plateforme DLB de Gonesse	1_3	Gravillon 6,3/20	-	8	FI _A
12	Plateforme DLB de Gonesse	1_4	Gravillon 6,3/20	-	4	FI _A
16	Plateforme DLB de Gonesse	1_5	Gravillon 6,3/20	-	5	FI _A
18	Plateforme DLB de Gonesse	1_6	Gravillon 6,3/20	-	5	FI _A
20	Plateforme DLB de Gonesse	1_7	Gravillon 6,3/20	-	5	FI _A
26	Plateforme DLB de Gonesse	1_8	Gravillon 6,3/20	-	5	FI _A
30	Plateforme DLB de Gonesse	1_9	Gravillon 6,3/20	-	4	FI _A
34	Plateforme DLB de Gonesse	1_10	Gravillon 6,3/20	-	3	FI _A
38	Plateforme DLB de Gonesse	1_11	Gravillon 6,3/20	-	5	FI _A
42	Plateforme DLB de Gonesse	1_12	Gravillon 6,3/20	-	5	FI _A
Synthèse des résultats					NF EN 933-3 fraction $\geq 4\text{mm}$	
Maximum					8	
Moyenne					5	
Minimum					3	
Ecart-type					1	
Etendue					5	
Nombre de valeurs					13	

Tableau 9 : résultats des coefficients d'aplatissement mesurés sur les gravillons recyclés provenant de la plateforme DLB

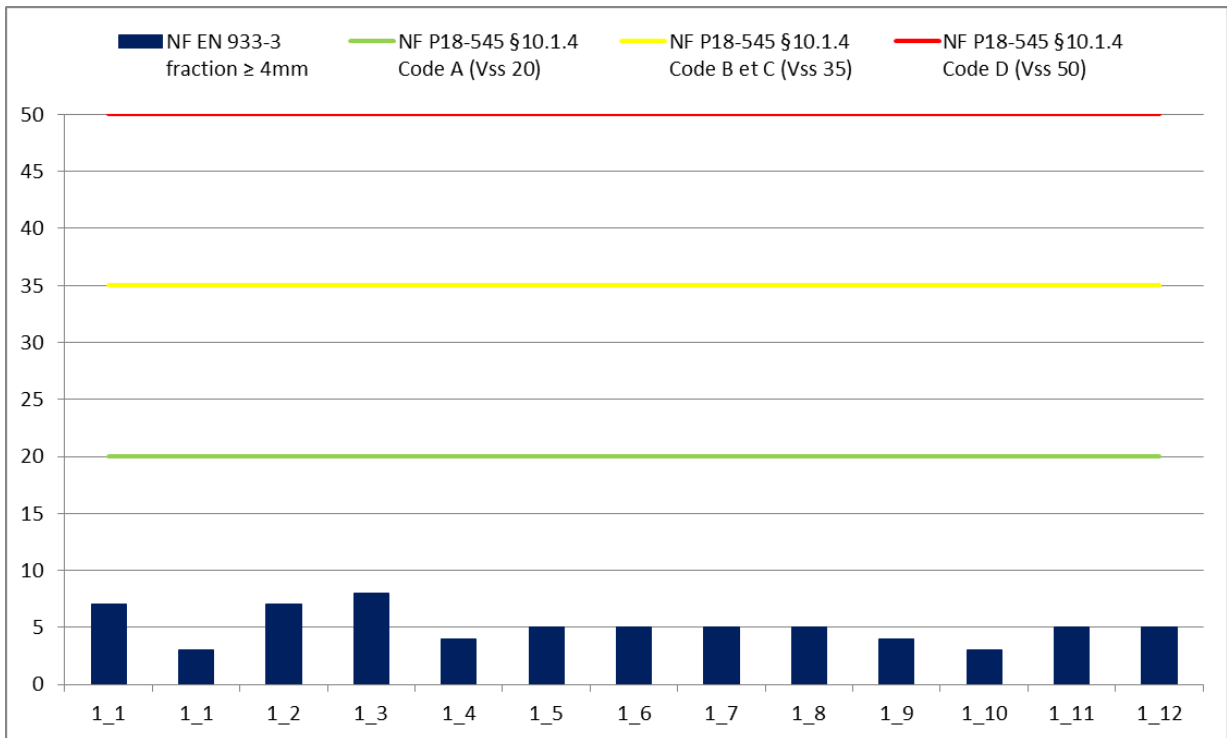


Figure 9 : coefficient d'aplatissement (FI) des gravillons recyclés provenant de la plateforme DLB

L'ensemble des résultats de coefficient d'aplatissement mesurés sur les gravillons recyclés provenant de la plateforme DLB sont très largement inférieurs au seuil le plus restrictif de 20, classant la production de gravillon recyclé en code FI_A, suivant l'article 10 de la norme NF P18-545. Tous les résultats sont inférieurs à 50 % de la valeur seuil.

N°	Plateforme	Lot	Coupure testée	Remarque	NF EN 933-3 fraction $\geq 4\text{mm}$	NF P18-545 §10.1.4 Code "FI"
7	Plateforme ANCYCLA de Villefranche sur Saône	2_1	Gravillon 4/10	Coupure réalisée en laboratoire	3	FI _A
8	Plateforme ANCYCLA de Villefranche sur Saône	2_1	Gravillon 10/22,4	Coupure réalisée en laboratoire	2	FI _A
14	Plateforme ANCYCLA de Villefranche sur Saône	2_2	Gravillon 6,3/20	Coupure réalisée en laboratoire	4	FI _A
22	Plateforme ANCYCLA de Villefranche sur Saône	2_3	Gravillon 6,3/20	Coupure réalisée en laboratoire	6	FI _A
24	Plateforme ANCYCLA de Villefranche sur Saône	2_4	Gravillon 6,3/20	Coupure réalisée en laboratoire	4	FI _A
28	Plateforme ANCYCLA d'ANSE	2_5	Gravillon 6,3/20	Coupure réalisée en laboratoire	5	FI _A
32	Plateforme ANCYCLA d'ANSE	2_6	Gravillon 6,3/20	Coupure réalisée en laboratoire	6	FI _A
36	Plateforme ANCYCLA d'ANSE	2_7	Gravillon 6,3/20	Coupure réalisée en laboratoire	9	FI _A
40	Plateforme ANCYCLA d'ANSE	2_8	Gravillon 6,3/20	Coupure réalisée en laboratoire	5	FI _A
44	Plateforme ANCYCLA d'ANSE	2_9	Gravillon 6,3/20	Coupure réalisée en laboratoire	9	FI _A
46	Plateforme ANCYCLA d'ANSE	2_10	Gravillon 6,3/20	Coupure réalisée en laboratoire	7	FI _A
48	Plateforme ANCYCLA d'ANSE	2_11	Gravillon 6,3/20	Coupure réalisée en laboratoire	8	FI _A
50	Plateforme ANCYCLA d'ANSE	2_12	Gravillon 6,3/20	Coupure réalisée en laboratoire	6	FI _A
Synthèse des résultats					NF EN 933-3 fraction $\geq 4\text{mm}$	
Maximum					9	
Moyenne					6	
Minimum					2	
Ecart-type					2	
Etendue					7	
Nombre de valeurs					13	

Tableau 10 : résultats des coefficients d'aplatissement mesurés sur les gravillons recyclés provenant des plateformes ANCYCLA

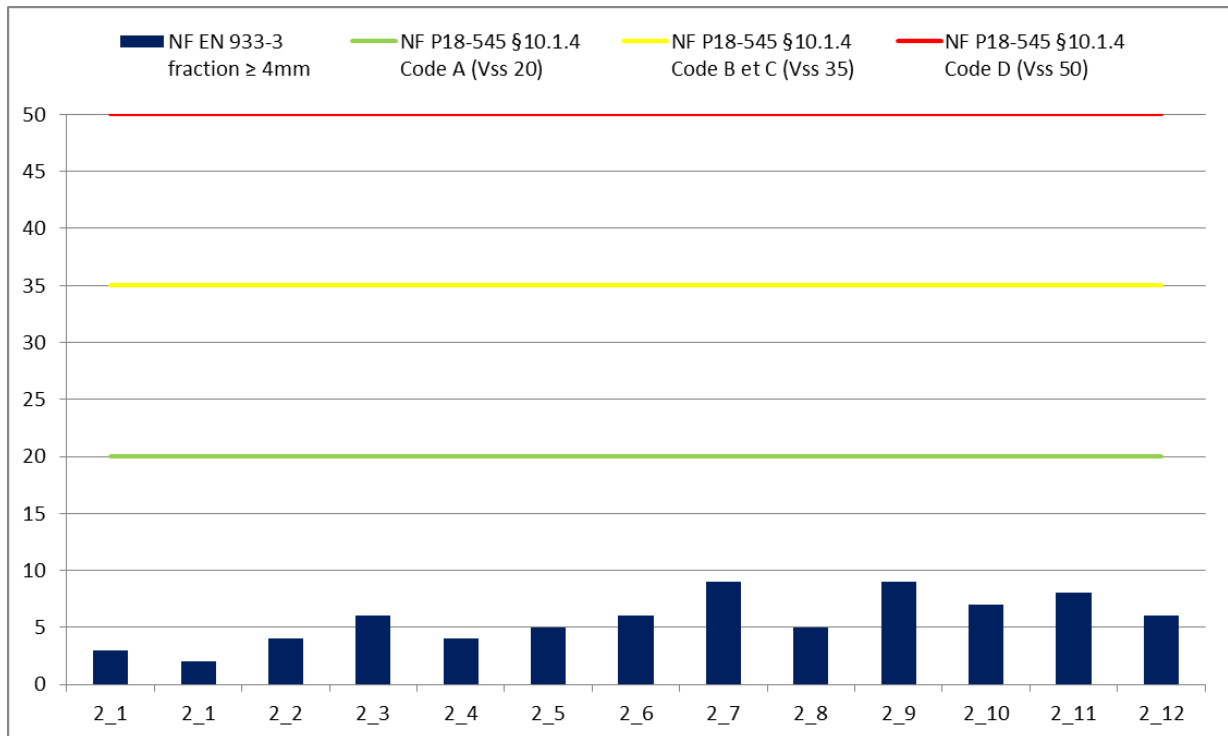


Figure 10 : coefficient d'aplatissement (FI) des gravillons recyclés provenant des plateformes ANCYCLA

L'ensemble des résultats de coefficient d'aplatissement mesurés sur les gravillons recyclés provenant des plateformes ANCYCLA sont très largement inférieurs au seuil le plus restrictif de 20, classant la production de gravillon recyclé en code FI_{A_v} suivant l'article 10 de la norme NF P18-545. Tous les résultats sont inférieurs à 50 % de la valeur seuil.

4.1.3 Essai au bleu de méthylène (NF EN 933-9 – Août 1999)

Les résultats des essais au bleu de méthylène réalisés sur les sables recyclés réceptionnés ou élaborés en laboratoire sont présentés dans les **Tableaux 11** et **12** et les **Figures 11** et **12**.

N°	Plateforme	Lot	Coupure testée	Remarque	NF EN 933-9 - 1999 fraction 0/2mm	NF P18-545 §10.2.3 Code "P"
1	Plateforme DLB de Gonesse	1_1	Sable 0/4	-	1,0	P _A
4	Plateforme DLB de Gonesse	1_2	Sable 0/6,3	-	0,3	P _A
9	Plateforme DLB de Gonesse	1_3	Sable 0/6,3	-	0,3	P _A
11	Plateforme DLB de Gonesse	1_4	Sable 0/6,3	-	0,5	P _A
15	Plateforme DLB de Gonesse	1_5	Sable 0/6,3	-	0,5	P _A
17	Plateforme DLB de Gonesse	1_6	Sable 0/6,3	-	0,8	P _A
19	Plateforme DLB de Gonesse	1_7	Sable 0/6,3	-	0,5	P _A
25	Plateforme DLB de Gonesse	1_8	Sable 0/6,3	-	0,5	P _A
29	Plateforme DLB de Gonesse	1_9	Sable 0/6,3	-	0,8	P _A
33	Plateforme DLB de Gonesse	1_10	Sable 0/6,3	-	0,5	P _A
37	Plateforme DLB de Gonesse	1_11	Sable 0/6,3	-	0,5	P _A
41	Plateforme DLB de Gonesse	1_12	Sable 0/6,3	-	0,5	P _A
Synthèse des résultats					NF EN 933-9 - 1999 fraction 0/2mm	
Maximum					1,0	
Moyenne					0,6	
Minimum					0,3	
Ecart-type					0,2	
Etendue					0,7	
Nombre de valeurs					12	

Tableau 11 : résultats des essais au bleu de méthylène réalisés sur les sables recyclés provenant de la plateforme DLB

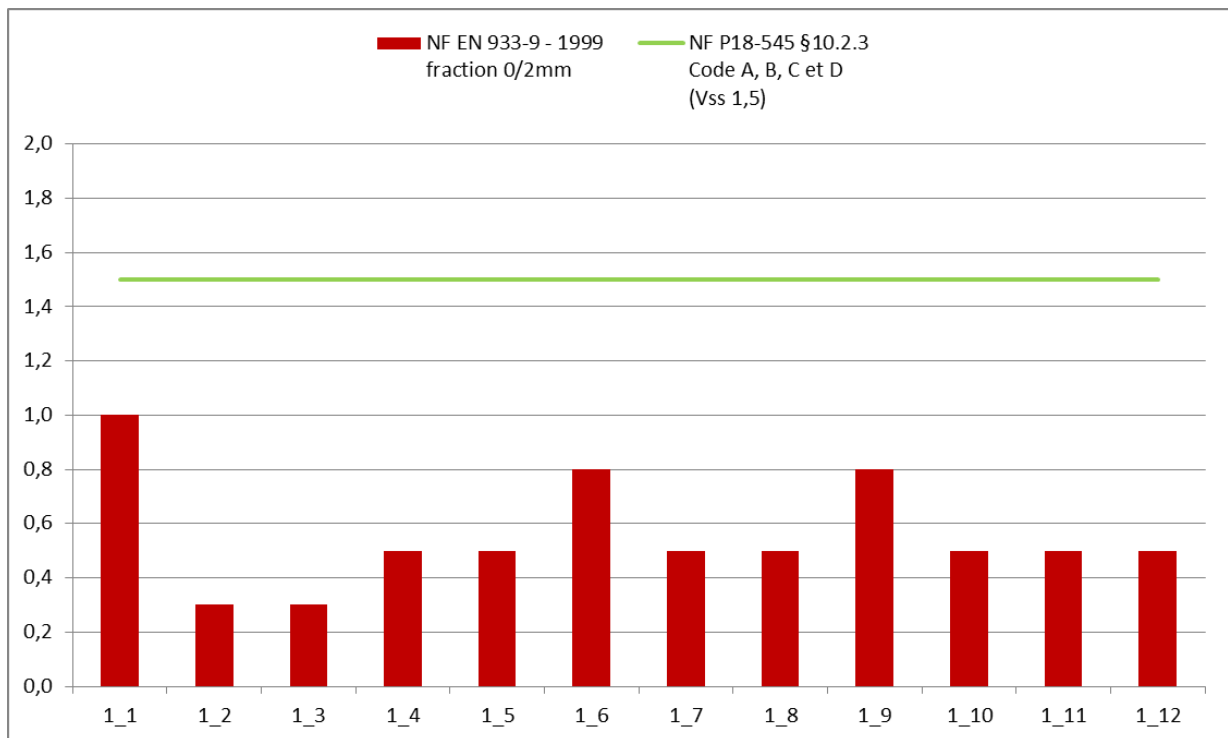


Figure 11 : Valeur de bleu de méthylène (MB) des sables recyclés provenant de la plateforme DLB

Les résultats des essais au bleu de méthylène réalisés sur les sables recyclés provenant de la plateforme DLB sont tous inférieurs au seul seuil admis pour une utilisation dans les bétons de 1,5, classant la production de sable recyclé en code P_A, suivant l'article 10 de la norme NF P18-545.

N°	Plateforme	Lot	Coupure testée	Remarque	NF EN 933-9 - 1999 fraction 0/2mm	NF P18-545 §10.2.3 Code "P"
6	Plateforme ANCYCLA de Villefranche sur Saône	2_1	Sable 0/4	Coupure réalisée en laboratoire	1,0	P _A
13	Plateforme ANCYCLA de Villefranche sur Saône	2_2	Sable 0/6,3	Coupure réalisée en laboratoire	0,5	P _A
21	Plateforme ANCYCLA de Villefranche sur Saône	2_3	Sable 0/6,3	Coupure réalisée en laboratoire	0,2	P _A
23	Plateforme ANCYCLA de Villefranche sur Saône	2_4	Sable 0/6,3	Coupure réalisée en laboratoire	0,5	P _A
27	Plateforme ANCYCLA d'ANSE	2_5	Sable 0/6,3	Coupure réalisée en laboratoire	1,0	P _A
31	Plateforme ANCYCLA d'ANSE	2_6	Sable 0/6,3	Coupure réalisée en laboratoire	1,5	P _A
35	Plateforme ANCYCLA d'ANSE	2_7	Sable 0/6,3	Coupure réalisée en laboratoire	1,0	P _A
39	Plateforme ANCYCLA d'ANSE	2_8	Sable 0/6,3	Coupure réalisée en laboratoire	1,8	Hors code
43	Plateforme ANCYCLA d'ANSE	2_9	Sable 0/6,3	Coupure réalisée en laboratoire	1,0	P _A
45	Plateforme ANCYCLA d'ANSE	2_10	Sable 0/6,3	Coupure réalisée en laboratoire	1,0	P _A
47	Plateforme ANCYCLA d'ANSE	2_11	Sable 0/6,3	Coupure réalisée en laboratoire	0,8	P _A
49	Plateforme ANCYCLA d'ANSE	2_12	Sable 0/6,3	Coupure réalisée en laboratoire	1,0	P _A
Synthèse des résultats					NF EN 933-9 - 1999 fraction 0/2mm	
Maximum					1,8	
Moyenne					0,9	
Minimum					0,2	
Ecart-type					0,4	
Etendue					1,6	
Nombre de valeurs					12	

Tableau 12 : résultats des essais au bleu de méthylène réalisés sur les sables recyclés provenant des plateformes ANCYCLA

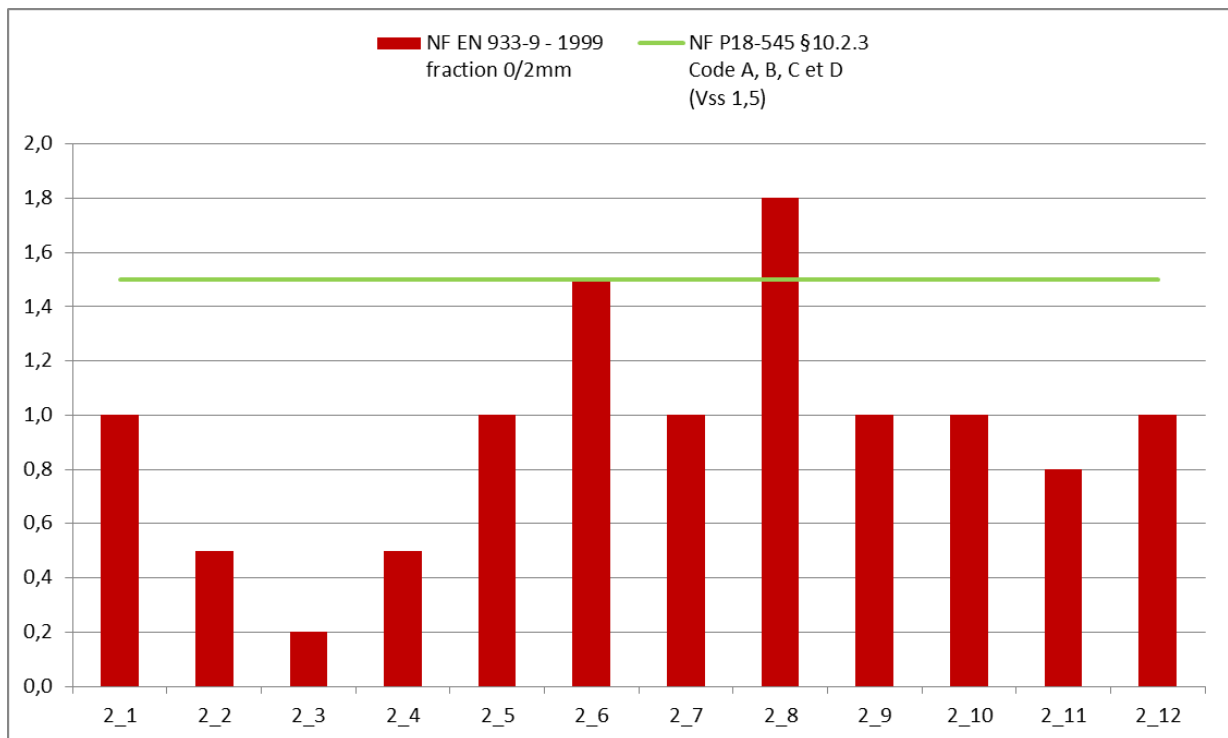


Figure 12 : Valeur de bleu de méthylène (MB) des sables recyclés provenant des plateformes ANCYCLA

Les résultats des essais au bleu de méthylène réalisés sur les sables recyclés provenant des plateformes ANCYCLA sont en moyenne inférieurs au seul seuil admis pour une utilisation dans les bétons de 1,5, suivant l'article 10 de la norme NF P18-545.

Notons, qu'un seul des 12 échantillons de sable recyclé ne se classe pas en code P_A. Avec un résultat supérieur à 1,5, cet échantillon se retrouve hors code. Rappelons également, que les sables recyclés provenant des plateformes ANCYCLA ont été élaborés en laboratoire à partir d'échantillons de grave recyclée. Leur élaboration a été effectuée par un simple tamisage sans autres formes de traitement (lavage, défillérisation, ...).

4.1.4 Essai de classification des constituants de gravillons recyclés (NF EN 933-11)

Les résultats des essais de classification des constituants de gravillons recyclés réalisés sur les gravillons recyclés réceptionnés ou élaborés en laboratoire sont présentés dans les **Tableaux 13** et **14** et les **Figures 13** et **19**. Les **Figures 14** à **18** et **20** à **24** représentent les résultats des essais de classification par type de constituant.

N°	Plateforme	Lot	Coupure testée	Remarque	NF EN 933-11 fraction ≥ 8mm Rc	NF EN 933-11 fraction ≥ 8mm Ru	NF EN 933-11 fraction ≥ 8mm Rc+Ru	NF EN 933-11 fraction ≥ 8mm Rb	NF EN 933-11 fraction ≥ 8mm Ra	NF EN 933-11 fraction ≥ 8mm Rg	NF EN 933-11 fraction ≥ 8mm X	NF EN 933-11 fraction ≥ 8mm X+Rg	NF EN 933-11 fraction ≥ 8mm FL	NF P18-545 §10.5.1 Code "Cr"
3	Plateforme DLB de Gonesse	1_1	Gravillon 10/20	-	86,2	12,0	98,2	0,1	1,5	0,0	0,1	0,1	0,0	CF _C
5	Plateforme DLB de Gonesse	1_2	Gravillon 6,3/20	-	51,3	47,9	99,2	0,0	0,8	0,0	0,0	0,0	0,0	CF _B
10	Plateforme DLB de Gonesse	1_3	Gravillon 6,3/20	-	72,5	27,2	99,7	0,0	0,3	0,0	0,0	0,0	0,0	CF _B
12	Plateforme DLB de Gonesse	1_4	Gravillon 6,3/20	-	76,3	23,5	99,8	0,0	0,2	0,0	0,0	0,0	0,0	CF _B
16	Plateforme DLB de Gonesse	1_5	Gravillon 6,3/20	-	68,5	20,5	89,0	0,0	11,0	0,0	0,0	0,0	0,0	Hors code
18	Plateforme DLB de Gonesse	1_6	Gravillon 6,3/20	-	77,3	19,4	96,7	0,0	3,3	0,0	0,0	0,0	0,0	CF _C
20	Plateforme DLB de Gonesse	1_7	Gravillon 6,3/20	-	89,6	8,7	98,3	0,1	1,6	0,0	0,0	0,0	0,0	CF _C
26	Plateforme DLB de Gonesse	1_8	Gravillon 6,3/20	-	89,9	8,2	98,1	0,1	1,4	0,4	0,0	0,4	0,0	CF _B
30	Plateforme DLB de Gonesse	1_9	Gravillon 6,3/20	-	89,9	8,1	98,0	0,4	1,6	0,0	0,1	0,1	0,0	CF _C
34	Plateforme DLB de Gonesse	1_10	Gravillon 6,3/20	-	43,0	55,8	98,8	0,0	1,3	0,0	0,0	0,0	0,0	CF _B
38	Plateforme DLB de Gonesse	1_11	Gravillon 6,3/20	-	95,8	3,5	99,3	0,2	0,4	0,0	0,1	0,1	0,0	CF _B
42	Plateforme DLB de Gonesse	1_12	Gravillon 6,3/20	-	84,6	12,1	96,7	0,1	3,1	0,0	0,0	0,0	0,0	CF _C
Synthèse des résultats														
			Maximum		95,8	55,8	99,8	0,4	11,0	0,4	0,1	0,4	0,0	
			Moyenne		77,1	20,6	97,7	0,1	2,2	0,0	0,0	0,1	0,0	
			Minimum		43,0	3,5	89,0	0,0	0,2	0,0	0,0	0,0	0,0	
			Ecart-type		16,2	16,3	2,9	0,1	2,9	0,1	0,0	0,1	0,0	
			Etendue		52,8	52,3	10,8	0,4	10,8	0,4	0,1	0,4	0,0	
			Nombre de valeurs		12	12	12	12	12	12	12	12	12	

Tableau 13 : résultats des essais de classification des constituants de gravillons recyclés réalisés sur les gravillons recyclés provenant de la plateforme DLB

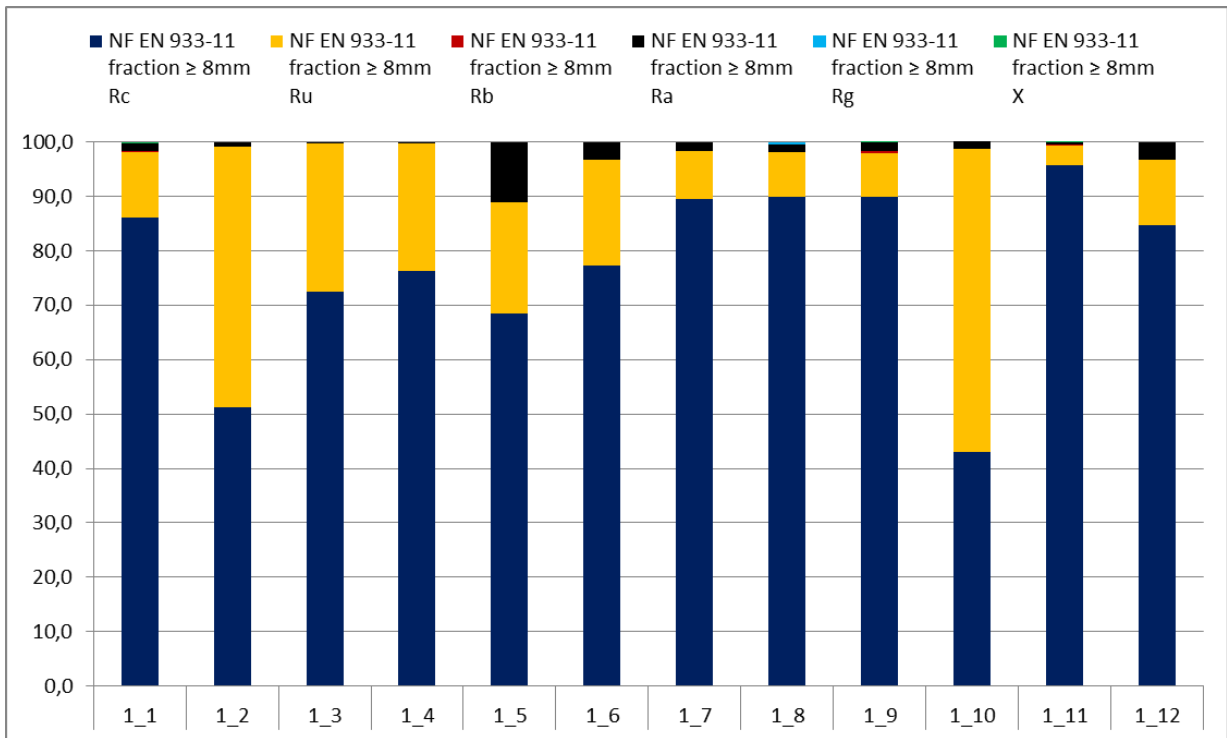


Figure 13 : constituants des gravillons recyclés provenant de la plateforme DLB

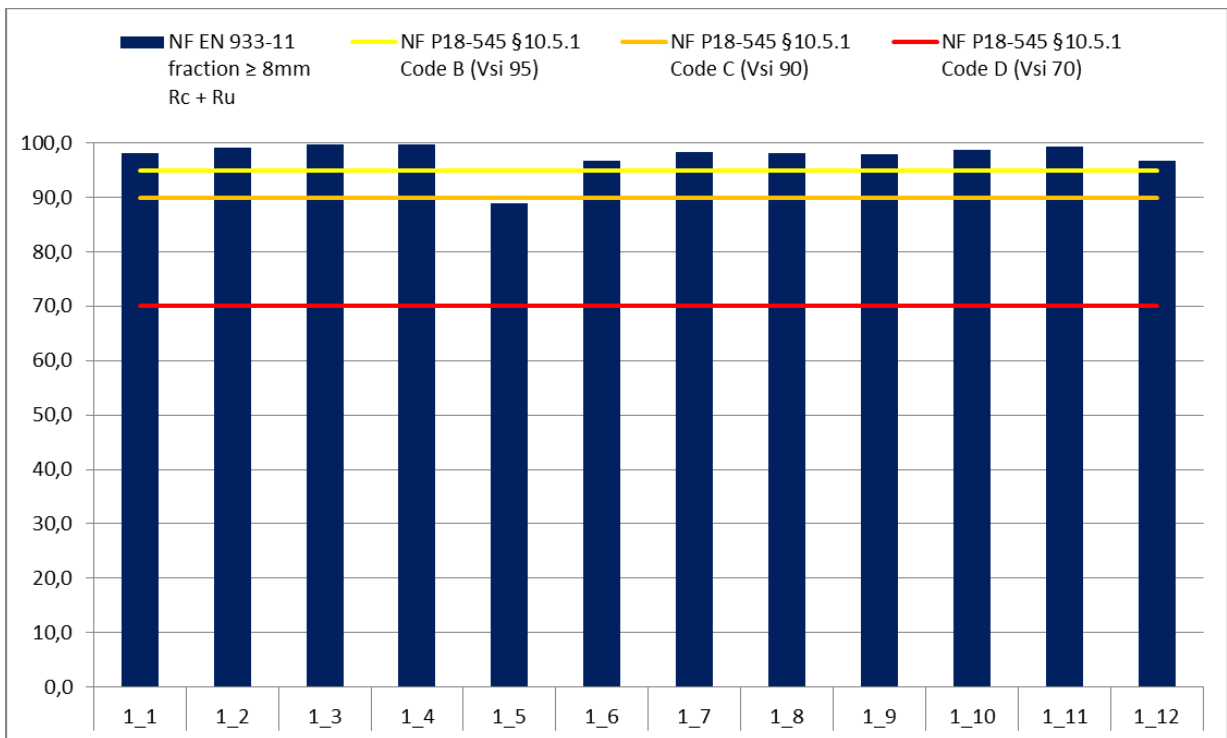


Figure 14 : Constituants principaux - béton (Rc) et granulats (Ru) (Rcu en %) contenus dans les gravillons recyclés provenant de la plateforme DLB

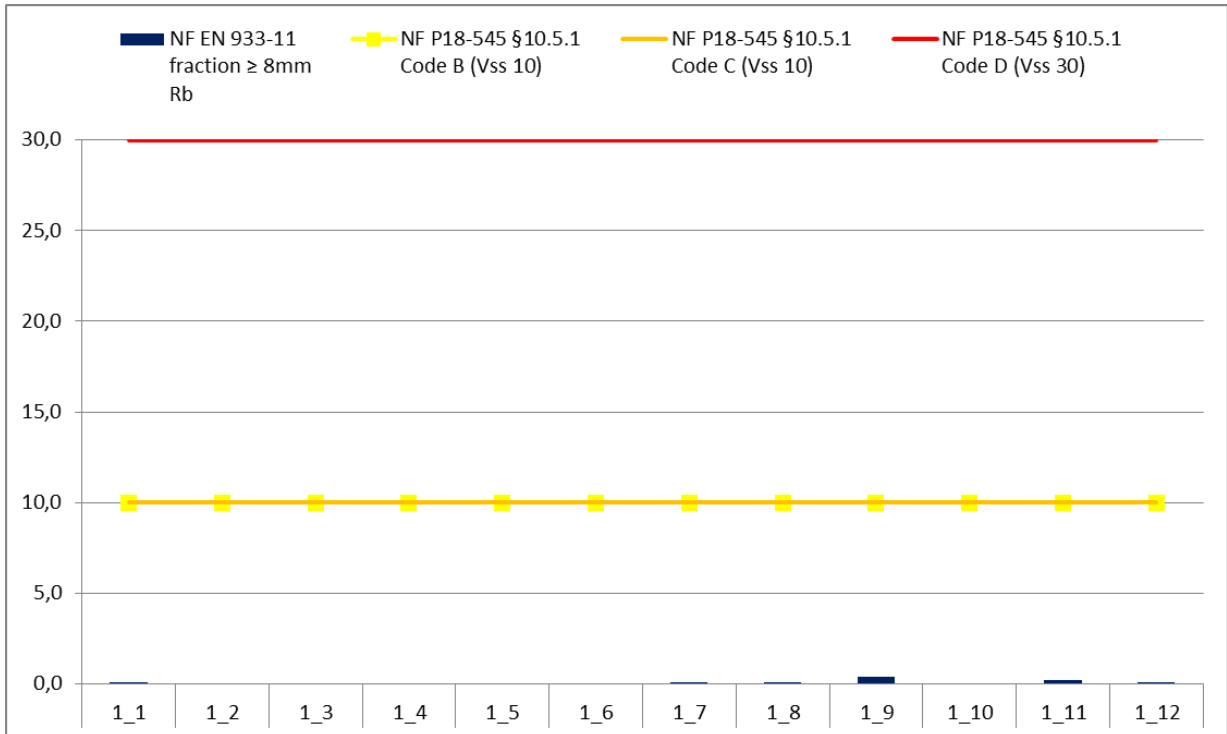


Figure 15 : Constituants secondaires - éléments en argile cuite (Rb en %) contenus dans les gravillons recyclés provenant de la plateforme DLB

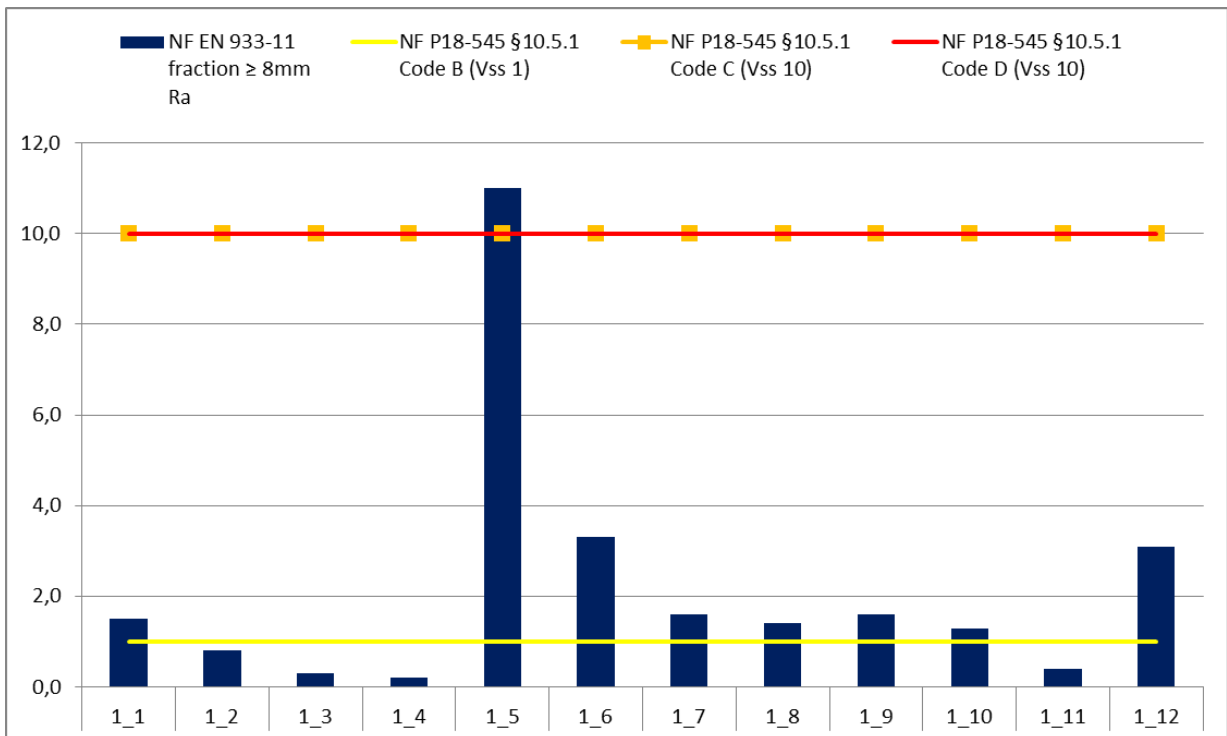


Figure 16 : Constituants secondaires - matériaux bitumineux (Ra en %) contenus dans les gravillons recyclés provenant de la plateforme DLB

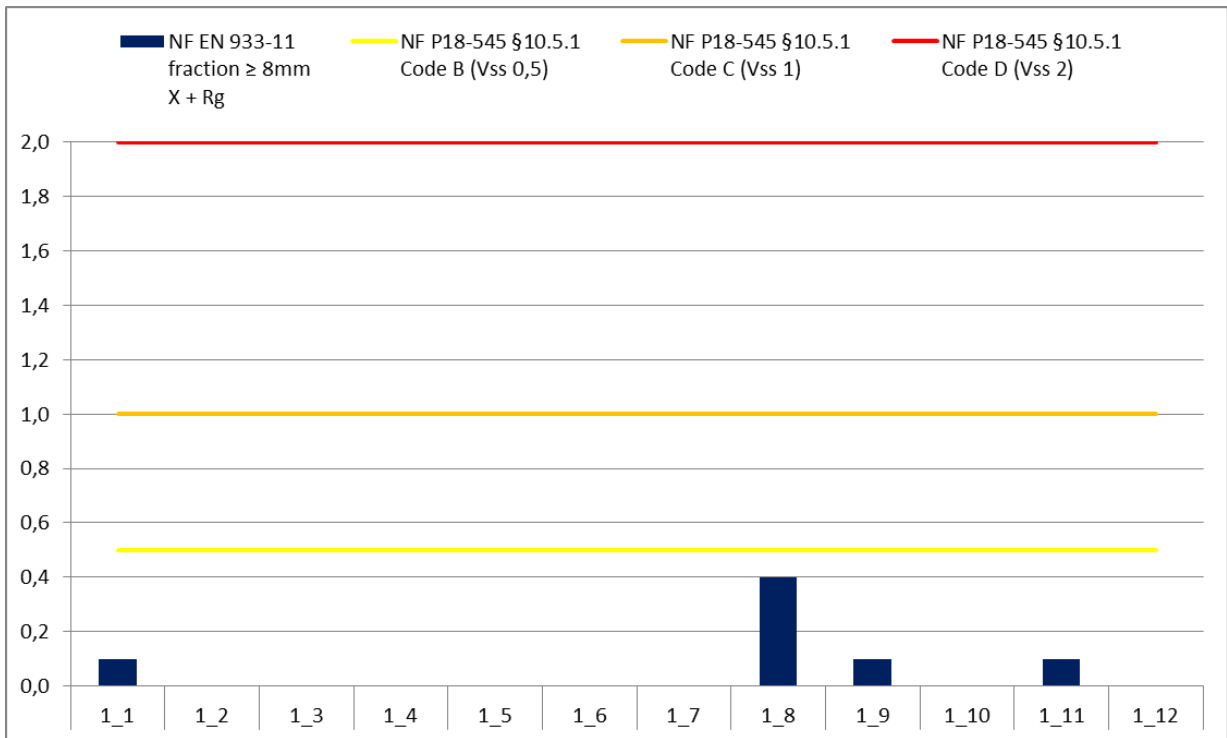


Figure 17 : Constituants secondaires - verre (Rg) et autres éléments (X) (XRg en %) contenus dans les gravillons recyclés provenant de la plateforme DLB

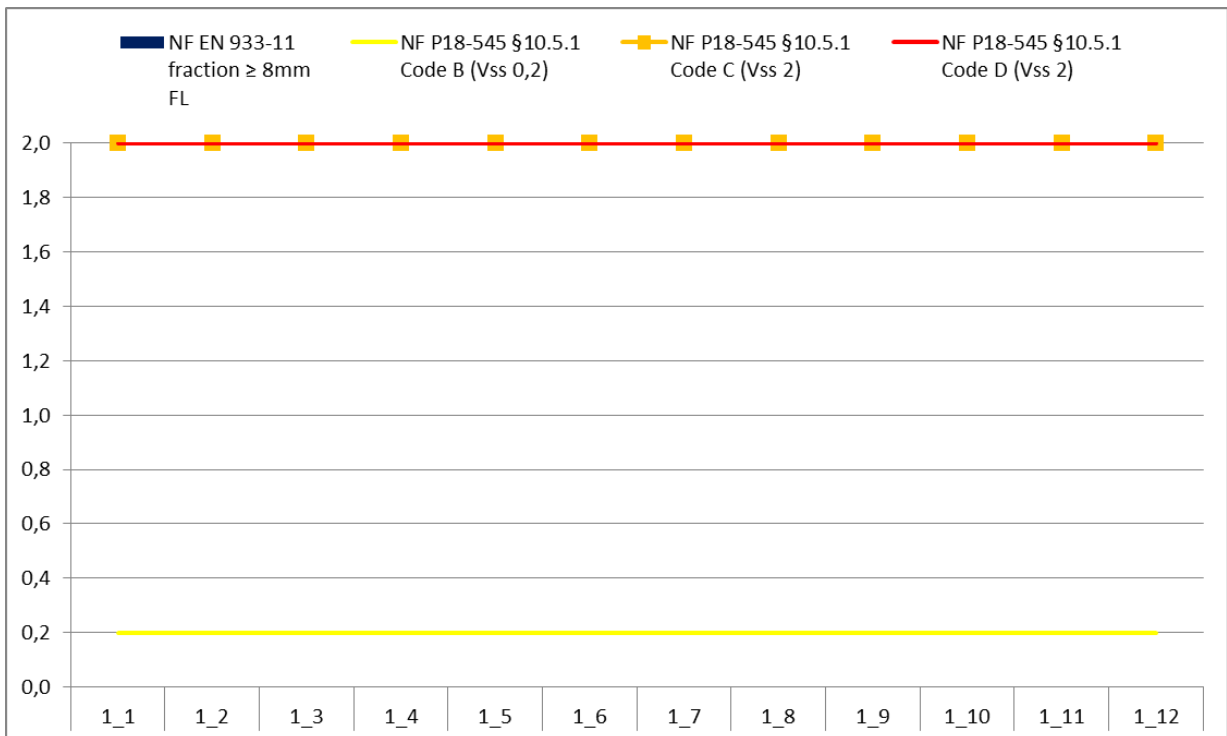


Figure 18 : Constituants secondaires - matériaux flottants (FL en cm³/kg) contenus dans les gravillons recyclés provenant de la plateforme DLB

Les gravillons recyclés provenant de la plateforme DLB contiennent une majorité d'éléments issus de béton et de granulats (Rc + Ru). 11 des échantillons en contiennent une proportion supérieure au seuil le plus contraignant de 95 %. Un échantillon se place entre les deux seuils suivants respectivement de 90 et 70 %. En moyenne, la production de gravillon recyclé dépasse le seuil de 95 %.

Dans leur ensemble, les gravillons recyclés testés contiennent très peu d'éléments en argile cuite (Rb) et sont donc très largement conformes au seuil le plus restrictif de 10 %.

La teneur en matériaux bitumineux (Ra) reste inférieure au seuil le plus restrictif de 1 % pour 6 des 12 gravillons recyclés testés. Pour la seconde moitié des échantillons testés, un seul dépasse le seuil le moins contraignant de 10 %. En moyenne, la production de gravillon recyclé se situe entre les deux seuils.

Le verre et autre éléments (X + Rg) sont présents dans les gravillons recyclés testés dans des proportions inférieures au seuil le plus restrictif de 0,5 %.

Les gravillons recyclés testés ne contiennent pas de matériaux flottants (FL) et sont donc conformes au seuil le plus restrictif de 0,2 cm³/kg.

En conclusion, la moitié des 12 gravillons recyclés testés se classent en code CR_B, suivant l'article 10 de la norme NF P18-545. Sur les 6 gravillons recyclés restants, 5 se classent en code CR_C et le dernier est hors code.

N°	Plateforme	Lot	Coupure testée	Remarque	NF EN 933-11 fraction ≥ 8mm Rc	NF EN 933-11 fraction ≥ 8mm Ru	NF EN 933-11 fraction ≥ 8mm Rc + Ru	NF EN 933-11 fraction ≥ 8mm Rb	NF EN 933-11 fraction ≥ 8mm Ra	NF EN 933-11 fraction ≥ 8mm Rg	NF EN 933-11 fraction ≥ 8mm X	NF EN 933-11 fraction ≥ 8mm X + Rg	NF EN 933-11 fraction ≥ 8mm FL	NF EN 933-11 fraction ≥ 8mm Code "CR"
8	Plateforme ANCYCLA de Villefranche sur Saône	2_1	Gravillon 10/22,4	Coupure réalisée en laboratoire	94,9	5,1	100,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	CR _B
14	Plateforme ANCYCLA de Villefranche sur Saône	2_2	Gravillon 6,3/20	Coupure réalisée en laboratoire	86,5	13,5	100,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	CR _B
22	Plateforme ANCYCLA de Villefranche sur Saône	2_3	Gravillon 6,3/20	Coupure réalisée en laboratoire	83,7	15,2	98,9	0,0	1,1	0,0	0,0	0,0	0,0	CR _B
24	Plateforme ANCYCLA de Villefranche sur Saône	2_4	Gravillon 6,3/20	Coupure réalisée en laboratoire	74,2	25,6	99,8	0,0	0,0	0,0	0,2	0,2	0,0	CR _B
28	Plateforme ANCYCLA d'ANSE	2_5	Gravillon 6,3/20	Coupure réalisée en laboratoire	80,9	14,4	95,3	0,5	4,1	0,0	0,0	0,0	0,0	CR _C
32	Plateforme ANCYCLA d'ANSE	2_6	Gravillon 6,3/20	Coupure réalisée en laboratoire	88,1	6,3	94,4	0,6	4,9	0,0	0,0	0,0	0,0	CR _C
36	Plateforme ANCYCLA d'ANSE	2_7	Gravillon 6,3/20	Coupure réalisée en laboratoire	64,3	27,4	91,7	0,5	7,7	0,1	0,0	0,1	0,0	CR _C
40	Plateforme ANCYCLA d'ANSE	2_8	Gravillon 6,3/20	Coupure réalisée en laboratoire	66,9	27,1	94,0	0,0	5,6	0,0	0,4	0,4	0,0	CR _C
44	Plateforme ANCYCLA d'ANSE	2_9	Gravillon 6,3/20	Coupure réalisée en laboratoire	60,8	35,4	96,2	0,1	3,6	0,1	0,0	0,1	0,0	CR _C
46	Plateforme ANCYCLA d'ANSE	2_10	Gravillon 6,3/20	Coupure réalisée en laboratoire	80,5	14,5	95,0	0,0	3,8	1,1	0,0	1,1	0,0	CR _C
48	Plateforme ANCYCLA d'ANSE	2_11	Gravillon 6,3/20	Coupure réalisée en laboratoire	37,6	61,7	99,3	0,0	0,7	0,0	0,0	0,0	0,0	CR _B
50	Plateforme ANCYCLA d'ANSE	2_12	Gravillon 6,3/20	Coupure réalisée en laboratoire	34,6	63,7	98,3	0,0	1,7	0,0	0,0	0,0	0,0	CR _C
Synthèse des résultats														
					Rc	Ru	Rc + Ru	Rb	Ra	Rg	X	X + Rg	FL	
			Maximum		94,9	63,7	100,0	0,6	7,7	1,1	0,4	1,1	0,0	
			Moyenne		71,1	25,8	96,9	0,1	2,8	0,1	0,1	0,2	0,0	
			Minimum		34,6	5,1	91,7	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	
			Ecart-type		19,2	19,4	2,8	0,2	2,6	0,3	0,1	0,3	0,0	
			Etendue		60,3	58,6	8,3	0,6	7,7	1,1	0,4	1,1	0,0	
			Nombre de valeurs		12	12	12	12	12	12	12	12	12	

Tableau 14 : résultats des essais de classification des constituants de gravillons recyclés réalisés sur les gravillons recyclés provenant des plateformes ANCYCLA

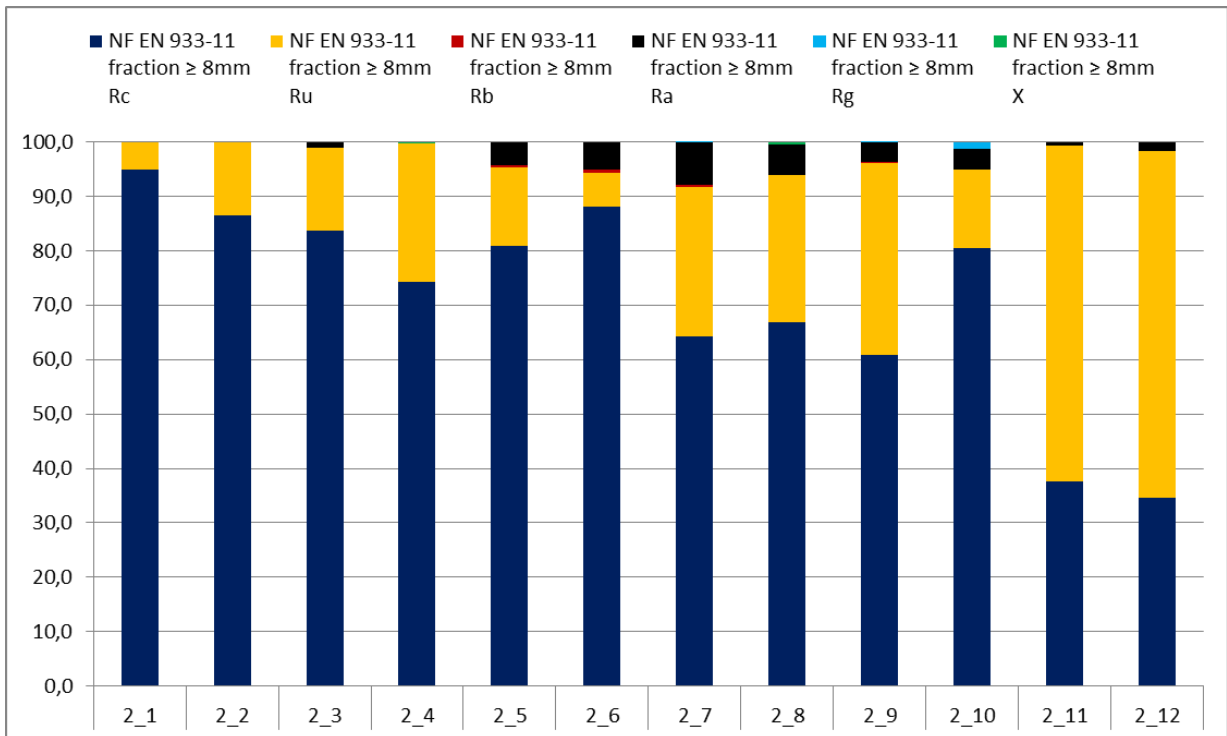


Figure 19 : constituants des gravillons recyclés provenant des plateformes ANCYCLA

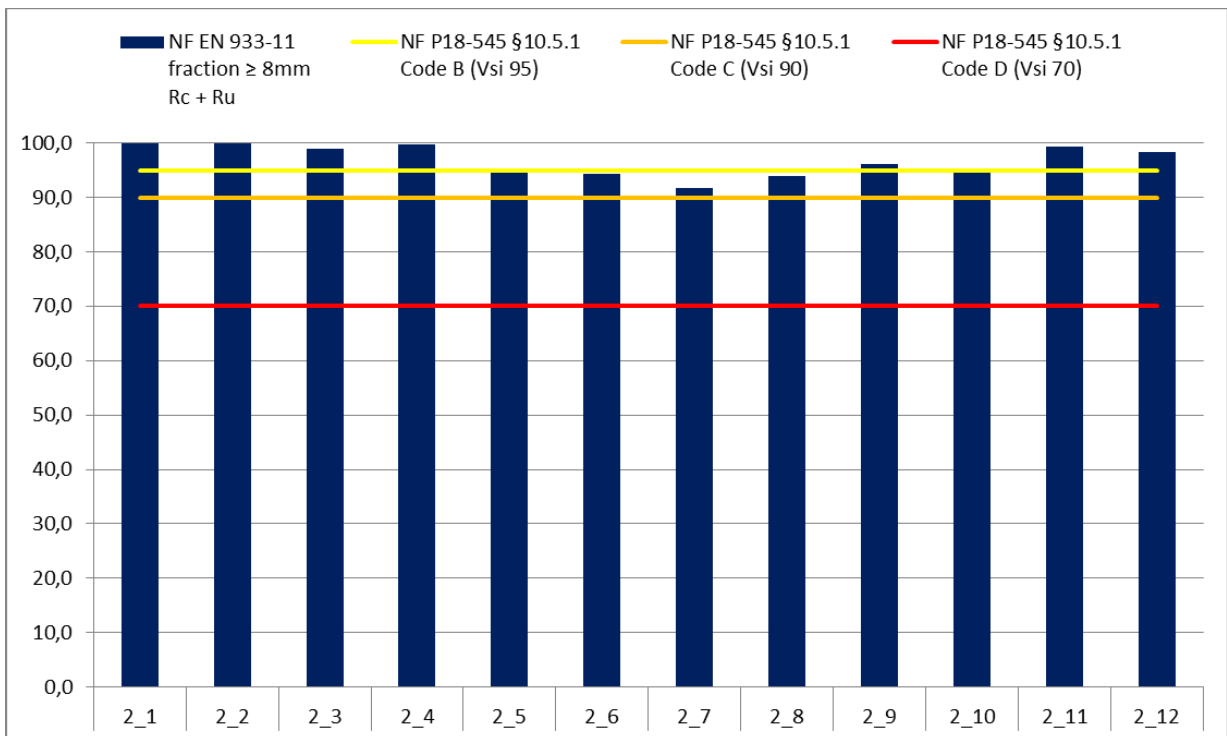


Figure 20 : Constituents principaux - béton (Rc) et granulats(Ru) (Rcu en %) contenus dans les gravillons recyclés provenant des plateformes ANCYCLA

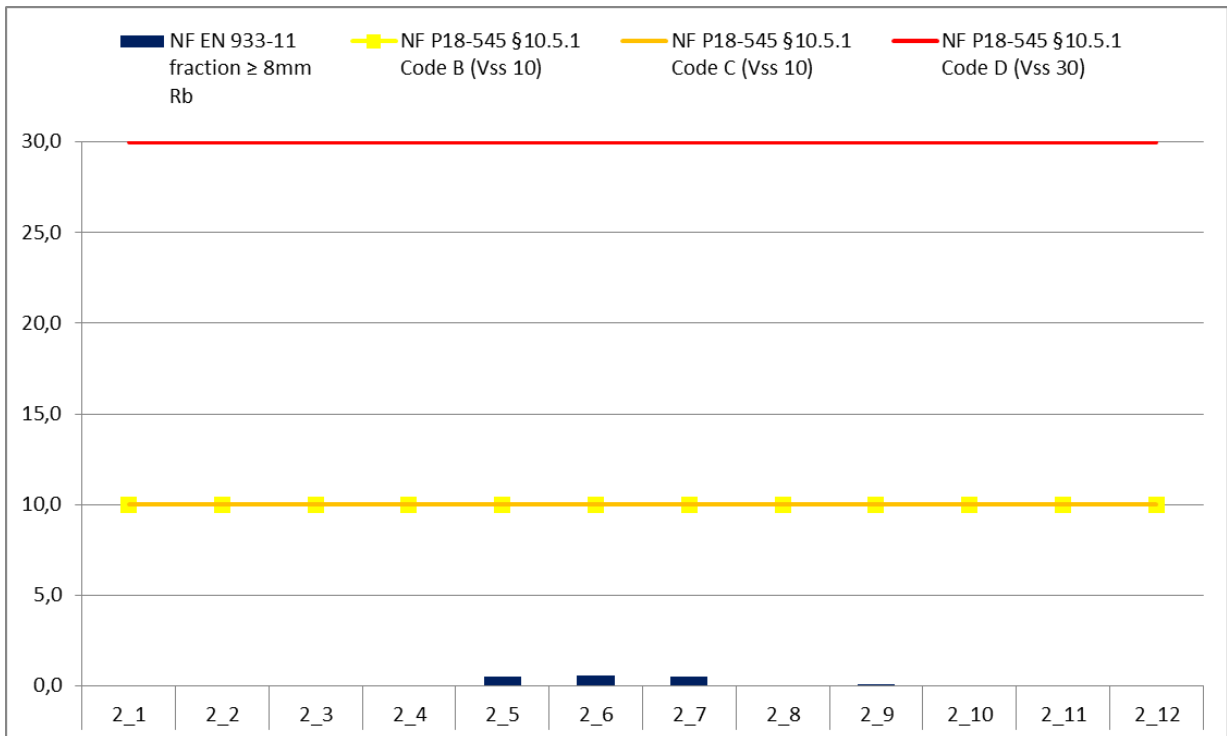


Figure 21 : Constituants secondaires - éléments en argile cuite (Rb en %) contenus dans les gravillons recyclés provenant des plateformes ANCYCLA

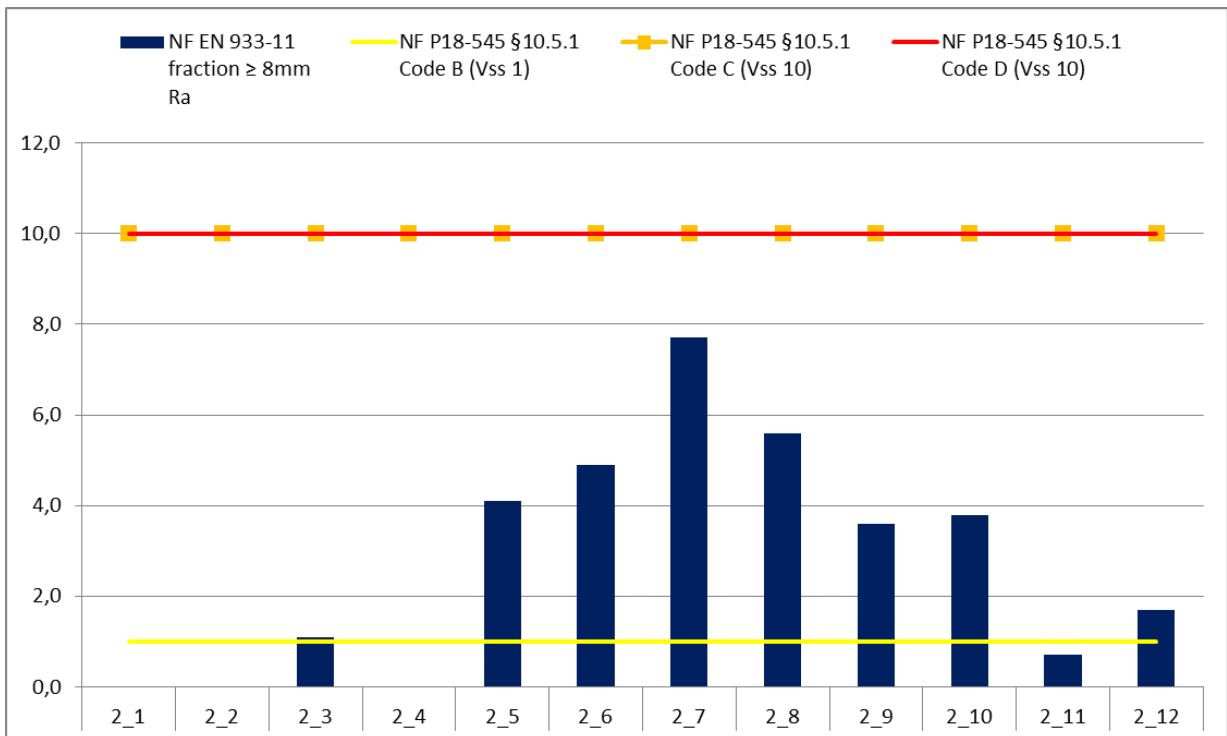


Figure 22 : Constituants secondaires - matériaux bitumineux (Ra en %) contenus dans les gravillons recyclés provenant des plateformes ANCYCLA

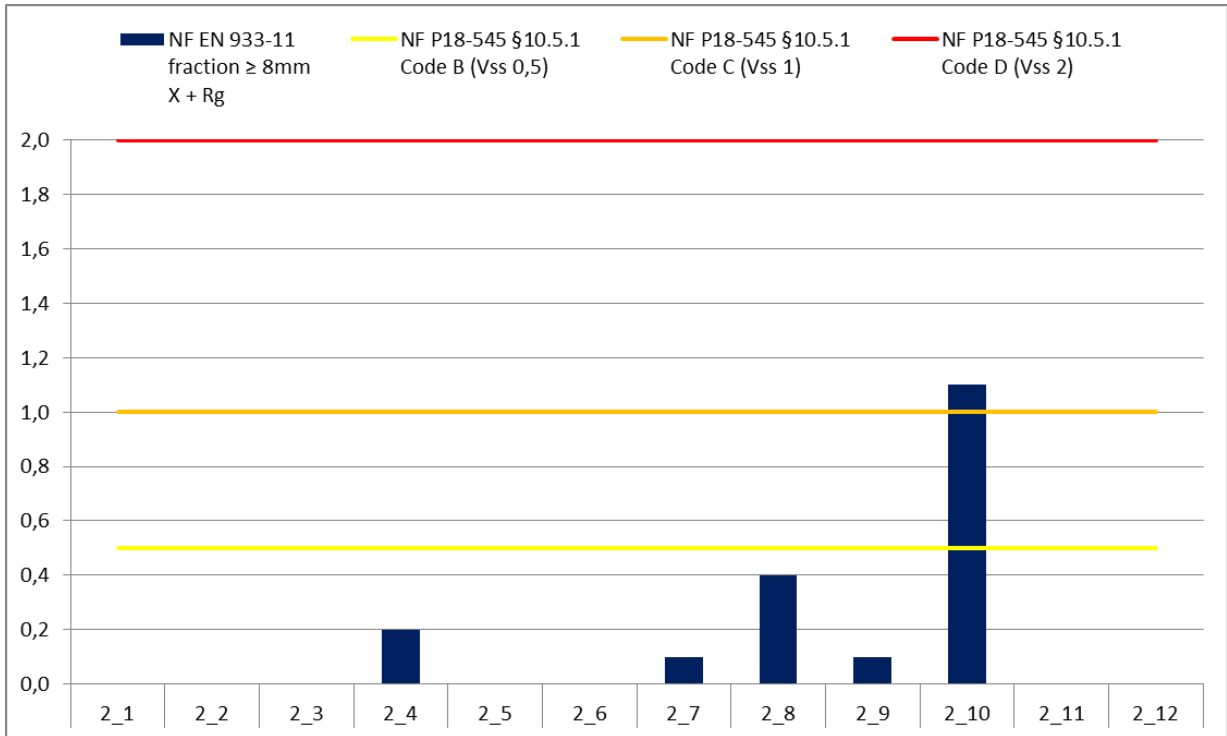


Figure 23 : Constituants secondaires - verre (Rg) et autres éléments (X) (XRg en %) contenus dans les gravillons recyclés provenant des plateformes ANCYCLA

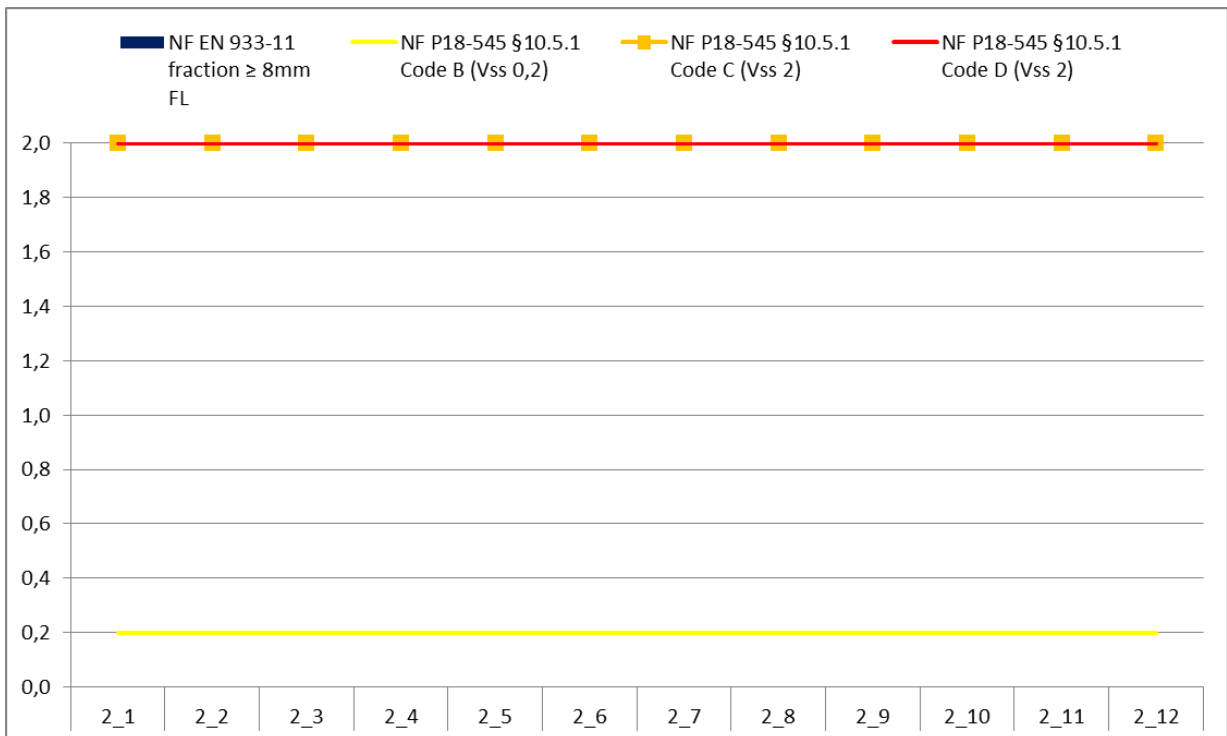


Figure 24 : Constituants secondaires - matériaux flottants (FL en cm³/kg) contenus dans les gravillons recyclés provenant des plateformes ANCYCLA

Les gravillons recyclés provenant des plateformes ANCYCLA contiennent une majorité d'éléments issus de béton et de granulats (Rc + Ru). 9 des échantillons en contiennent une proportion supérieure au seuil le plus contraignant de 95 %. Les 3 autres échantillons se placent entre ce seuil de 95 % et le second seuil de 90 %. En moyenne, la production de gravillon recyclé dépasse le seuil de 95 %.

Dans leur ensemble, les gravillons recyclés testés contiennent très peu d'éléments en argile cuite (Rb) et sont donc très largement conformes au seuil le plus restrictif de 10 %.

La teneur en matériaux bitumineux (Ra) reste inférieure au seuil le plus restrictif de 1 % pour seulement 5 des 12 gravillons recyclés testés. Les 7 autres échantillons testés présentent des teneurs en matériaux bitumineux comprises entre les deux seuils de 1 et 10 %. En moyenne, la production de gravillon recyclé se situe également entre ces deux seuils.

Le verre et autre éléments (X + Rg) sont présents dans 11 des gravillons recyclés testés dans des proportions inférieures au seuil le plus restrictif de 0,5 %. Le douzième échantillon de gravillon recyclé contient une proportion de verre et autres éléments égale au second seuil de 1 %.

Les gravillons recyclés testés ne contiennent pas de matériaux flottants (FL) et sont donc conformes au seuil le plus restrictif de 0,2 cm³/kg.

En conclusion, 5 des 12 gravillons recyclés testés se classent en code CR_B, suivant l'article 10 de la norme NF P18-545. Les 7 autres gravillons recyclés se classent en code CR_C.

4.2 Caractéristiques mécaniques et physiques des granulats

4.2.1 Essai Los Angeles (NF EN 1097-2 §5)

Les résultats des essais Los Angeles réalisés sur les gravillons recyclés réceptionnés ou élaborés en laboratoire sont présentés dans les **Tableaux 15** et **16** et les **Figures 25** et **26**.

N°	Plateforme	Lot	Coupure testée	Remarque	NF EN 1097-2 §5 fraction 6,3/10mm	NF EN 1097-2 §5 fraction 10/14mm	NF P18-545 §10.1.1 Code "LA"
2	Plateforme DLB de Gonesse	1_1	Gravillon 4/10	-	29		LA _A
3	Plateforme DLB de Gonesse	1_1	Gravillon 10/20	-		31	LA _B
5	Plateforme DLB de Gonesse	1_2	Gravillon 6,3/20	-	29	29	LA _A
10	Plateforme DLB de Gonesse	1_3	Gravillon 6,3/20	-	29	30	LA _A
12	Plateforme DLB de Gonesse	1_4	Gravillon 6,3/20	-	29	30	LA _A
16	Plateforme DLB de Gonesse	1_5	Gravillon 6,3/20	-	27	30	LA _A
18	Plateforme DLB de Gonesse	1_6	Gravillon 6,3/20	-	28	30	LA _A
20	Plateforme DLB de Gonesse	1_7	Gravillon 6,3/20	-	27	29	LA _A
26	Plateforme DLB de Gonesse	1_8	Gravillon 6,3/20	-	30	32	LA _B
30	Plateforme DLB de Gonesse	1_9	Gravillon 6,3/20	-	29	30	LA _A
34	Plateforme DLB de Gonesse	1_10	Gravillon 6,3/20	-	33	34	LA _B
38	Plateforme DLB de Gonesse	1_11	Gravillon 6,3/20	-	34	37	LA _B
42	Plateforme DLB de Gonesse	1_12	Gravillon 6,3/20	-	33	35	LA _B
Synthèse des résultats					NF EN 1097-2 §5 fraction 6,3/10mm	NF EN 1097-2 §5 fraction 10/14mm	NF EN 1097-2 §5 fractions 6,3/10 et 10/14
Maximum					34	37	37
Moyenne					30	31	31
Minimum					27	29	27
Ecart-type					2	3	3
Etendue					7	8	10
Nombre de valeurs					12	12	24

Tableau 15 : résultats des essais Los Angeles réalisés sur les gravillons recyclés provenant de la plateforme DLB

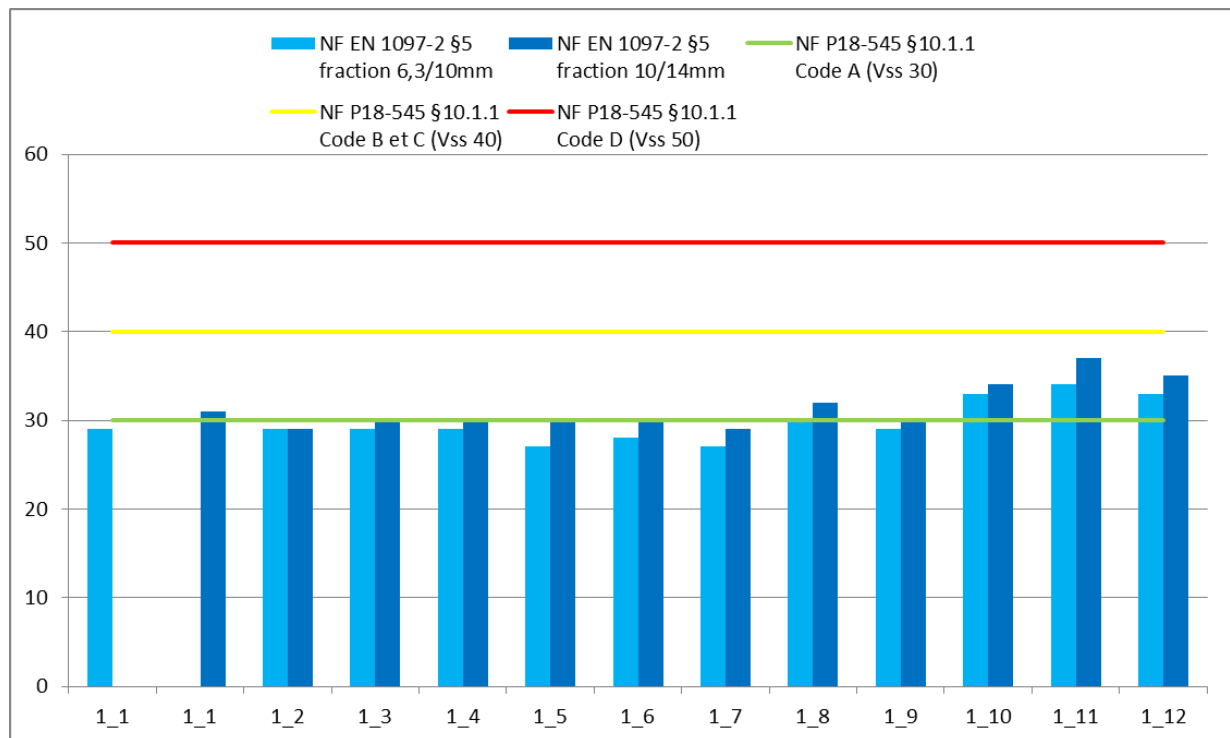


Figure 25 : coefficient *Los Angeles* (LA) des gravillons recyclés provenant de la plateforme DLB

Le coefficient Los Angeles moyen des fractions gravillonnaires extraites des gravillons recyclés provenant de la plateforme DLB dépasse très légèrement le seuil le plus restrictif de 30 et reste donc inférieure au seuil supérieur de 40, suivant l'article 10 de la norme NF P18-545. Pris individuellement, 5 des 12 lots analysés se classent en code LA_B avec des valeurs comprises entre ces deux seuils. Les 7 autres lots se classent en code LA_A avec des résultats inférieurs au seuil de 30.

La comparaison entre les valeurs obtenues sur les fractions 6,3/10 mm et 10/14 mm ne permet pas de mettre en évidence de différence significative entre ces deux fractions testées, même si les valeurs obtenues sur la fraction 10/14 mm sont en général légèrement plus élevées que celles obtenues sur la fraction 6,3/10 mm.

Notons que 9 fractions 6,3/10 mm se classent en code LA_A pour 7 fractions 10/14 mm. Les autres échantillons se classent en code LA_B : 5 fractions 10/14 mm et seulement 3 fractions 6,3/10 mm.

N°	Plateforme	Lot	Coupure testée	Remarque	NF EN 1097-2 §5 fraction 6,3/10mm	NF EN 1097-2 §5 fraction 10/14mm	NF P18-545 §10.1.1 Code "LA"
7	Plateforme ANCYCLA de Villefranche sur Saône	2_1	Gravillon 4/10	Coupure réalisée en laboratoire	25		LA _A
8	Plateforme ANCYCLA de Villefranche sur Saône	2_1	Gravillon 10/22,4	Coupure réalisée en laboratoire		28	LA _A
14	Plateforme ANCYCLA de Villefranche sur Saône	2_2	Gravillon 6,3/20	Coupure réalisée en laboratoire	23	26	LA _A
22	Plateforme ANCYCLA de Villefranche sur Saône	2_3	Gravillon 6,3/20	Coupure réalisée en laboratoire	28	30	LA _A
24	Plateforme ANCYCLA de Villefranche sur Saône	2_4	Gravillon 6,3/20	Coupure réalisée en laboratoire	27	29	LA _A
28	Plateforme ANCYCLA d'ANSE	2_5	Gravillon 6,3/20	Coupure réalisée en laboratoire	27	28	LA _A
32	Plateforme ANCYCLA d'ANSE	2_6	Gravillon 6,3/20	Coupure réalisée en laboratoire	30	31	LA _B
36	Plateforme ANCYCLA d'ANSE	2_7	Gravillon 6,3/20	Coupure réalisée en laboratoire	29	34	LA _B
40	Plateforme ANCYCLA d'ANSE	2_8	Gravillon 6,3/20	Coupure réalisée en laboratoire	29	34	LA _B
44	Plateforme ANCYCLA d'ANSE	2_9	Gravillon 6,3/20	Coupure réalisée en laboratoire	29	32	LA _B
46	Plateforme ANCYCLA d'ANSE	2_10	Gravillon 6,3/20	Coupure réalisée en laboratoire	25	28	LA _A
48	Plateforme ANCYCLA d'ANSE	2_11	Gravillon 6,3/20	Coupure réalisée en laboratoire	26	28	LA _A
50	Plateforme ANCYCLA d'ANSE	2_12	Gravillon 6,3/20	Coupure réalisée en laboratoire	26	29	LA _A
Synthèse des résultats					NF EN 1097-2 §5 fraction 6,3/10mm	NF EN 1097-2 §5 fraction 10/14mm	NF EN 1097-2 §5 fractions 6,3/10 et 10/14
Maximum					30	34	34
<i>Moyenne</i>					27	30	28
Minimum					23	26	23
<i>Ecart-type</i>					2	3	3
Etendue					7	8	11
Nombre de valeurs					12	12	24

Tableau 16 : résultats des essais Los Angeles réalisés sur les gravillons recyclés provenant des plateformes ANCYCLA

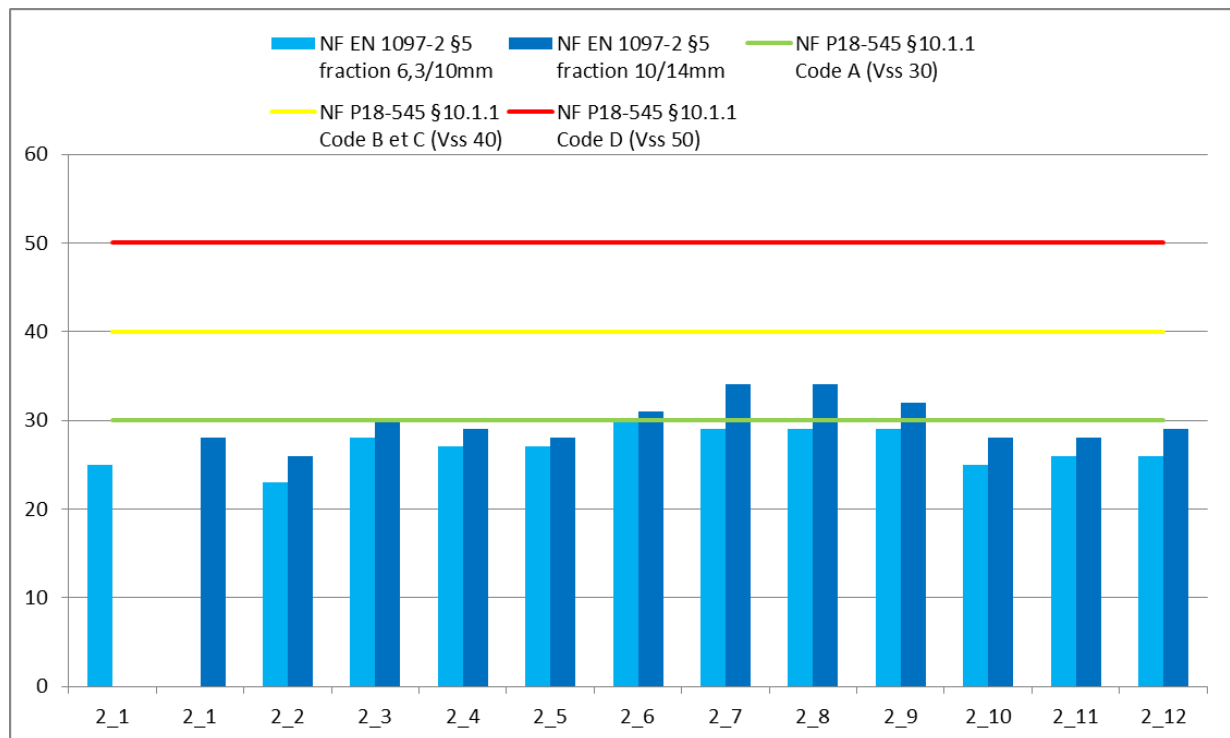


Figure 26 : coefficient Los Angeles (LA) des gravillons recyclés provenant des plateformes ANCYCLA

Le coefficient Los Angeles moyen des fractions gravillonnaires extraites des gravillons recyclés provenant des plateformes ANCYCLA est très légèrement inférieur au seuil le plus restrictif de 30, suivant l'article 10 de la norme NF P18-545. Pris individuellement, 8 des 12 lots analysés se classent en code LA_A avec des valeurs inférieures ou égales à 30. Les 4 autres lots se classent en code LA_B avec des résultats supérieurs au seuil de 30, mais inférieurs au seuil supérieur de 40.

La différence de 3 points, équivalent à l'incertitude « u » extraite de la norme NF P18-545, entre les valeurs obtenues sur les fractions 6,3/10 mm et 10/14 mm met en évidence une plus grande résistance aux chocs de la fraction 6,3/10 mm.

Notons que l'ensemble des fractions 6,3/10 mm testées se classent en code LA_A, alors que 4 des fractions 10/14 mm se classent en code LA_B pour 8 en code LA_A.

4.2.2 Masse volumique réelle et coefficient d'absorption d'eau (NF EN 1097-6)

Les résultats des essais de détermination de la masse volumique réelle et du coefficient d'absorption d'eau réalisés sur les granulats recyclés réceptionnés ou élaborés en laboratoire sont présentés dans les **Tableaux 17** et **18**. Les résultats de masse volumique réelle sont représentés dans les **Figures 27** et **30**. Les **Figures 28** et **31** représentent les résultats de coefficient d'absorption d'eau des sables recyclés avec et sans l'introduction des fines dans les prises d'essai. Les **Figures 29** et **32** représentent les résultats de coefficient d'absorption d'eau des gravillons recyclés et des sables recyclés (fines incluses).

N°	Plateforme	Lot	Coupure testée	Remarque	NF EN 1097-6 §8 prd fraction 6,3/10mm	NF EN 1097-6 §8 WA24 fraction 6,3/10mm	NF EN 1097-6 §8 prd fraction 10/20mm	NF EN 1097-6 §8 WA24 fraction 10/20mm	NF EN 1097-6 §9 prd fraction 0,063/4mm	NF EN 1097-6 §9 WA24 fraction 0,063/4mm	NF EN 1097-6 §9 Ab fraction 0/4mm	NF P18-545 §10.3.1 Code "Ab"
1	Plateforme DLB de Gonesse	1_1	Sable 0/4	-					2,20	6,9	6,8	Ab _D
2	Plateforme DLB de Gonesse	1_1	Gravillon 4/10	-	2,31	5,0						Ab _B
3	Plateforme DLB de Gonesse	1_1	Gravillon 10/20	-			2,27	5,0				Ab _B
4	Plateforme DLB de Gonesse	1_2	Sable 0/6,3	-					2,12	8,3	10,9	Ab _D
5	Plateforme DLB de Gonesse	1_2	Gravillon 6,3/20	-	2,27	5,2	2,29	4,4				Ab _B
9	Plateforme DLB de Gonesse	1_3	Sable 0/6,3	-					2,09	8,8	10,1	Ab _D
10	Plateforme DLB de Gonesse	1_3	Gravillon 6,3/20	-	2,28	4,6	2,29	4,1				Ab _B
11	Plateforme DLB de Gonesse	1_4	Sable 0/6,3	-					2,37	4,7	4,8	Ab _B
12	Plateforme DLB de Gonesse	1_4	Gravillon 6,3/20	-	2,26	5,8	2,27	5,4				Ab _C
15	Plateforme DLB de Gonesse	1_5	Sable 0/6,3	-					2,24	6,4	8,5	Ab _D
16	Plateforme DLB de Gonesse	1_5	Gravillon 6,3/20	-	2,29	5,2	2,26	5,5				Ab _C
17	Plateforme DLB de Gonesse	1_6	Sable 0/6,3	-					2,21	7,5	9,5	Ab _D
18	Plateforme DLB de Gonesse	1_6	Gravillon 6,3/20	-	2,24	6,4	2,23	6,2				Ab _C
19	Plateforme DLB de Gonesse	1_7	Sable 0/6,3	-					2,16	6,8	7,8	Ab _D
20	Plateforme DLB de Gonesse	1_7	Gravillon 6,3/20	-	2,29	4,8	2,28	4,4				Ab _B
25	Plateforme DLB de Gonesse	1_8	Sable 0/6,3	-					2,27	5,0	7,6	Ab _D
26	Plateforme DLB de Gonesse	1_8	Gravillon 6,3/20	-	2,23	5,5	2,23	5,2				Ab _C
29	Plateforme DLB de Gonesse	1_9	Sable 0/6,3	-					2,08	8,3	9,5	Ab _D
30	Plateforme DLB de Gonesse	1_9	Gravillon 6,3/20	-	2,23	6,0	2,28	5,0				Ab _C
33	Plateforme DLB de Gonesse	1_10	Sable 0/6,3	-					2,20	7,2	9,6	Ab _D
34	Plateforme DLB de Gonesse	1_10	Gravillon 6,3/20	-	2,34	5,2	2,31	5,0				Ab _B
37	Plateforme DLB de Gonesse	1_11	Sable 0/6,3	-					2,24	6,5	10,8	Ab _D
38	Plateforme DLB de Gonesse	1_11	Gravillon 6,3/20	-	2,28	4,8	2,28	4,5				Ab _B
41	Plateforme DLB de Gonesse	1_12	Sable 0/6,3	-					2,19	8,2	10,9	Ab _D
42	Plateforme DLB de Gonesse	1_12	Gravillon 6,3/20	-	2,26	6,0	2,26	5,4				Ab _C
Synthèse des résultats					NF EN 1097-6 §8 prd fraction 6,3/10mm	NF EN 1097-6 §8 WA24 fraction 6,3/10mm	NF EN 1097-6 §8 prd fraction 10/20mm	NF EN 1097-6 §8 WA24 fraction 10/20mm	NF EN 1097-6 §9 prd fraction 0,063/4mm	NF EN 1097-6 §9 WA24 fraction 0,063/4mm	NF EN 1097-6 §9 Ab fraction 0/4mm	
Maximum					2,34	6,4	2,31	6,2	2,37	8,8	10,9	
Moyenne					2,27	5,4	2,27	5,0	2,20	7,1	8,9	
Minimum					2,23	4,6	2,23	4,1	2,08	4,7	4,8	
Ecart-type					0,03	0,6	0,02	0,6	0,08	1,3	1,9	
Etendue					0,11	1,8	0,08	2,1	0,29	4,1	6,1	
Nombre de valeurs					12	12	12	12	12	12	12	

Tableau 17 : résultats des essais de détermination de la masse volumique réelle et du coefficient d'absorption d'eau réalisés sur les granulats recyclés provenant de la plateforme DLB

Concernant les valeurs de masse volumique réelle mesurées sur les granulats recyclés provenant de la plateforme DLB, nous notons qu'il n'y a pas de différence significative entre les fractions 6,3/10 mm et 10/14 mm. Par contre les valeurs de masse volumique réelle des sables recyclés sont en règle générale inférieures à celles des fractions gravillonnaires. Nous notons également que les masses volumiques réelles des sables recyclés varient largement plus que celles des gravillons avec une étendue et un écart-type environ trois fois supérieur à ceux calculés à partir des valeurs de masse volumique réelle mesurées sur les fractions gravillonnaires.

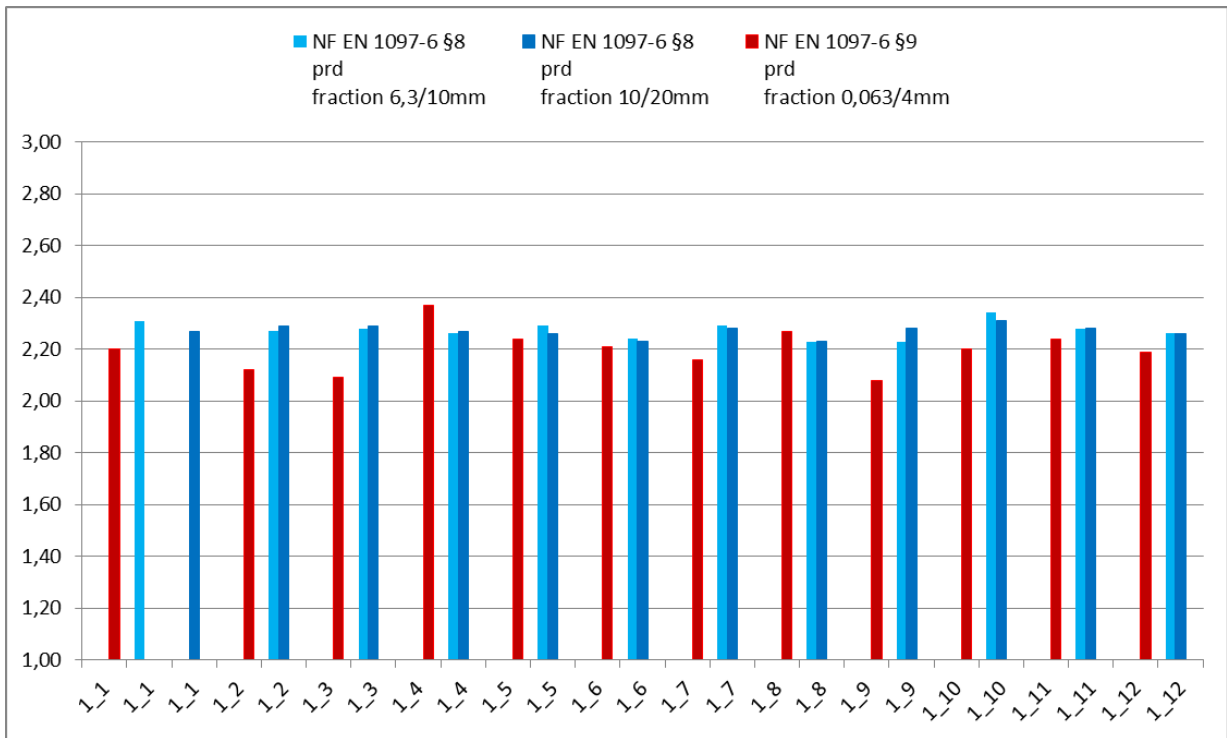


Figure 27 : masse volumique réelle (prd en Mg/m³) des granulats recyclés provenant de la plateforme DLB

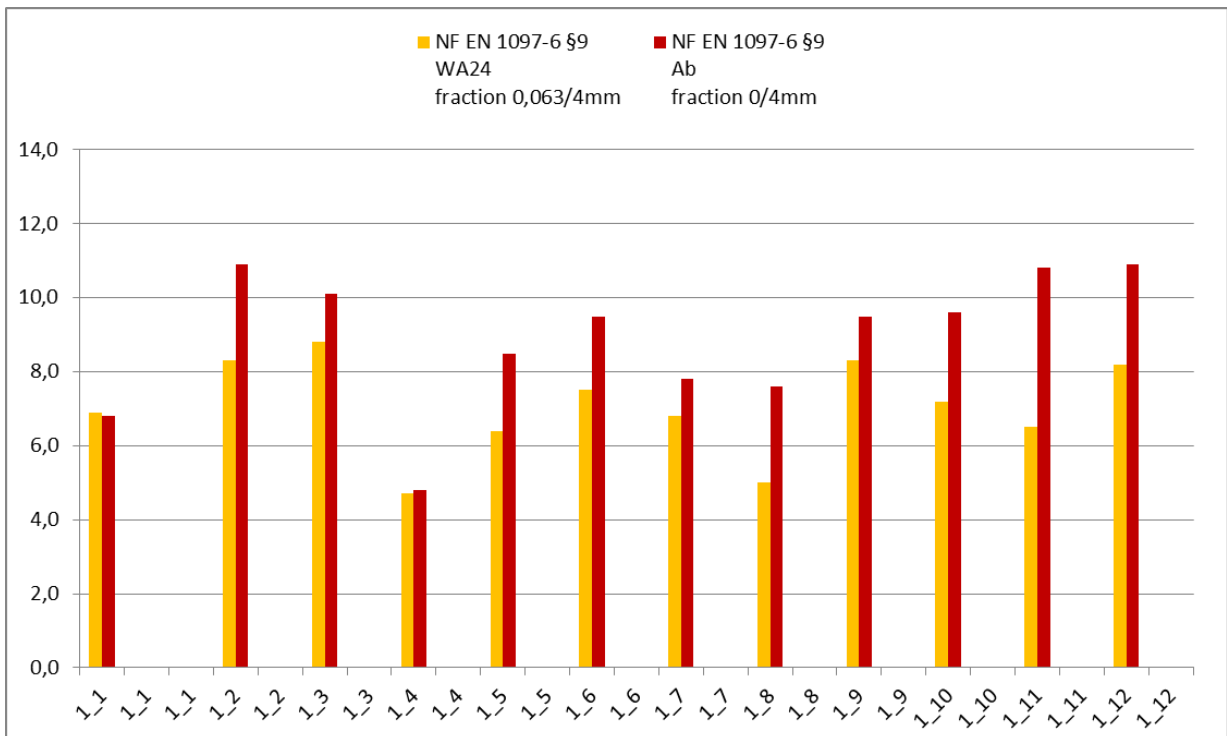


Figure 28 : coefficient d'absorption d'eau sans les fines (WA24 en %) et avec les fines (Ab en %) des sables recyclés provenant de la plateforme DLB

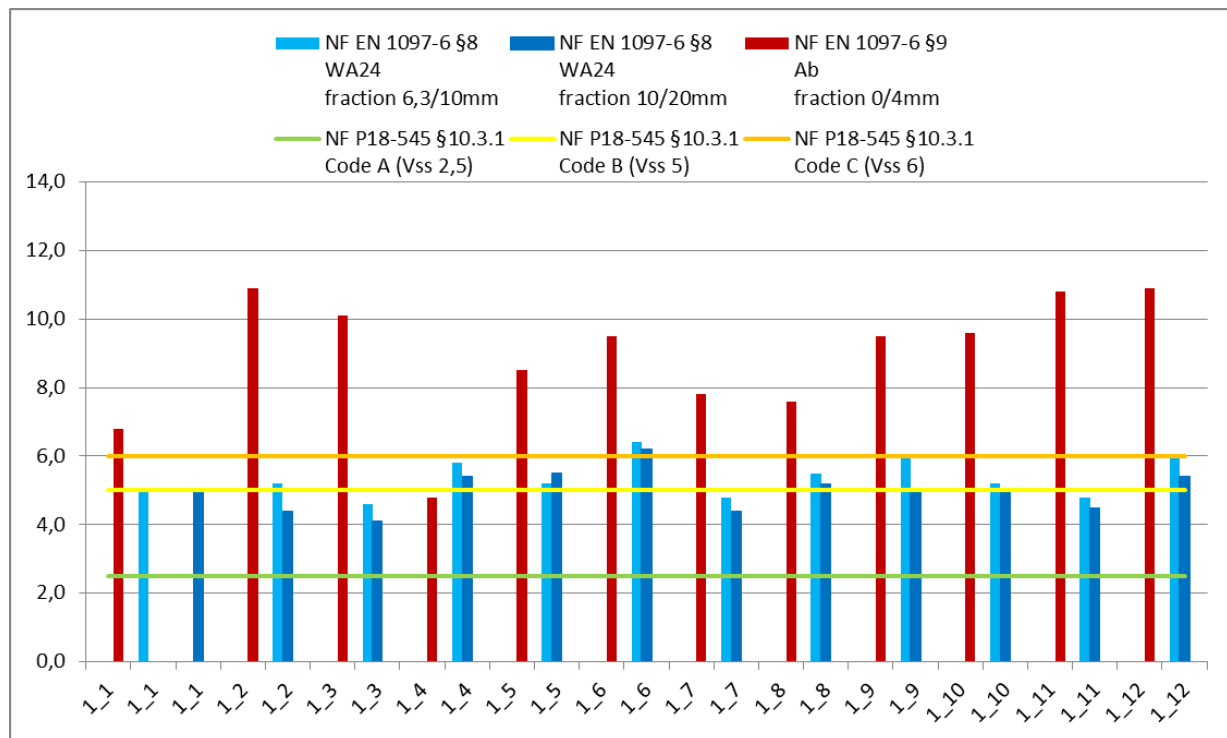


Figure 29 : coefficient d'absorption d'eau (WA24 en %) des gravillons recyclés et coefficient d'absorption d'eau avec les fines (Ab en %) des sables recyclés provenant de la plateforme DLB

La comparaison des valeurs de coefficient d'absorption d'eau mesurées sur les granulats recyclés provenant de la plateforme DLB nous montre que les fractions sableuses absorbent plus que les fractions gravillonnaires et que la fraction 6,3/10 mm absorbe légèrement plus que la fraction 10/20 mm. Pour les sables recyclés sur lesquels deux méthodes ont été appliquées, c'est l'essai sur fraction 0/4 mm (fines incluses) qui donnent les valeurs de coefficient d'absorption d'eau les plus élevées. Pour rappel, la méthode d'essai normalisée (NF EN 1097-6 §9) s'applique à la fraction 0,063/4 mm. La réalisation de cet essai sur la fraction 0/4 mm (fines incluses) est une exigence nationale (voir le renvoi (1) du tableau 54 de la norme NF P18-545), afin de répondre au besoin des utilisateurs de granulats pour béton.

Le coefficient d'absorption d'eau des sables recyclés varie plus que celui des gravillons. En effet, l'étendue et l'écart-type calculés à partir des valeurs de coefficient d'absorption d'eau mesuré sur fraction 0,063/4 mm sont environ deux fois supérieurs à ceux calculés à partir des valeurs de coefficient d'absorption d'eau mesurées sur les fractions gravillonnaires, et environ trois fois supérieur dans le cas du coefficient d'absorption d'eau mesuré sur fraction 0/4 mm (fines incluses).

Les fractions 10/20 mm testées se classent pour 10 d'entre elles en code Ab_B, suivant l'article 10 de la norme NF P18-545, avec des valeurs comprises entre 2,5 et 5 %. Les 2 dernières fractions 10/20 mm se classent en code Ab_C avec des valeurs comprises entre 5 et 6 %. Avec une valeur de 5,0 %, la moyenne des coefficients d'absorption d'eau mesurés sur les fractions 10/20 mm se situe sur le second seuil de 5 %.

De la même façon, la valeur moyenne des coefficients d'absorption d'eau mesurés sur les fractions 6,3/10 mm se situe sur le seuil de 5 % avec 7 des valeurs individuelles conformes au code Ab_B pour 5 classées en code Ab_C.

Un seul échantillon de sable recyclé se classe en code Ab_B. Les 11 autres se classent en code Ab_D avec des valeurs supérieures au seuil le plus élevé de 6 %. La moyenne des coefficients d'absorption d'eau mesurés sur les sables recyclés (fines incluses) est également supérieure à 6 %. De plus, l'étendue des résultats est supérieure à 4 % et ne permet donc pas de classer la production de sable recyclé.

N°	Plateforme	Lot	Coupure testée	Remarque	NF EN 1097-6 §8 prd fraction 6,3/10mm	NF EN 1097-6 §8 WA24 fraction 6,3/10mm	NF EN 1097-6 §8 prd fraction 10/20mm	NF EN 1097-6 §8 WA24 fraction 10/20mm	NF EN 1097-6 §9 prd fraction 0,063/4mm	NF EN 1097-6 §9 WA24 fraction 0,063/4mm	NF EN 1097-6 §9 Ab fraction 0/4mm	NF P18-545 §10.3.1 Code "Ab"
6	Plateforme ANCYCLA de Villefranche sur Saône	2_1	Sable 0/4	Coupure réalisée en laboratoire					2,35	4,1	4,9	Ab _B
7	Plateforme ANCYCLA de Villefranche sur Saône	2_1	Gravillon 4/10	Coupure réalisée en laboratoire	2,37	3,4						Ab _B
8	Plateforme ANCYCLA de Villefranche sur Saône	2_1	Gravillon 10/22,4	Coupure réalisée en laboratoire			2,30	3,8				Ab _B
13	Plateforme ANCYCLA de Villefranche sur Saône	2_2	Sable 0/6,3	Coupure réalisée en laboratoire					2,26	6,8	7,0	Ab _D
14	Plateforme ANCYCLA de Villefranche sur Saône	2_2	Gravillon 6,3/20	Coupure réalisée en laboratoire	2,15	8,3	2,18	7,6				Ab _D
21	Plateforme ANCYCLA de Villefranche sur Saône	2_3	Sable 0/6,3	Coupure réalisée en laboratoire					2,09	10,3	11,2	Ab _D
22	Plateforme ANCYCLA de Villefranche sur Saône	2_3	Gravillon 6,3/20	Coupure réalisée en laboratoire	2,24	6,0	2,28	5,0				Ab _C
23	Plateforme ANCYCLA de Villefranche sur Saône	2_4	Sable 0/6,3	Coupure réalisée en laboratoire					2,15	8,6	10,4	Ab _D
24	Plateforme ANCYCLA de Villefranche sur Saône	2_4	Gravillon 6,3/20	Coupure réalisée en laboratoire	2,26	6,3	2,27	5,6				Ab _C
27	Plateforme ANCYCLA d'ANSE	2_5	Sable 0/6,3	Coupure réalisée en laboratoire					2,08	8,7	10,2	Ab _D
28	Plateforme ANCYCLA d'ANSE	2_5	Gravillon 6,3/20	Coupure réalisée en laboratoire	2,28	4,4	2,23	4,7				Ab _B
31	Plateforme ANCYCLA d'ANSE	2_6	Sable 0/6,3	Coupure réalisée en laboratoire					2,31	5,7	7,1	Ab _D
32	Plateforme ANCYCLA d'ANSE	2_6	Gravillon 6,3/20	Coupure réalisée en laboratoire	2,29	5,1	2,26	5,4				Ab _B
35	Plateforme ANCYCLA d'ANSE	2_7	Sable 0/6,3	Coupure réalisée en laboratoire					2,28	5,7	11,2	Ab _D
36	Plateforme ANCYCLA d'ANSE	2_7	Gravillon 6,3/20	Coupure réalisée en laboratoire	2,26	5,7	2,20	6,3				Ab _C
39	Plateforme ANCYCLA d'ANSE	2_8	Sable 0/6,3	Coupure réalisée en laboratoire					2,19	7,9	12,1	Ab _D
40	Plateforme ANCYCLA d'ANSE	2_8	Gravillon 6,3/20	Coupure réalisée en laboratoire	2,20	5,8	2,27	4,9				Ab _C
43	Plateforme ANCYCLA d'ANSE	2_9	Sable 0/6,3	Coupure réalisée en laboratoire					2,08	10,0	10,3	Ab _D
44	Plateforme ANCYCLA d'ANSE	2_9	Gravillon 6,3/20	Coupure réalisée en laboratoire	2,24	7,0	2,11	7,9				Ab _D
45	Plateforme ANCYCLA d'ANSE	2_10	Sable 0/6,3	Coupure réalisée en laboratoire					2,35	5,1	6,4	Ab _C
46	Plateforme ANCYCLA d'ANSE	2_10	Gravillon 6,3/20	Coupure réalisée en laboratoire	2,36	4,2	2,34	4,2				Ab _B
47	Plateforme ANCYCLA d'ANSE	2_11	Sable 0/6,3	Coupure réalisée en laboratoire					2,29	5,2	8,1	Ab _D
48	Plateforme ANCYCLA d'ANSE	2_11	Gravillon 6,3/20	Coupure réalisée en laboratoire	2,31	4,4	2,30	4,5				Ab _B
49	Plateforme ANCYCLA d'ANSE	2_12	Sable 0/6,3	Coupure réalisée en laboratoire					2,32	5,3	9,2	Ab _D
50	Plateforme ANCYCLA d'ANSE	2_12	Gravillon 6,3/20	Coupure réalisée en laboratoire	2,29	5,0	2,29	4,8				Ab _B
Synthèse des résultats					NF EN 1097-6 §8 prd fraction 6,3/10mm	NF EN 1097-6 §8 WA24 fraction 6,3/10mm	NF EN 1097-6 §8 prd fraction 10/20mm	NF EN 1097-6 §8 WA24 fraction 10/20mm	NF EN 1097-6 §9 prd fraction 0,063/4mm	NF EN 1097-6 §9 WA24 fraction 0,063/4mm	NF EN 1097-6 §9 Ab fraction 0/4mm	
Maximum					2,37	8,3	2,34	7,9	2,35	10,3	12,1	
Moyenne					2,27	5,5	2,25	5,4	2,23	7,0	9,0	
Minimum					2,15	3,4	2,11	3,8	2,08	4,1	4,9	
Ecart-type					0,06	1,3	0,06	1,3	0,11	2,1	2,3	
Etendue					0,22	4,9	0,23	4,1	0,27	6,2	7,2	
Nombre de valeurs					12	12	12	12	12	12	12	

Tableau 18 : résultats des essais de détermination de la masse volumique réelle et du coefficient d'absorption d'eau réalisés sur les granulats recyclés provenant des plateformes ANCYCLA

Les valeurs moyennes de masse volumique réelle mesurées sur les granulats recyclés provenant des plateformes ANCYCLA varient légèrement en fonction de la fraction testée. Nous constatons une tendance à obtenir les masses volumiques réelles les plus faibles sur les sables recyclés et les masses volumiques les plus élevées sur les gravillons de petite dimension (fraction 6.3/10 mm). De plus, l'écart-type calculé à partir des valeurs de masse volumique des sables recyclés étant environ deux fois supérieur à celui calculé à partir des valeurs de masse volumique réelle mesurées sur les fractions gravillonnaires, nous concluons à une plus grande variabilité de la masse volumique réelle des sables recyclés.

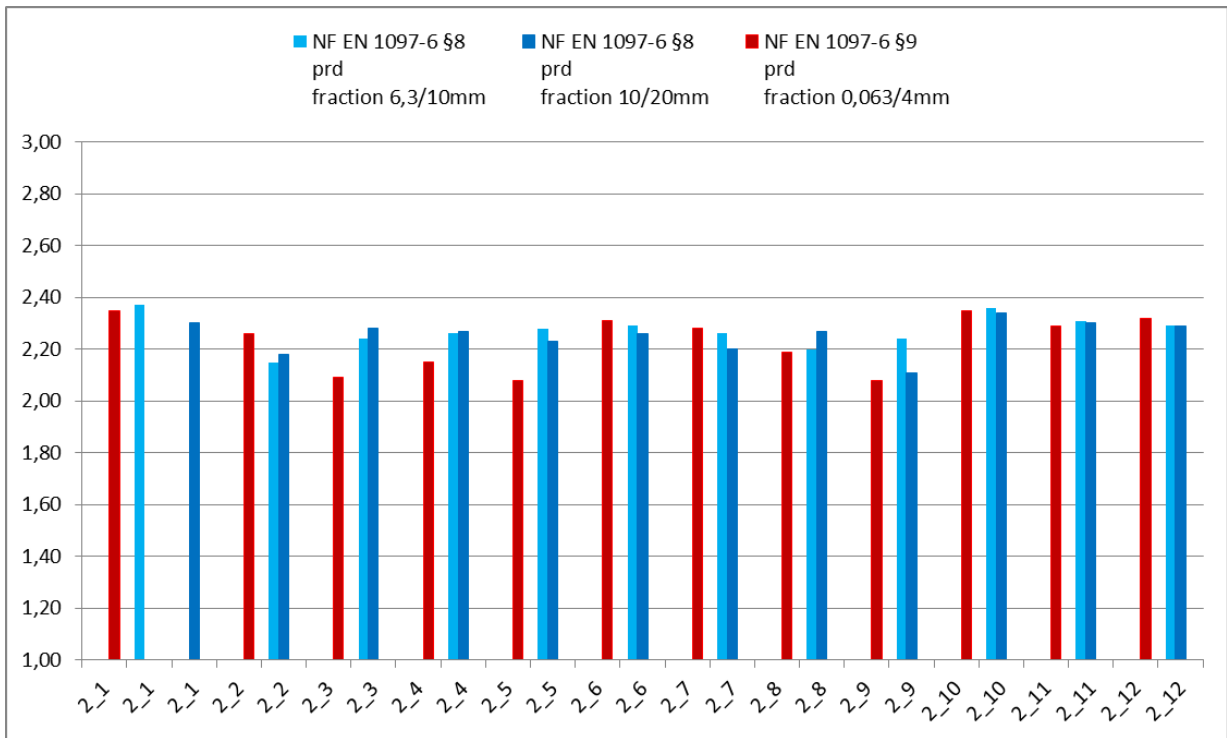


Figure 30 : masse volumique réelle (prd en Mg/m³) des granulats recyclés provenant des plateformes ANCYCLA

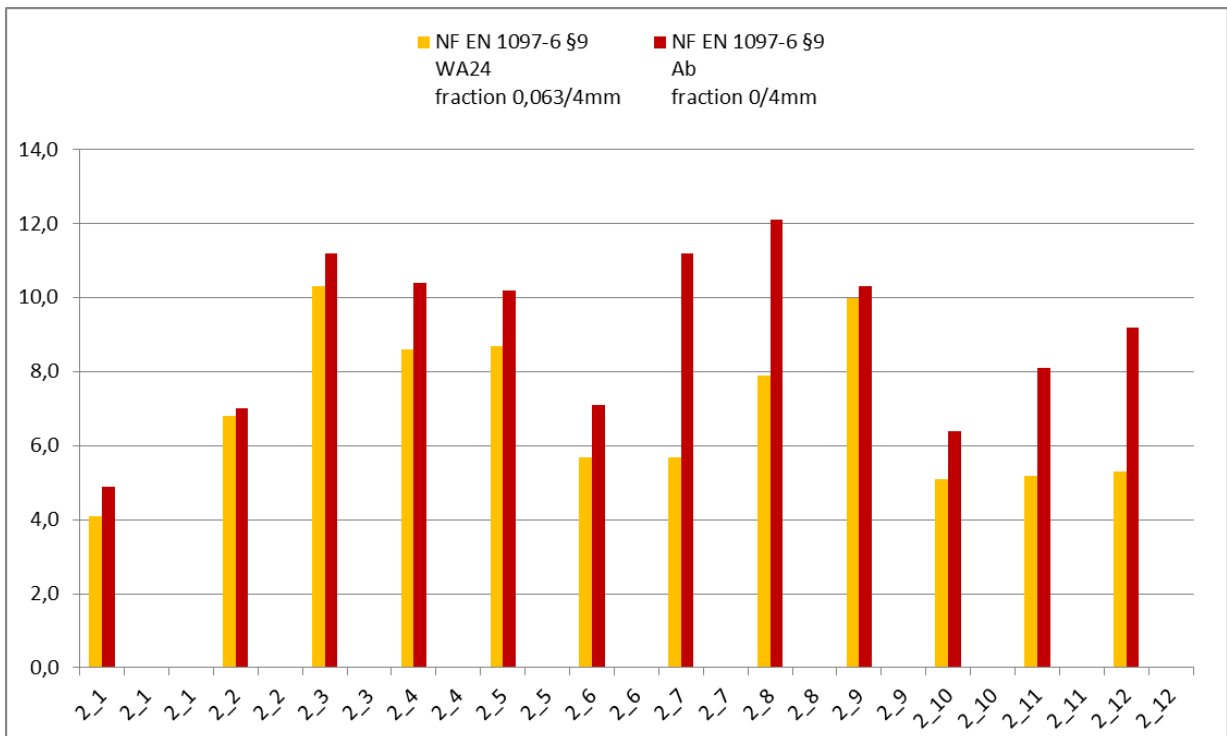


Figure 31 : coefficient d'absorption d'eau sans les fines (WA24 en %) et avec les fines (Ab en %) des sables recyclés provenant des plateformes ANCYCLA

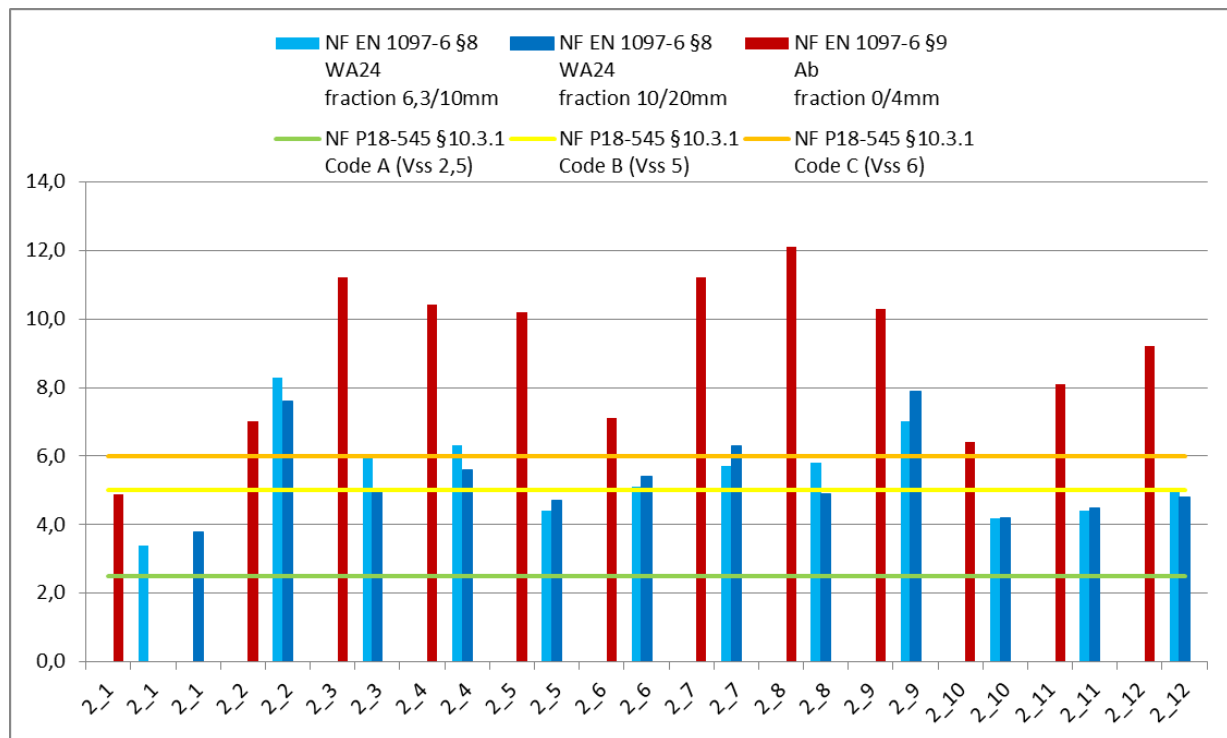


Figure 32 : coefficient d'absorption d'eau (WA24 en %) des gravillons recyclés et coefficient d'absorption d'eau avec les fines (Ab en %) des sables recyclés provenant des plateformes ANCYCLA

La comparaison des valeurs de coefficient d'absorption d'eau mesurées sur les granulats recyclés provenant des plateformes ANCYCLA nous montre que les fractions sableuses absorbent plus que les fractions gravillonnaires pour lesquelles nous ne distinguons pas de différence entre la fraction 6,3/10 mm et la fraction 10/20 mm. Pour les sables recyclés sur lesquels deux méthodes ont été appliquées, c'est l'essai sur fraction 0/4 mm (fines incluses) qui donnent les valeurs de coefficient d'absorption d'eau les plus élevées. Pour rappel, la méthode d'essai normalisée (NF EN 1097-6 §9) s'applique à la fraction 0,063/4 mm. La réalisation de cet essai sur la fraction 0/4 mm (fines incluses) est une exigence nationale (voir le renvoi (1) du tableau 54 de la norme NF P18-545), afin de répondre au besoin des utilisateurs de granulats pour béton.

Nous constatons que le coefficient d'absorption d'eau des sables recyclés, avec est sans fines, varie plus que celui des gravillons avec un écart-type environ deux fois supérieur à l'écart-type calculé à partir des valeurs de coefficient d'absorption d'eau mesurées sur les fractions gravillonnaires.

Les fractions 10/20 mm testées se classent pour 8 d'entre elles en code Ab_B, suivant l'article 10 de la norme NF P18-545, avec des valeurs comprises entre 2,5 et 5 %. 2 des fractions 10/20 mm se classent en code Ab_C avec des valeurs comprises entre 5 et 6. Les 2 dernières fractions 10/20 mm se classent en code Ab_D avec des valeurs supérieures à 6 %. Avec une valeur de 5,4 %, la moyenne des coefficients d'absorption d'eau mesurés sur les fractions 10/20 mm se situe sur le second seuil de 5 %.

Avec une valeur de 5,5 %, la valeur moyenne des coefficients d'absorption d'eau mesurés sur les fractions 6,3/10 mm se situe sur le troisième seuil de 6 % avec 6 des valeurs individuelles conformes au code Ab_B, 5 classées en code Ab_C et les 2 dernières en code Ab_D.

Un échantillon de sable recyclé se classe en code Ab_B et un en code Ab_C. Les 10 autres se classent en code Ab_D. La moyenne des coefficients d'absorption d'eau mesurés sur les sables recyclés (fines incluses) est supérieure à 6 % avec une étendue des résultats supérieure à 4 % et ne permet donc pas de classer la production de sable recyclé.

4.3 Propriétés chimiques des granulats

4.3.1 Sulfates solubles dans l'eau dans les granulats recyclés (NF EN 1744-1 §10.2)

Les résultats des essais de détermination de la teneur en sulfates solubles dans l'eau dans les granulats recyclés réalisés sur les granulats recyclés réceptionnés ou élaborés en laboratoire sont présentés dans les **Tableaux 19** et **20** et les **Figures 33** et **34**.

N°	Plateforme	Lot	Coupure testée	Remarque	NF EN 1744-1 §10.2 fraction 0/4mm	NF EN 1744-1 §10.2 fraction d/D	NF EN 1744-1 §10.2 Code "SS"
1	Plateforme DLB de Gonesse	1_1	Sable 0/4	-	0,232		SS _B
3	Plateforme DLB de Gonesse	1_1	Gravillon 10/20	-		0,224	SS _B
4	Plateforme DLB de Gonesse	1_2	Sable 0/6,3	-	0,268		SS _D
5	Plateforme DLB de Gonesse	1_2	Gravillon 6,3/20	-		0,172	SS _B
9	Plateforme DLB de Gonesse	1_3	Sable 0/6,3	-	0,260		SS _D
10	Plateforme DLB de Gonesse	1_3	Gravillon 6,3/20	-		0,196	SS _B
11	Plateforme DLB de Gonesse	1_4	Sable 0/6,3	-	0,124		SS _B
12	Plateforme DLB de Gonesse	1_4	Gravillon 6,3/20	-		0,092	SS _B
15	Plateforme DLB de Gonesse	1_5	Sable 0/6,3	-	0,252		SS _D
16	Plateforme DLB de Gonesse	1_5	Gravillon 6,3/20	-		0,208	SS _B
17	Plateforme DLB de Gonesse	1_6	Sable 0/6,3	-	0,304		SS _D
18	Plateforme DLB de Gonesse	1_6	Gravillon 6,3/20	-		0,148	SS _B
19	Plateforme DLB de Gonesse	1_7	Sable 0/6,3	-	0,504		SS _D
20	Plateforme DLB de Gonesse	1_7	Gravillon 6,3/20	-		0,212	SS _B
25	Plateforme DLB de Gonesse	1_8	Sable 0/6,3	-	0,272		SS _D
26	Plateforme DLB de Gonesse	1_8	Gravillon 6,3/20	-		0,180	SS _B
29	Plateforme DLB de Gonesse	1_9	Sable 0/6,3	-	0,436		SS _D
30	Plateforme DLB de Gonesse	1_9	Gravillon 6,3/20	-		0,216	SS _B
33	Plateforme DLB de Gonesse	1_10	Sable 0/6,3	-	0,344		SS _D
34	Plateforme DLB de Gonesse	1_10	Gravillon 6,3/20	-		0,188	SS _B
37	Plateforme DLB de Gonesse	1_11	Sable 0/6,3	-	0,328		SS _D
38	Plateforme DLB de Gonesse	1_11	Gravillon 6,3/20	-		0,204	SS _B
41	Plateforme DLB de Gonesse	1_12	Sable 0/6,3	-	0,412		SS _D
42	Plateforme DLB de Gonesse	1_12	Gravillon 6,3/20	-		0,292	SS _D
Synthèse des résultats					NF EN 1744-1 §10.2 fraction 0/4mm	NF EN 1744-1 §10.2 fraction d/D	NF EN 1744-1 §10.2 fractions 0/4 et d/D
Maximum					0,504	0,292	0,504
Moyenne					0,311	0,194	0,253
Minimum					0,124	0,092	0,092
Ecart-type					0,102	0,048	0,098
Etendue					0,380	0,200	0,412
Nombre de valeurs					12	12	24

Tableau 19 : résultats des essais de détermination de la teneur en sulfates solubles dans l'eau dans les granulats recyclés réalisés sur les granulats recyclés provenant de la plateforme DLB

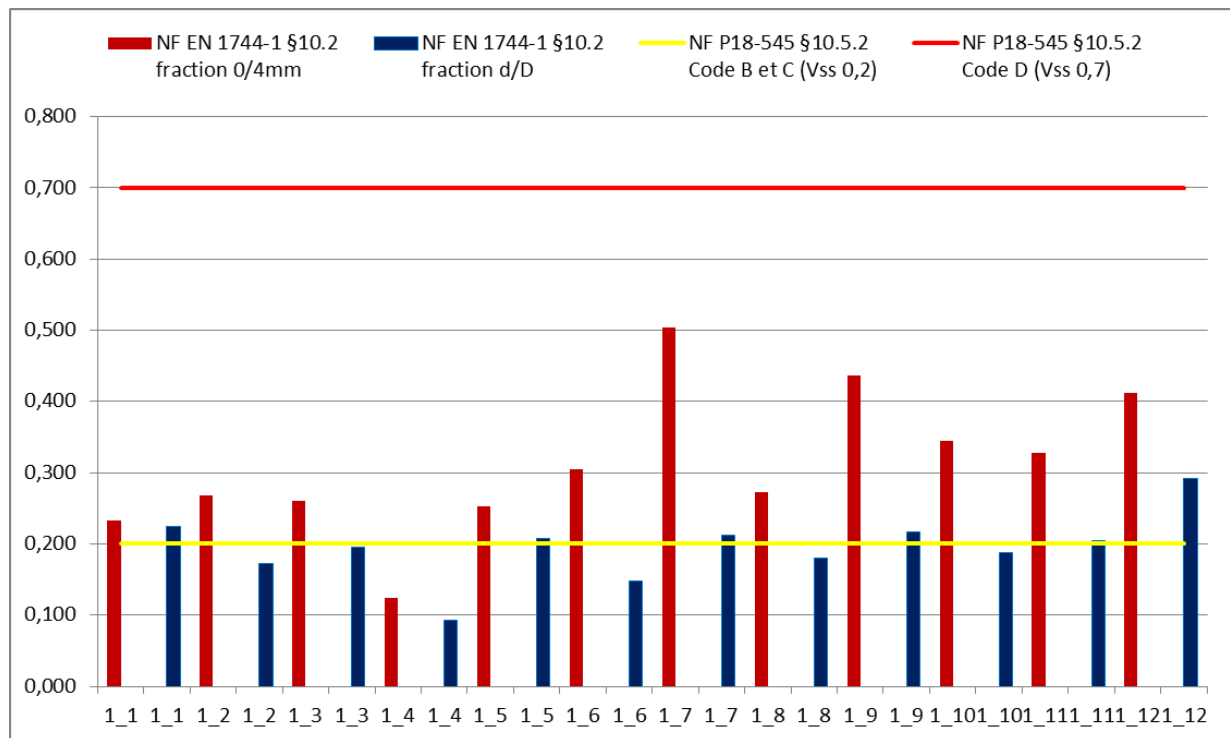


Figure 33 : teneur en sulfates solubles dans l'eau (SS en %) des granulats recyclés provenant de la plateforme DLB

La teneur moyenne en sulfates solubles dans l'eau des sables recyclés provenant de la plateforme DLB dépasse le seuil le plus restrictif de 0,2 %, mais reste inférieure au seuil maximum de 0,7 %, suivant l'article 10 de la norme NF P18-545. Individuellement, 10 échantillons de sable recyclé se classent en code SS_D avec des valeurs supérieures à 0,2 %, mais inférieures à 0,7 % et seulement 2 en code SS_B avec des valeurs inférieures ou égales à 0,2 %.

La teneur moyenne en sulfates solubles dans l'eau des gravillons recyclés provenant de la plateforme DLB est égale au seuil le plus restrictif de 0,2 %, suivant l'article 10 de la norme NF P18-545. Individuellement, 11 échantillons de gravillon recyclé se classent en code SS_B et seulement un en code SS_D .

Les teneurs en sulfates solubles dans l'eau des gravillons recyclés sont sensiblement inférieures à celles des sables recyclés.

N°	Plateforme	Lot	Coupure testée	Remarque	NF EN 1744-1 §10.2 fraction 0/4mm	NF EN 1744-1 §10.2 fraction d/D	NF P18-545 §10.5.2 Code "SS"
6	Plateforme ANCYCLA de Villefranche sur Saône	2_1	Sable 0/4	Coupure réalisée en laboratoire	0,176		SS _B
8	Plateforme ANCYCLA de Villefranche sur Saône	2_1	Gravillon 10/22,4	Coupure réalisée en laboratoire		0,164	SS _B
13	Plateforme ANCYCLA de Villefranche sur Saône	2_2	Sable 0/6,3	Coupure réalisée en laboratoire	0,132		SS _B
14	Plateforme ANCYCLA de Villefranche sur Saône	2_2	Gravillon 6,3/20	Coupure réalisée en laboratoire		0,176	SS _B
21	Plateforme ANCYCLA de Villefranche sur Saône	2_3	Sable 0/6,3	Coupure réalisée en laboratoire	0,187		SS _B
22	Plateforme ANCYCLA de Villefranche sur Saône	2_3	Gravillon 6,3/20	Coupure réalisée en laboratoire		0,204	SS _B
23	Plateforme ANCYCLA de Villefranche sur Saône	2_4	Sable 0/6,3	Coupure réalisée en laboratoire	0,212		SS _B
24	Plateforme ANCYCLA de Villefranche sur Saône	2_4	Gravillon 6,3/20	Coupure réalisée en laboratoire		0,188	SS _B
27	Plateforme ANCYCLA d'ANSE	2_5	Sable 0/6,3	Coupure réalisée en laboratoire	0,252		SS _D
28	Plateforme ANCYCLA d'ANSE	2_5	Gravillon 6,3/20	Coupure réalisée en laboratoire		0,160	SS _B
31	Plateforme ANCYCLA d'ANSE	2_6	Sable 0/6,3	Coupure réalisée en laboratoire	0,339		SS _D
32	Plateforme ANCYCLA d'ANSE	2_6	Gravillon 6,3/20	Coupure réalisée en laboratoire		0,216	SS _B
35	Plateforme ANCYCLA d'ANSE	2_7	Sable 0/6,3	Coupure réalisée en laboratoire	0,172		SS _B
36	Plateforme ANCYCLA d'ANSE	2_7	Gravillon 6,3/20	Coupure réalisée en laboratoire		0,243	SS _B
39	Plateforme ANCYCLA d'ANSE	2_8	Sable 0/6,3	Coupure réalisée en laboratoire	0,240		SS _B
40	Plateforme ANCYCLA d'ANSE	2_8	Gravillon 6,3/20	Coupure réalisée en laboratoire		0,164	SS _B
43	Plateforme ANCYCLA d'ANSE	2_9	Sable 0/6,3	Coupure réalisée en laboratoire	0,292		SS _D
44	Plateforme ANCYCLA d'ANSE	2_9	Gravillon 6,3/20	Coupure réalisée en laboratoire		0,196	SS _B
45	Plateforme ANCYCLA d'ANSE	2_10	Sable 0/6,3	Coupure réalisée en laboratoire	0,128		SS _B
46	Plateforme ANCYCLA d'ANSE	2_10	Gravillon 6,3/20	Coupure réalisée en laboratoire		0,148	SS _B
47	Plateforme ANCYCLA d'ANSE	2_11	Sable 0/6,3	Coupure réalisée en laboratoire	0,196		SS _B
48	Plateforme ANCYCLA d'ANSE	2_11	Gravillon 6,3/20	Coupure réalisée en laboratoire		0,120	SS _B
49	Plateforme ANCYCLA d'ANSE	2_12	Sable 0/6,3	Coupure réalisée en laboratoire	0,212		SS _B
50	Plateforme ANCYCLA d'ANSE	2_12	Gravillon 6,3/20	Coupure réalisée en laboratoire		0,112	SS _B
Synthèse des résultats					NF EN 1744-1 §10.2 fraction 0/4mm	NF EN 1744-1 §10.2 fraction d/D	NF EN 1744-1 §10.2 fractions 0/4 et d/D
Maximum					0,339	0,243	0,339
Moyenne					0,212	0,174	0,193
Minimum					0,128	0,112	0,112
Ecart-type					0,062	0,038	0,054
Etendue					0,211	0,131	0,227
Nombre de valeurs					12	12	24

Tableau 20 : résultats des essais de détermination de la teneur en sulfates solubles dans l'eau dans les granulats recyclés réalisés sur les granulats recyclés provenant des plateformes ANCYCLA

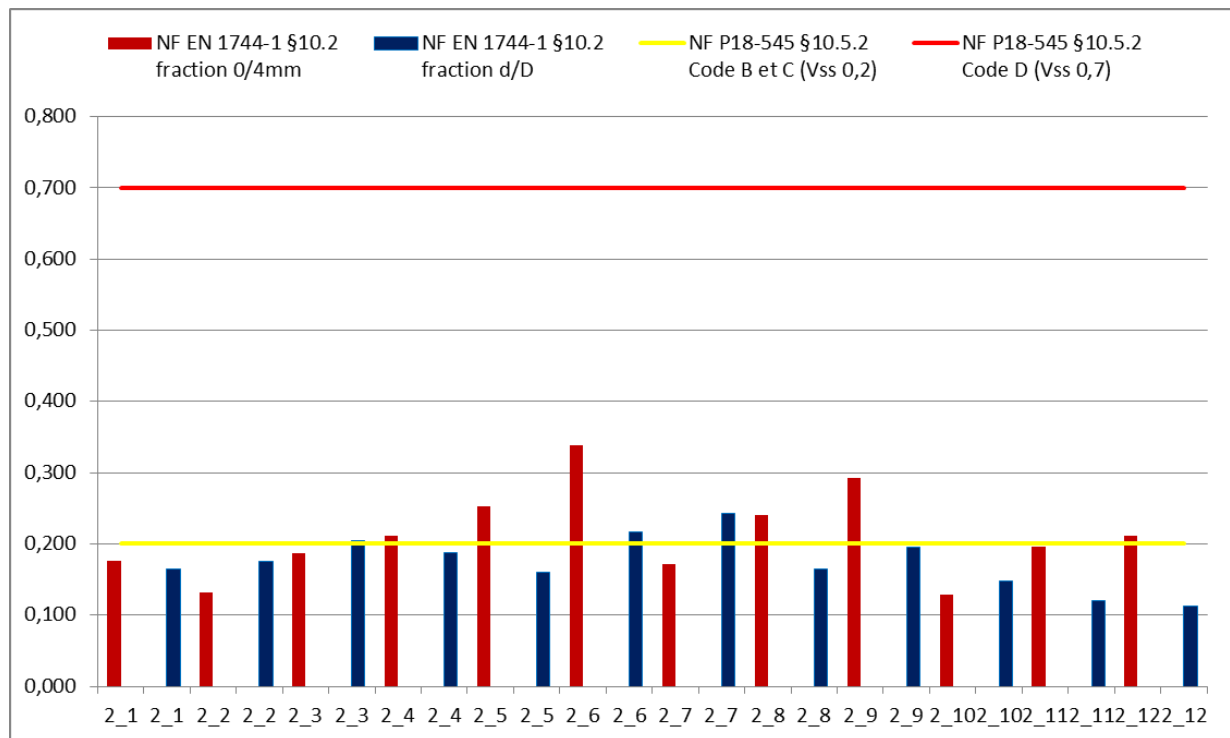


Figure 34 : teneur en sulfates solubles dans l'eau (SS en %) des granulats recyclés provenant des plateformes ANCYCLA

La teneur moyenne en sulfates solubles dans l'eau des sables recyclés provenant des plateformes ANCYCLA est égale au seuil le plus restrictif de 0,2 %, suivant l'article 10 de la norme NF P18-545. Individuellement, 9 échantillons de sable recyclé se classent en code SS_B avec des valeurs inférieures ou égales à 0,2 % et seulement 3 en code SS_D avec des valeurs supérieures à 0,2 %, mais inférieures à 0,7 %.

La teneur moyenne en sulfates solubles dans l'eau des gravillons recyclés provenant des plateformes ANCYCLA est égale au seuil le plus restrictif de 0,2 %, suivant l'article 10 de la norme NF P18-545. L'ensemble des 12 échantillons de gravillon recyclé se classent en code SS_B .

Les teneurs en sulfates solubles dans l'eau des gravillons recyclés sont proches de celles des sables recyclés, tout en restant la plupart du temps légèrement inférieures.

4.3.2 Sels chlorures solubles dans l'acide (NF EN 1744-5)

Les résultats des essais de détermination des sels chlorures solubles dans l'acide réalisés sur les granulats recyclés réceptionnés ou élaborés en laboratoire sont présentés dans les **Tableaux 21** et **22** et les **Figure 35** et **36**.

N°	Plateforme	Lot	Coupure testée	Remarque	NF EN 1744-5 fraction 0/4mm	NF EN 1744-5 fraction d/D	NF P18-545 §10.5.3 (Valeur à déclarer)
1	Plateforme DLB de Gonesse	1_1	Sable 0/4	-	0,03		Valeur à déclarer
3	Plateforme DLB de Gonesse	1_1	Gravillon 10/20	-		0,24	Valeur à déclarer
4	Plateforme DLB de Gonesse	1_2	Sable 0/6,3	-	0,04		Valeur à déclarer
5	Plateforme DLB de Gonesse	1_2	Gravillon 6,3/20	-		0,05	Valeur à déclarer
9	Plateforme DLB de Gonesse	1_3	Sable 0/6,3	-	<0,01		Valeur à déclarer
10	Plateforme DLB de Gonesse	1_3	Gravillon 6,3/20	-		<0,01	Valeur à déclarer
11	Plateforme DLB de Gonesse	1_4	Sable 0/6,3	-	0,01		Valeur à déclarer
12	Plateforme DLB de Gonesse	1_4	Gravillon 6,3/20	-		0,05	Valeur à déclarer
15	Plateforme DLB de Gonesse	1_5	Sable 0/6,3	-	0,07		Valeur à déclarer
16	Plateforme DLB de Gonesse	1_5	Gravillon 6,3/20	-		0,05	Valeur à déclarer
17	Plateforme DLB de Gonesse	1_6	Sable 0/6,3	-	0,02		Valeur à déclarer
18	Plateforme DLB de Gonesse	1_6	Gravillon 6,3/20	-		0,02	Valeur à déclarer
19	Plateforme DLB de Gonesse	1_7	Sable 0/6,3	-	<0,01		Valeur à déclarer
20	Plateforme DLB de Gonesse	1_7	Gravillon 6,3/20	-		<0,01	Valeur à déclarer
25	Plateforme DLB de Gonesse	1_8	Sable 0/6,3	-	<0,01		Valeur à déclarer
26	Plateforme DLB de Gonesse	1_8	Gravillon 6,3/20	-		<0,01	Valeur à déclarer
29	Plateforme DLB de Gonesse	1_9	Sable 0/6,3	-	<0,01		Valeur à déclarer
30	Plateforme DLB de Gonesse	1_9	Gravillon 6,3/20	-		<0,01	Valeur à déclarer
33	Plateforme DLB de Gonesse	1_10	Sable 0/6,3	-	<0,01		Valeur à déclarer
34	Plateforme DLB de Gonesse	1_10	Gravillon 6,3/20	-		<0,01	Valeur à déclarer
37	Plateforme DLB de Gonesse	1_11	Sable 0/6,3	-	0,02		Valeur à déclarer
38	Plateforme DLB de Gonesse	1_11	Gravillon 6,3/20	-		0,02	Valeur à déclarer
41	Plateforme DLB de Gonesse	1_12	Sable 0/6,3	-	0,03		Valeur à déclarer
42	Plateforme DLB de Gonesse	1_12	Gravillon 6,3/20	-		<0,01	Valeur à déclarer
Synthèse des résultats					NF EN 1744-5 fraction 0/4mm	NF EN 1744-5 fraction d/D	NF EN 1744-5 fractions 0/4 et d/D
Maximum					0,07	0,24	0,24
Moyenne					0,03	0,07	0,05
Minimum					0,01	0,02	0,01
Ecart-type					0,02	0,08	0,06
Etendue					0,06	0,22	0,23
Nombre de valeurs					12	12	24

Tableau 21 : résultats des essais de détermination des sels chlorures solubles dans l'acide réalisés sur les granulats recyclés provenant de la plateforme DLB

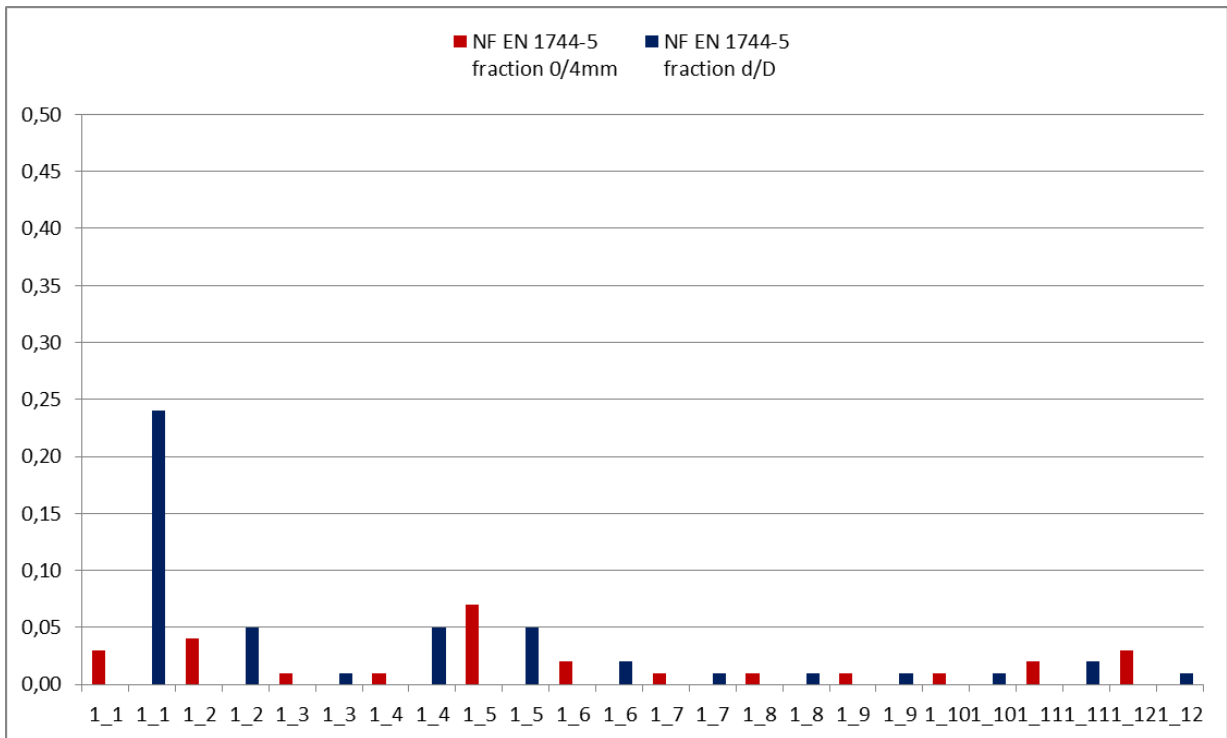


Figure 35 : teneur en chlorures solubles dans l'acide (C_a en %) des granulats recyclés provenant de la plateforme DLB

Sur l'ensemble des mesures de teneur en chlorures solubles dans l'acide réalisées sur les granulats recyclés provenant de la plateforme DLB, un résultat obtenu sur un échantillon de gravillon recyclé dépasse très largement les autres valeurs.

En conséquence de cette valeur haute, La teneur en chlorures solubles dans l'acide des gravillons recyclés est en moyenne plus élevée que celle des sables recyclés. Par contre, si nous excluons le résultat le plus élevé, il n'y a plus de différence significative entre les deux coupures testées.

N°	Plateforme	Lot	Coupure testée	Remarque	NF EN 1744-5 fraction 0/4mm	NF EN 1744-5 fraction d/D	NF P18-545 §10.5.3 (Valeur à déclarer)
6	Plateforme ANCYCLA de Villefranche sur Saône	2_1	Sable 0/4	Coupure réalisée en laboratoire	0,43		Valeur à déclarer
8	Plateforme ANCYCLA de Villefranche sur Saône	2_1	Gravillon 10/22,4	Coupure réalisée en laboratoire		<0,01	Valeur à déclarer
13	Plateforme ANCYCLA de Villefranche sur Saône	2_2	Sable 0/6,3	Coupure réalisée en laboratoire	<0,01		Valeur à déclarer
14	Plateforme ANCYCLA de Villefranche sur Saône	2_2	Gravillon 6,3/20	Coupure réalisée en laboratoire		<0,01	Valeur à déclarer
21	Plateforme ANCYCLA de Villefranche sur Saône	2_3	Sable 0/6,3	Coupure réalisée en laboratoire	0,01		Valeur à déclarer
22	Plateforme ANCYCLA de Villefranche sur Saône	2_3	Gravillon 6,3/20	Coupure réalisée en laboratoire		0,02	Valeur à déclarer
23	Plateforme ANCYCLA de Villefranche sur Saône	2_4	Sable 0/6,3	Coupure réalisée en laboratoire	<0,01		Valeur à déclarer
24	Plateforme ANCYCLA de Villefranche sur Saône	2_4	Gravillon 6,3/20	Coupure réalisée en laboratoire		<0,01	Valeur à déclarer
27	Plateforme ANCYCLA d'ANSE	2_5	Sable 0/6,3	Coupure réalisée en laboratoire	<0,01		Valeur à déclarer
28	Plateforme ANCYCLA d'ANSE	2_5	Gravillon 6,3/20	Coupure réalisée en laboratoire		<0,01	Valeur à déclarer
31	Plateforme ANCYCLA d'ANSE	2_6	Sable 0/6,3	Coupure réalisée en laboratoire	<0,01		Valeur à déclarer
32	Plateforme ANCYCLA d'ANSE	2_6	Gravillon 6,3/20	Coupure réalisée en laboratoire		<0,01	Valeur à déclarer
35	Plateforme ANCYCLA d'ANSE	2_7	Sable 0/6,3	Coupure réalisée en laboratoire	<0,01		Valeur à déclarer
36	Plateforme ANCYCLA d'ANSE	2_7	Gravillon 6,3/20	Coupure réalisée en laboratoire		<0,01	Valeur à déclarer
39	Plateforme ANCYCLA d'ANSE	2_8	Sable 0/6,3	Coupure réalisée en laboratoire	0,01		Valeur à déclarer
40	Plateforme ANCYCLA d'ANSE	2_8	Gravillon 6,3/20	Coupure réalisée en laboratoire		<0,01	Valeur à déclarer
43	Plateforme ANCYCLA d'ANSE	2_9	Sable 0/6,3	Coupure réalisée en laboratoire	<0,01		Valeur à déclarer
44	Plateforme ANCYCLA d'ANSE	2_9	Gravillon 6,3/20	Coupure réalisée en laboratoire		<0,01	Valeur à déclarer
45	Plateforme ANCYCLA d'ANSE	2_10	Sable 0/6,3	Coupure réalisée en laboratoire	0,01		Valeur à déclarer
46	Plateforme ANCYCLA d'ANSE	2_10	Gravillon 6,3/20	Coupure réalisée en laboratoire		<0,01	Valeur à déclarer
47	Plateforme ANCYCLA d'ANSE	2_11	Sable 0/6,3	Coupure réalisée en laboratoire	0,03		Valeur à déclarer
48	Plateforme ANCYCLA d'ANSE	2_11	Gravillon 6,3/20	Coupure réalisée en laboratoire		0,03	Valeur à déclarer
49	Plateforme ANCYCLA d'ANSE	2_12	Sable 0/6,3	Coupure réalisée en laboratoire	0,03		Valeur à déclarer
50	Plateforme ANCYCLA d'ANSE	2_12	Gravillon 6,3/20	Coupure réalisée en laboratoire		0,01	Valeur à déclarer
Synthèse des résultats					NF EN 1744-5 fraction 0/4mm	NF EN 1744-5 fraction d/D	NF EN 1744-5 fractions 0/4 et d/D
Maximum					0,43	0,03	0,43
<i>Moyenne</i>					<i>0,09</i>	<i>0,02</i>	<i>0,06</i>
Minimum					0,01	0,01	0,01
<i>Ecart-type</i>					<i>0,17</i>	<i>0,01</i>	<i>0,14</i>
Etendue					0,42	0,02	0,42
Nombre de valeurs					12	12	24

Tableau 22 : résultats des essais de détermination des sels chlorures solubles dans l'acide réalisés sur les granulats recyclés provenant des plateformes ANCYCLA

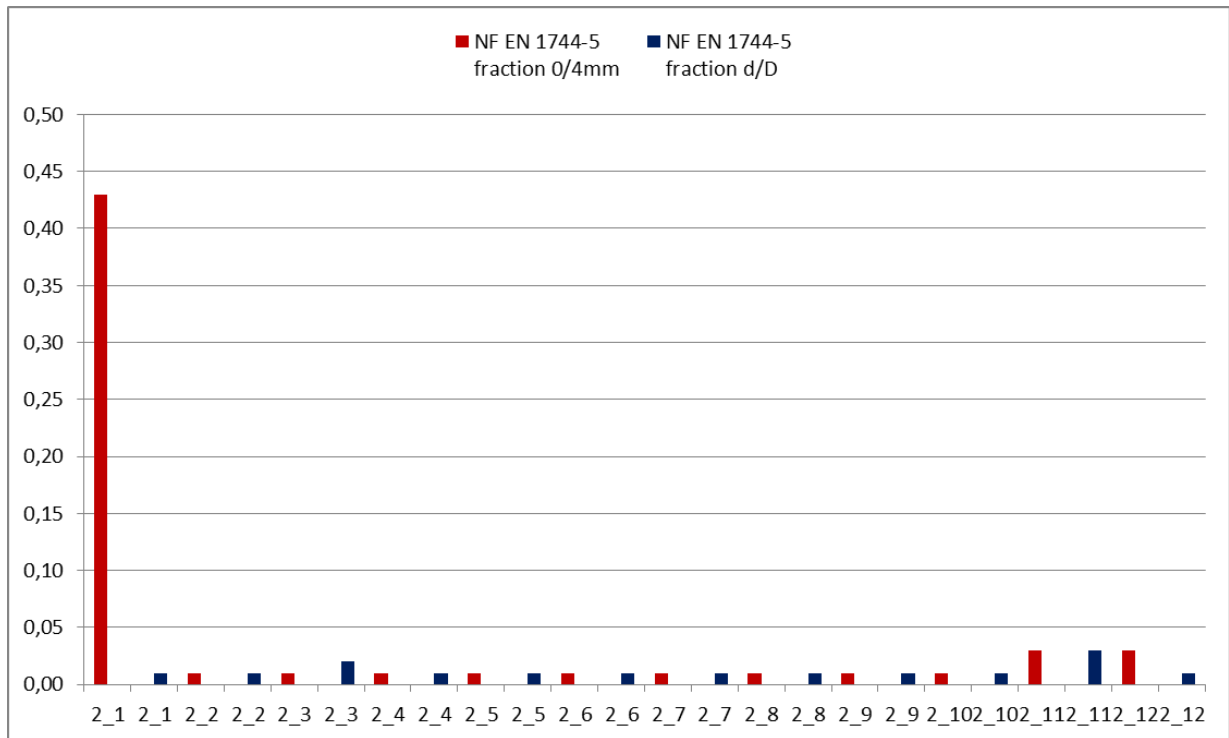


Figure 36 : teneur en chlorures solubles dans l'acide (C_a en %) des granulats recyclés provenant des plateformes ANCYCLA

Sur l'ensemble des mesures de teneur en chlorures solubles dans l'acide réalisées sur les granulats recyclés provenant des plateformes ANCYCLA, un résultat obtenu sur un échantillon de sable recyclé dépasse très largement les autres valeurs.

En conséquence de cette valeur haute, La teneur en chlorures solubles dans l'acide des sables recyclés est en moyenne plus élevée que celle des gravillons recyclés. Par contre, si nous excluons le résultat le plus élevé, il n'y a plus de différence significative entre les deux coupures testées.

4.3.3 Influence d'un extrait de granulat recyclé sur le temps de prise initial du ciment (NF EN 1744-6)

Les résultats des essais de détermination de l'influence d'un extrait de granulat recyclé sur le temps de prise initial du ciment réalisés sur les granulats recyclés réceptionnés ou élaborés en laboratoire sont présentés dans les **Tableaux 23** et **24** et les **Figures 37** et **38**.

N°	Plateforme	Lot	Coupure testée	Remarque	NF EN 1744-6 fraction 0/4mm	NF EN 1744-6 fraction d/D	NF P18-545 §10.5.4 Code "A"
1	Plateforme DLB de Gonesse	1_1	Sable 0/4	-	-3		A _B
3	Plateforme DLB de Gonesse	1_1	Gravillon 10/20	-		-1	A _B
4	Plateforme DLB de Gonesse	1_2	Sable 0/6,3	-	-32		A _C
5	Plateforme DLB de Gonesse	1_2	Gravillon 6,3/20	-		-32	A _C
9	Plateforme DLB de Gonesse	1_3	Sable 0/6,3	-	-10		A _B
10	Plateforme DLB de Gonesse	1_3	Gravillon 6,3/20	-		-7	A _B
11	Plateforme DLB de Gonesse	1_4	Sable 0/6,3	-	-6		A _B
12	Plateforme DLB de Gonesse	1_4	Gravillon 6,3/20	-		-20	A _C
15	Plateforme DLB de Gonesse	1_5	Sable 0/6,3	-	-3		A _B
16	Plateforme DLB de Gonesse	1_5	Gravillon 6,3/20	-		-9	A _B
17	Plateforme DLB de Gonesse	1_6	Sable 0/6,3	-	-10		A _B
18	Plateforme DLB de Gonesse	1_6	Gravillon 6,3/20	-		-12	A _C
19	Plateforme DLB de Gonesse	1_7	Sable 0/6,3	-	-15		A _C
20	Plateforme DLB de Gonesse	1_7	Gravillon 6,3/20	-		-15	A _C
25	Plateforme DLB de Gonesse	1_8	Sable 0/6,3	-	-18		A _C
26	Plateforme DLB de Gonesse	1_8	Gravillon 6,3/20	-		-7	A _B
29	Plateforme DLB de Gonesse	1_9	Sable 0/6,3	-	-22		A _C
30	Plateforme DLB de Gonesse	1_9	Gravillon 6,3/20	-		-20	A _C
33	Plateforme DLB de Gonesse	1_10	Sable 0/6,3	-	-4		A _B
34	Plateforme DLB de Gonesse	1_10	Gravillon 6,3/20	-		6	A _B
37	Plateforme DLB de Gonesse	1_11	Sable 0/6,3	-	2		A _B
38	Plateforme DLB de Gonesse	1_11	Gravillon 6,3/20	-		0	A _B
41	Plateforme DLB de Gonesse	1_12	Sable 0/6,3	-	2		A _B
42	Plateforme DLB de Gonesse	1_12	Gravillon 6,3/20	-		-3	A _B
Synthèse des résultats					NF EN 1744-6 fraction 0/4mm	NF EN 1744-6 fraction d/D	NF EN 1744-6 fractions 0/4 et d/D
Maximum					2	6	6
Moyenne					-10	-10	-10
Minimum					-32	-32	-32
Ecart-type					10	11	10
Etendue					34	38	38
Nombre de valeurs					12	12	24

Tableau 23 : résultats des essais de détermination de l'influence d'un extrait de granulat recyclé sur le temps de prise initial du ciment réalisés sur les granulats recyclés provenant de la plateforme DLB

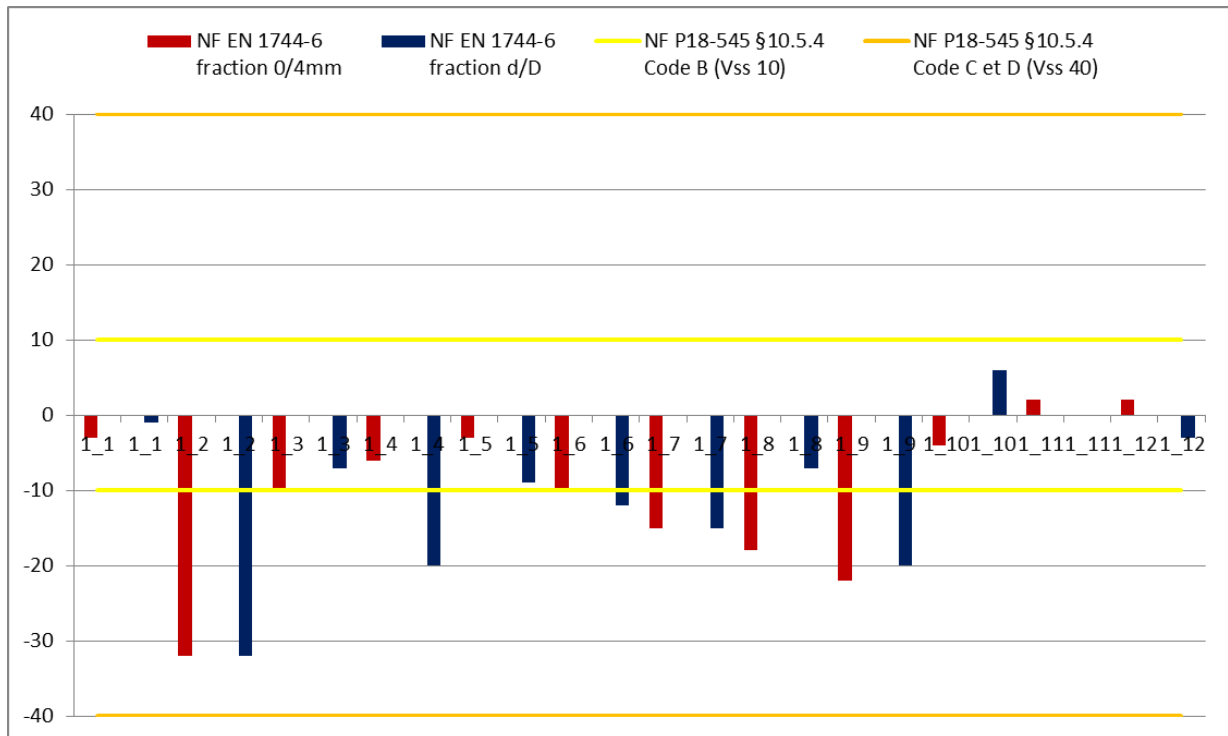


Figure 37 : influence d'un extrait de granulat recyclé sur le temps de prise initial du ciment (A en min) des granulats recyclés provenant de la plateforme DLB

La moyenne des résultats d'essais de détermination de l'influence d'un extrait de granulat recyclé sur le temps de prise initial du ciment réalisés sur les granulats recyclés provenant de la plateforme DLB est égale au seuil le plus restrictif de 10 minutes, suivant l'article 10 de la norme NF P18-545.

Individuellement, 8 échantillons de sables recyclés se classent en code A_B avec des valeurs inférieures ou égales au seuil de 10 minutes. Les 4 autres échantillons de sables recyclés se classent en code A_C avec des résultats inférieurs au seuil maximum de 40 minutes. Concernant les échantillons de gravillons recyclés, 7 d'entre eux se classent en code A_B et les 5 autres en code A_C.

Malgré une moyenne des résultats négative qui met en évidence un effet retardateur de prise, notons que sur les 24 essais réalisés, nous obtenons 3 résultats positifs indiquant un effet accélérateur de prise et une valeur nulle.

Les résultats obtenus ne mettent pas en évidence de différence significative entre les deux coupures testées.

N°	Plateforme	Lot	Coupure testée	Remarque	NF EN 1744-6 fraction 0/4mm	NF EN 1744-6 fraction d/D	NF P18-545 §10.5.4 Code "A"
6	Plateforme ANCYCLA de Villefranche sur Saône	2_1	Sable 0/4	Coupure réalisée en laboratoire	-8		A _B
8	Plateforme ANCYCLA de Villefranche sur Saône	2_1	Gravillon 10/22,4	Coupure réalisée en laboratoire		-4	A _B
13	Plateforme ANCYCLA de Villefranche sur Saône	2_2	Sable 0/6,3	Coupure réalisée en laboratoire	-23		A _C
14	Plateforme ANCYCLA de Villefranche sur Saône	2_2	Gravillon 6,3/20	Coupure réalisée en laboratoire		-24	A _C
21	Plateforme ANCYCLA de Villefranche sur Saône	2_3	Sable 0/6,3	Coupure réalisée en laboratoire	-4		A _B
22	Plateforme ANCYCLA de Villefranche sur Saône	2_3	Gravillon 6,3/20	Coupure réalisée en laboratoire		-10	A _B
23	Plateforme ANCYCLA de Villefranche sur Saône	2_4	Sable 0/6,3	Coupure réalisée en laboratoire	-4		A _B
24	Plateforme ANCYCLA de Villefranche sur Saône	2_4	Gravillon 6,3/20	Coupure réalisée en laboratoire		0	A _B
27	Plateforme ANCYCLA d'ANSE	2_5	Sable 0/6,3	Coupure réalisée en laboratoire	1		A _B
28	Plateforme ANCYCLA d'ANSE	2_5	Gravillon 6,3/20	Coupure réalisée en laboratoire		-16	A _C
31	Plateforme ANCYCLA d'ANSE	2_6	Sable 0/6,3	Coupure réalisée en laboratoire	-5		A _B
32	Plateforme ANCYCLA d'ANSE	2_6	Gravillon 6,3/20	Coupure réalisée en laboratoire		-1	A _B
35	Plateforme ANCYCLA d'ANSE	2_7	Sable 0/6,3	Coupure réalisée en laboratoire	-3		A _B
36	Plateforme ANCYCLA d'ANSE	2_7	Gravillon 6,3/20	Coupure réalisée en laboratoire		-1	A _B
39	Plateforme ANCYCLA d'ANSE	2_8	Sable 0/6,3	Coupure réalisée en laboratoire	-8		A _B
40	Plateforme ANCYCLA d'ANSE	2_8	Gravillon 6,3/20	Coupure réalisée en laboratoire		-1	A _B
43	Plateforme ANCYCLA d'ANSE	2_9	Sable 0/6,3	Coupure réalisée en laboratoire	-3		A _B
44	Plateforme ANCYCLA d'ANSE	2_9	Gravillon 6,3/20	Coupure réalisée en laboratoire		2	A _B
45	Plateforme ANCYCLA d'ANSE	2_10	Sable 0/6,3	Coupure réalisée en laboratoire	8		A _B
46	Plateforme ANCYCLA d'ANSE	2_10	Gravillon 6,3/20	Coupure réalisée en laboratoire		13	A _C
47	Plateforme ANCYCLA d'ANSE	2_11	Sable 0/6,3	Coupure réalisée en laboratoire	1		A _B
48	Plateforme ANCYCLA d'ANSE	2_11	Gravillon 6,3/20	Coupure réalisée en laboratoire		-6	A _B
49	Plateforme ANCYCLA d'ANSE	2_12	Sable 0/6,3	Coupure réalisée en laboratoire	3		A _B
50	Plateforme ANCYCLA d'ANSE	2_12	Gravillon 6,3/20	Coupure réalisée en laboratoire		-1	A _B
Synthèse des résultats					NF EN 1744-6 fraction 0/4mm	NF EN 1744-6 fraction d/D	NF EN 1744-6 fractions 0/4 et d/D
Maximum					8	13	13
Moyenne					-4	-4	-4
Minimum					-23	-24	-24
Ecart-type					8	9	8
Etendue					31	37	37
Nombre de valeurs					12	12	24

Tableau 24 : résultats des essais de détermination de l'influence d'un extrait de granulat recyclé sur le temps de prise initial du ciment réalisés sur les granulats recyclés provenant des plateformes ANCYCLA

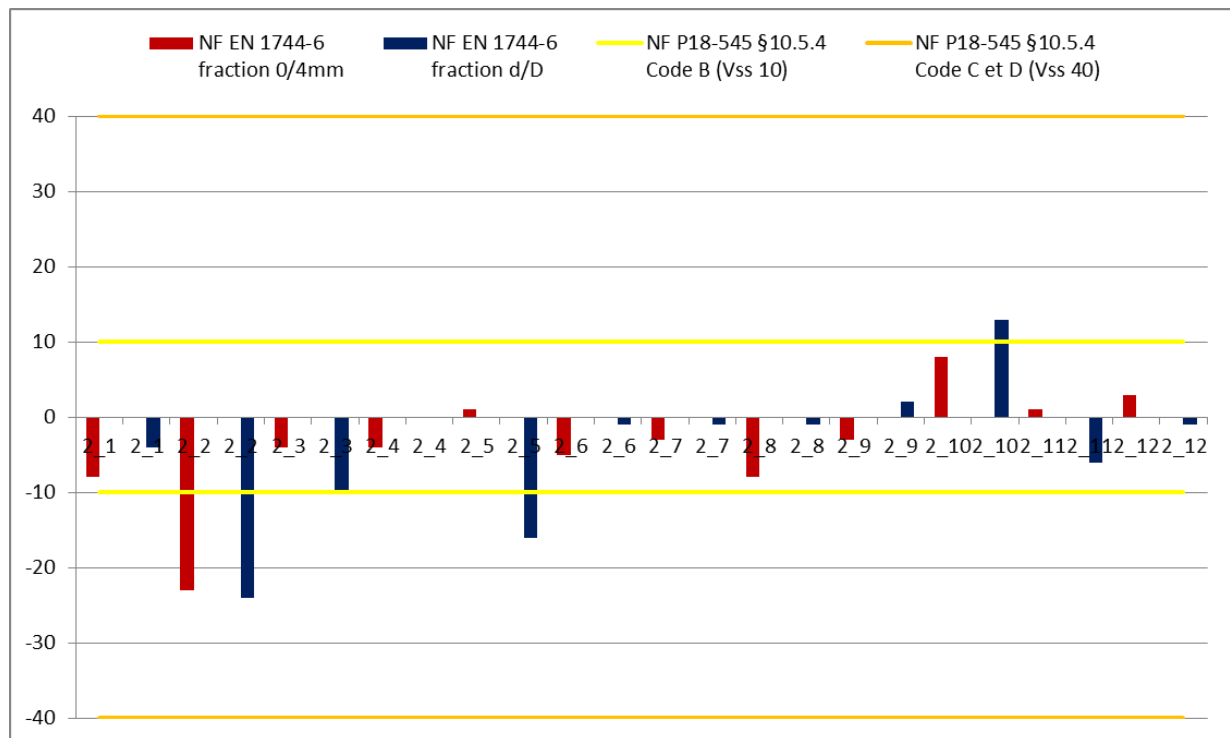


Figure 38 : influence d'un extrait de granulat recyclé sur le temps de prise initial du ciment (A en min) des granulats recyclés provenant des plateformes ANCYCLA

La moyenne des résultats d'essais de détermination de l'influence d'un extrait de granulat recyclé sur le temps de prise initial du ciment réalisés sur les granulats recyclés provenant des plateformes ANCYCLA est inférieure au seuil le plus restrictif de 10 minutes, suivant l'article 10 de la norme NF P18-545.

Individuellement, 11 échantillons de sables recyclés se classent en code A_B avec des valeurs inférieures ou égales au seuil de 10 minutes et seulement 1 en code A_C avec un résultat inférieur au seuil maximum de 40 minutes. Concernant les échantillons de gravillons recyclés, 9 d'entre eux se classent en code A_B et les 3 autres en code A_C.

Malgré une moyenne des résultats négative qui met en évidence un léger effet retardateur de prise, notons que sur les 24 essais réalisés, nous obtenons 6 résultats positifs indiquant un effet accélérateur de prise et une valeur nulle.

Les résultats obtenus ne mettent pas en évidence de différence significative entre les deux coupures testées.

5 Conclusion

Les **Tableaux 25** et **26** présentent la synthèse des performances des granulats recyclés soumis à l'étude de variabilité dans le temps. Pour chacune des caractéristiques mesurées, ces performances sont traduites sous formes de code issues de la norme NF P18-545 §10. Un code enveloppant l'ensemble des caractéristiques mesurées est attribué à chaque granulat recyclé testé, en fonction de la moins bonne d'entre elles.

N°	Plateforme	Lot	Coupure testée	Remarque	NF P18-545 §10.2.1 Code "F"	NF P18-545 §10.1.3 Code "Gr"	NF P18-545 §10.1.4 Code "FI"	NF P18-545 §10.2.3 Code "P"	NF P18-545 §10.5.1 Code "CR"	NF P18-545 §10.1.1 Code "LA"	NF P18-545 §10.3.1 Code "Ab"	NF P18-545 §10.5.2 Code "SS"	NF P18-545 §10.5.4 Code "A"	NF P18-545 §10 Code ...
1	Plateforme DLB de Gonesse	1_1	Sable 0/4	-	f _A			P _A			Ab _D	SS _B	A _B	D
2	Plateforme DLB de Gonesse		Gravillon 4/10	-		Gr _A	FI _A			LA _A	Ab _B			B
3	Plateforme DLB de Gonesse	1_2	Gravillon 10/20	-		Gr _A	FI _A		CR _C	LA _B	Ab _B	SS _B	A _B	C
4	Plateforme DLB de Gonesse		Sable 0/6,3	-	f _A			P _A			Ab _D	SS _D	A _C	D
5	Plateforme DLB de Gonesse		Gravillon 6,3/20	-		Gr _A	FI _A		CR _B	LA _A	Ab _B	SS _B	A _C	C
9	Plateforme DLB de Gonesse	1_3	Sable 0/6,3	-	f _A			P _A			Ab _D	SS _D	A _B	D
10	Plateforme DLB de Gonesse		Gravillon 6,3/20	-		Gr _A	FI _A		CR _B	LA _A	Ab _B	SS _B	A _B	B
11	Plateforme DLB de Gonesse	1_4	Sable 0/6,3	-	f _A			P _A			Ab _B	SS _B	A _B	B
12	Plateforme DLB de Gonesse		Gravillon 6,3/20	-		Gr _A	FI _A		CR _B	LA _A	Ab _C	SS _B	A _C	C
15	Plateforme DLB de Gonesse	1_5	Sable 0/6,3	-	f _A			P _A			Ab _D	SS _D	A _B	D
16	Plateforme DLB de Gonesse		Gravillon 6,3/20	-		Gr _A	FI _A		Hors code	LA _A	Ab _C	SS _B	A _B	Hors code
17	Plateforme DLB de Gonesse	1_6	Sable 0/6,3	-	f _A			P _A			Ab _D	SS _D	A _B	D
18	Plateforme DLB de Gonesse		Gravillon 6,3/20	-		Gr _A	FI _A		CR _C	LA _A	Ab _C	SS _B	A _C	C
19	Plateforme DLB de Gonesse	1_7	Sable 0/6,3	-	f _A			P _A			Ab _D	SS _D	A _C	D
20	Plateforme DLB de Gonesse		Gravillon 6,3/20	-		Gr _A	FI _A		CR _C	LA _A	Ab _B	SS _B	A _C	C
25	Plateforme DLB de Gonesse	1_8	Sable 0/6,3	-	f _A			P _A			Ab _D	SS _D	A _C	D
26	Plateforme DLB de Gonesse		Gravillon 6,3/20	-		Gr _A	FI _A		CR _B	LA _B	Ab _C	SS _B	A _B	C
29	Plateforme DLB de Gonesse	1_9	Sable 0/6,3	-	f _A			P _A			Ab _D	SS _D	A _C	D
30	Plateforme DLB de Gonesse		Gravillon 6,3/20	-		Hors code	FI _A		CR _C	LA _A	Ab _C	SS _B	A _C	Hors code
33	Plateforme DLB de Gonesse	1_10	Sable 0/6,3	-	f _A			P _A			Ab _D	SS _D	A _B	D
34	Plateforme DLB de Gonesse		Gravillon 6,3/20	-		Gr _A	FI _A		CR _B	LA _B	Ab _B	SS _B	A _B	B
37	Plateforme DLB de Gonesse	1_11	Sable 0/6,3	-	f _A			P _A			Ab _D	SS _D	A _B	D
38	Plateforme DLB de Gonesse		Gravillon 6,3/20	-		Gr _A	FI _A		CR _B	LA _B	Ab _B	SS _B	A _B	B
41	Plateforme DLB de Gonesse	1_12	Sable 0/6,3	-	f _A			P _A			Ab _D	SS _D	A _B	D
42	Plateforme DLB de Gonesse		Gravillon 6,3/20	-		Gr _A	FI _A		CR _C	LA _B	Ab _C	SS _D	A _B	D
N°	Plateforme	Lot	Coupure testée	Remarque	NF P18-545 §10.2.1 Code "F"	NF P18-545 §10.1.3 Code "Gr"	NF P18-545 §10.1.4 Code "FI"	NF P18-545 §10.2.3 Code "P"	NF P18-545 §10.5.1 Code "CR"	NF P18-545 §10.1.1 Code "LA"	NF P18-545 §10.3.1 Code "Ab"	NF P18-545 §10.5.2 Code "SS"	NF P18-545 §10.5.4 Code "A"	NF P18-545 §10 Code ...
-	Moyenne des résultats des matériaux de la plateforme DLB de Gonesse	1_1 à 1_12	Sables recyclés	-	f _A			P _A			Ab _D	SS _D	A _B	D
-			Gravillons recyclés	-		Gr _A	FI _A		CR _C	LA _B	Ab _B	SS _B	A _B	C

Tableau 25 : codification des performances des granulats recyclés provenant de la plateforme DLB

Sur l'ensemble des caractéristiques mesurées, la majorité des sables recyclés provenant de la plateforme DLB se classent en code D, suivant l'article 10 de la norme NF P18-545. Un seul échantillon de sable recyclé se classe en code B.

Concernant les gravillons recyclés provenant de la plateforme DLB, 4 échantillons se classent en code B, 6 en code C, un en code D et 2 échantillons ne sont pas classables.

N°	Plateforme	Lot	Coupure testée	Remarque	NF P18-545 §10.2.1 Code "F"	NF P18-545 §10.1.3 Code "Gr"	NF P18-545 §10.1.4 Code "FI"	NF P18-545 §10.2.3 Code "P"	NF P18-545 §10.5.1 Code "CR"	NF P18-545 §10.1.1 Code "LA"	NF P18-545 §10.3.1 Code "Ab"	NF P18-545 §10.5.2 Code "SS"	NF P18-545 §10.5.4 Code "A"	NF P18-545 §10 Code ...
6	Plateforme ANCYCLA de Villefranche sur Saône	2_1	Sable 0/4	Coupure réalisée en laboratoire	f _A			P _A			Ab _B	SS _B	A _B	B
7	Plateforme ANCYCLA de Villefranche sur Saône		Gravillon 4/10	Coupure réalisée en laboratoire		Gr _A	FI _A			LA _A	Ab _B			B
8	Plateforme ANCYCLA de Villefranche sur Saône	2_2	Gravillon 10/22,4	Coupure réalisée en laboratoire		Gr _A	FI _A		CR _B	LA _A	Ab _B	SS _B	A _B	B
13	Plateforme ANCYCLA de Villefranche sur Saône		Sable 0/6,3	Coupure réalisée en laboratoire	f _A			P _A				Ab _D	SS _B	A _C
14	Plateforme ANCYCLA de Villefranche sur Saône	2_3	Gravillon 6,3/20	Coupure réalisée en laboratoire		Hors code	FI _A		CR _B	LA _A	Ab _D	SS _B	A _C	Hors code
21	Plateforme ANCYCLA de Villefranche sur Saône		Sable 0/6,3	Coupure réalisée en laboratoire	f _A			P _A				Ab _D	SS _B	A _B
22	Plateforme ANCYCLA de Villefranche sur Saône	2_4	Gravillon 6,3/20	Coupure réalisée en laboratoire		Hors code	FI _A		CR _B	LA _A	Ab _C	SS _B	A _B	Hors code
23	Plateforme ANCYCLA de Villefranche sur Saône		Sable 0/6,3	Coupure réalisée en laboratoire	f _A			P _A				Ab _D	SS _B	A _B
24	Plateforme ANCYCLA de Villefranche sur Saône	2_5	Gravillon 6,3/20	Coupure réalisée en laboratoire		Gr _A	FI _A		CR _B	LA _A	Ab _C	SS _B	A _B	C
27	Plateforme ANCYCLA d'ANSE		Sable 0/6,3	Coupure réalisée en laboratoire	f _A			P _A				Ab _D	SS _D	A _B
28	Plateforme ANCYCLA d'ANSE	2_6	Gravillon 6,3/20	Coupure réalisée en laboratoire		Hors code	FI _A		CR _C	LA _A	Ab _B	SS _B	A _C	Hors code
31	Plateforme ANCYCLA d'ANSE		Sable 0/6,3	Coupure réalisée en laboratoire	f _A			P _A				Ab _D	SS _D	A _B
32	Plateforme ANCYCLA d'ANSE	2_7	Gravillon 6,3/20	Coupure réalisée en laboratoire		Hors code	FI _A		CR _C	LA _B	Ab _B	SS _B	A _B	Hors code
35	Plateforme ANCYCLA d'ANSE		Sable 0/6,3	Coupure réalisée en laboratoire	f _B			P _A				Ab _D	SS _B	A _B
36	Plateforme ANCYCLA d'ANSE	2_8	Gravillon 6,3/20	Coupure réalisée en laboratoire		Hors code	FI _A		CR _C	LA _B	Ab _C	SS _B	A _B	Hors code
39	Plateforme ANCYCLA d'ANSE		Sable 0/6,3	Coupure réalisée en laboratoire	f _A			Hors code				Ab _D	SS _B	A _B
40	Plateforme ANCYCLA d'ANSE	2_9	Gravillon 6,3/20	Coupure réalisée en laboratoire		Gr _A	FI _A		CR _C	LA _B	Ab _C	SS _B	A _B	C
43	Plateforme ANCYCLA d'ANSE		Sable 0/6,3	Coupure réalisée en laboratoire	f _A			P _A				Ab _D	SS _D	A _B
44	Plateforme ANCYCLA d'ANSE	2_10	Gravillon 6,3/20	Coupure réalisée en laboratoire		Hors code	FI _A		CR _C	LA _B	Ab _D	SS _B	A _B	Hors code
45	Plateforme ANCYCLA d'ANSE		Sable 0/6,3	Coupure réalisée en laboratoire	f _A			P _A				Ab _C	SS _B	A _B
46	Plateforme ANCYCLA d'ANSE	2_11	Gravillon 6,3/20	Coupure réalisée en laboratoire		Gr _A	FI _A		CR _C	LA _A	Ab _B	SS _B	A _C	C
47	Plateforme ANCYCLA d'ANSE		Sable 0/6,3	Coupure réalisée en laboratoire	f _A			P _A				Ab _D	SS _B	A _B
48	Plateforme ANCYCLA d'ANSE	2_12	Gravillon 6,3/20	Coupure réalisée en laboratoire		Gr _A	FI _A		CR _B	LA _A	Ab _B	SS _B	A _B	B
49	Plateforme ANCYCLA d'ANSE		Sable 0/6,3	Coupure réalisée en laboratoire	f _A			P _A				Ab _D	SS _B	A _B
50	Plateforme ANCYCLA d'ANSE	2_12	Gravillon 6,3/20	Coupure réalisée en laboratoire		Gr _A	FI _A		CR _C	LA _A	Ab _B	SS _B	A _B	C
N°	Plateforme		Lot	Coupure testée	Remarque	NF P18-545 §10.2.1 Code "F"	NF P18-545 §10.1.3 Code "Gr"	NF P18-545 §10.1.4 Code "FI"	NF P18-545 §10.2.3 Code "P"	NF P18-545 §10.5.1 Code "CR"	NF P18-545 §10.1.1 Code "LA"	NF P18-545 §10.3.1 Code "Ab"	NF P18-545 §10.5.2 Code "SS"	NF P18-545 §10.5.4 Code "A"
-	Moyenne des résultats des matériaux des plateformes ANCYCLA de Villefranche et Anse	2_1 à 2_12	Sables recyclés	Coupure réalisée en laboratoire	f _A			P _A			Ab _D	SS _B	A _B	D
-			Gravillons recyclés	Coupure réalisée en laboratoire		Gr _A	FI _A		CR _C	LA _A	Ab _B	SS _B	A _B	C

Tableau 26 : codification des performances des granulats recyclés provenant des plateformes ANCYCLA

Sur l'ensemble des caractéristiques mesurées, la plus grande partie des sables recyclés provenant des plateformes ANCYCLA se classent en code D, suivant l'article 10 de la norme NF P18-545. Un seul échantillon de sable recyclé se classe en code B, ainsi qu'un en code C et le dernier se retrouve hors code.

Concernant les gravillons recyclés provenant des plateformes ANCYCLA, 3 échantillons se classent en code B, 4 en code C et 6 échantillons ne sont pas classables.

Les analyses granulométriques réalisées sur les granulats recyclés analysés lors de l'étude de variabilité dans le temps ont mis en évidence des teneurs en fines parfois élevées, ainsi que des valeurs de tamisats hors spécifications. Rappelons, que les matériaux étudiés ne sont pas, à l'heure actuelle, destinés à une utilisation dans le béton. Ces matériaux n'ont pas subis de lavage, ni d'autres processus de défillérisation. De plus, certaines coupures ont été élaborées en laboratoire pour les besoins de l'étude. Il y a donc possibilité d'améliorer le processus d'élaboration de ces matériaux, afin de gagner en propreté et en régularité.

La forme des gravillons recyclés, déterminée par le coefficient d'aplatissement, paraît adaptée à une utilisation dans le béton. En effet, les valeurs faibles de coefficient d'aplatissement montrent que les gravillons recyclés sont de forme relativement cubique.

Un seul résultat d'essai au bleu de méthylène est non conforme. Ce résultat concerne un échantillon de sable recyclé élaboré en laboratoire. Comme évoqué précédemment, la propreté devrait pouvoir être améliorée par un processus d'élaboration adapté.

Après analyse des résultats des essais de classification des constituants de gravillons recyclés, nous constatons que dans le cadre de notre étude, le classement des gravillons recyclés est lié à la teneur en matériaux bitumineux. Nous pouvons alors nous poser la question de l'influence du taux de matériaux bitumineux sur la fabrication du béton, afin de savoir si les seuils établis ne sont pas trop restrictifs. Les gravillons recyclés testés sont propres et ne contiennent pas de matériaux flottants et très peu de déchets, ce qui nous permet de rappeler l'importance du tri lors de l'élaboration de granulats recyclés, que ce soit avant ou pendant le processus de fabrication.

Les valeurs de coefficient Los Angeles mesurées sur les gravillons recyclés sont proches du seuil de l'article 10 de la norme NF P18-545 séparant les codes A et B. Ces résultats mettent en évidence une bonne résistance des gravillons recyclés adaptée à une utilisation dans le béton. Les résultats obtenus sur la fraction 6,3/10 mm ont tendance à être meilleurs que ceux obtenus sur la fraction 10/14 mm. Quelques hypothèses pourraient être susceptibles d'expliquer ce phénomène : les modifications de paramètres d'essai entre les deux coupures, une variation de résistance entre les fractions naturelles d'origines, une variation de la proportion de pâte cimentaire présente dans chacune des deux fractions testées.

Le coefficient d'absorption d'eau des granulats recyclés apparaît comme un des facteurs influençant le plus leur codification. En effet, les valeurs de coefficient d'absorption d'eau des granulats recyclés, et en particulier des sables recyclés, sont élevées en comparaison avec les valeurs généralement mesurées sur les granulats naturels courants. En règle générale, le coefficient d'absorption d'eau des sables recyclés est supérieur à celui des gravillons recyclés et sa masse volumique réelle est inférieure à celle des gravillons recyclés. Ceci peut s'expliquer par la présence d'une plus grande proportion de pâte cimentaire dans le sable recyclé que dans le gravillon recyclé. Notons que la présence de fines influence les résultats de coefficient d'absorption d'eau des sables recyclés en augmentant leur valeur, ainsi que leur dispersion. Reste à savoir si la variabilité de ces résultats est à mettre sur le compte de la variabilité de la matière première ou sur le compte de la méthode d'essai qui pose des difficultés de réalisation en présence de fines, comme c'est le cas pour les sables naturels fillérisés. Dans tous les cas, il faudra rester attentif à cette caractéristique qui risque de limiter, voire interdire l'utilisation de granulats recyclés pour la réalisation de certains bétons.

Autre facteur influençant très largement la codification des granulats recyclés, la teneur en sulfates solubles dans l'eau est souvent proche du seuil le plus restrictif de l'article 10 de la norme NF P 18-545 et le dépasse régulièrement, en particulier pour les sables recyclés. Il serait intéressant, afin de vérifier la pertinence de cette limite, de vérifier si des granulats recyclés dépassant ce seuil de teneur en sulfates solubles dans l'eau influence réellement les caractéristiques et les performances du béton. Les teneurs plus élevées dans les sables recyclés que dans les gravillons recyclés proviennent probablement de la proportion de pâte cimentaire que nous estimons plus élevée dans les sables recyclés.

La norme NF P18-545 ne propose pas de seuil de teneur en chlorures solubles dans l'acide. Dans la présente étude, deux résultats semblent aberrants en comparaison à tous les autres. Ces 2 teneurs élevées en chlorures solubles dans l'acide proviennent probablement d'une pollution, mais nous ne savons pas si cette pollution provient des matériaux ou d'un problème de manipulation lors de la réalisation de l'essai. Quel qu'en soit la raison, nous nous posons la question de la pertinence de cette méthode d'essai, comparativement à l'essai de détermination de la teneur en chlorures solubles dans l'eau réalisé sur les granulats naturels.

Les essais de détermination de l'influence d'un extrait de granulats recyclés sur le temps de prise initial du ciment réalisés dans le cadre de l'étude de variabilité dans le temps montre une tendance des granulats recyclés à retarder la prise du béton. Il serait peut-être intéressant de vérifier cette influence sur une formulation de béton, sachant que l'essai de détermination de l'influence d'un extrait de granulats recyclés sur le temps de prise initial du ciment consiste à tester un extrait aqueux provenant du rinçage d'un échantillon de granulats recyclés et non le granulats recyclés lui-même.

Références

NF EN 933-1, 2012 AFNOR, Essais pour déterminer les caractéristiques géométriques des granulats - Partie 1 : détermination de la granularité. Analyse granulométrique par tamisage.

NF EN 933-3, 2012 AFNOR, Essais pour déterminer les caractéristiques géométriques des granulats - Partie 3 : détermination de la forme des granulats. Coefficient d'aplatissement.

NF EN 933-9, 1999 AFNOR, Essais pour déterminer les caractéristiques géométriques des granulats - Partie 9 : qualification des fines - Essai au bleu de méthylène

NF EN 933-11, 2009 AFNOR, Essais pour déterminer les caractéristiques géométriques des granulats – Partie 11 : essai de classification des constituants de granulats recyclés

NF EN 1097-2, 2010 AFNOR, 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, 2001 + A1, 2006 AFNOR, 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 1097-6, 2014 AFNOR, 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 1744-1, 2010 + A1, 2013 AFNOR, Essais pour déterminer les propriétés chimiques des granulats – Partie 1 : Analyse chimique

NF EN 1744-5, 2007 AFNOR, Essais pour déterminer les propriétés chimiques des granulats – Partie 5 : Détermination des sels chlorures solubles dans l'acide

NF EN 1744-6, 2007 AFNOR, 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 EN 12620+A1, 2008 AFNOR, Granulats pour béton

NF P 18-545, 2011 AFNOR, Granulats – Eléments de définition, conformité et codification