Les granulats recyclés et de prémélange dans la norme béton NF EN 206+A2/CN (2022)

Octobre 2022

Avertissement : la version 2014 de la norme NF EN 206/CN a constitué une première étape pour autoriser l'utilisation de granulats recyclés pour la formulation des bétons.

Les recommandations du Projet National RECYBETON conduisent à de nombreuses normatives, quant aux conditions et limites d'utilisations des granulats recyclés. Ces évolutions sont désormais transcrites dans la norme NF P 18-545 « Granulats - Elément de définition, conformité et codification » (octobre 2021), la version NF EN 206+A2/CN : 2022 et les normes Eurocodes EC2.

Définition des granulats recyclés et des granulats de prémélange

La norme NF EN 206+A2/CN : 2022 intègre les exigences liées à l'utilisation de granulats recyclés dans les

L'utilisation de granulats recyclés « purs » ;

Un granulat recyclé est un granulat résultant de la transformation de matériaux inorganiques anté utilisés dans la construction. Tout mélange entre un granulat naturel et un granulat recyclé qui ne correspond pas à la définition du granulat de prémélange ci-dessous est un granulat recyclé.

Nota : Un béton incorporant moins de 1% de granulats recyclés est considéré comme un béton de granulats

· L'utilisation de granulats de prémélange.

Granulat obtenu par mélange de granulats recyclés et de granulats naturels selon des pourcentages définis des granulats. Un granulat de prémélange est obtenu uniquement entre :

- Gravillons naturel et recyclé, ou
 Sables naturel et recyclée.
 Graves naturelle et recyclée.

Le granulat de prémélange est désigné par les lettres « Tx » suivi d'un nombre ; ce dernier étant la valeur de référence du pourcentage massique de granulat recyclé dans le granulat de prémélange.

Exemple : Tx10 signifie que la valeur de référence du taux de granulat recyclé dans le granulat de prémélange est de 10 %.

Granulats recyclés - exigences de la norme

Les granulats recyclés doivent être conformes aux normes NF EN 12620+A1 et NF P 18-545.

Ils sont obtenus par traitement de matériaux minéraux auparayant utilisés en construction

- Granulat recyclé: granulat obtenu par traitement de matériaux auparavant utilisés en construction
 Granulat récupéré par lavage: granulat obtenu par lavage du béton frais
 Granulat récupéré par concassage: granulat obtenu par concassage du béton durci, qui n'a pas été précédemment utilisé en construction

La norme définit ${f trois}$ ${f types}$ ${f de}$ ${f granulats}$ ${f recyclés}$ à partir ${f de}$ leurs classifications en :

- $\bullet \quad \text{Type 1}: \text{toutes les caractéristiques sont CR}_{B}$
- Type 2 : toutes les caractéristiques sont CR_B ou CR_C
- Type 3 : toutes les caractéristiques sont CR_B ou CR_C ou CR_D

Ces types conditionnent ensuite leurs pourcentages d'incorporation dans les bétons en fonction des classes d'exposition, le type 3 n'étant pas utilisable pour les bétons de structure

Classification de granulats recyclés selon les constituants

Code	Constituants principaux catégorie NF EN		Constituants	secondaires					
	12620 + A1	+ A1 Catégories NF EN 12620 + A1							
CR ₈	Rcu95	Rb ₁₀ .	Ra ₁ .	XRg _{0.5}	FL ₀₋₂ .				
CRc	Rcu90	Rb ₁₀ .	Ra ₁ .	XRg ₁ .	FL ₂ .				
CB	Bau 70	D la	Do.	VD a	E)				

Les différents éléments contenus dans un granulat recyclé sont désignés par les abréviations suivantes:

- Rc : béton, produits en béton, mortier, élément de maçonnerie en béton
- Ru : granulats non liés, pierre naturelle, granulats traités aux liants hydrauliques
- $\cdot RCU = RC + RU$
- Rcug = RC + Ru + Rg
- Rg: Verres
- · на: matériau bitumineux
- Rb: éléments en argile cuite (briques, tuiles), éléments en silicate de calcium, béton

cellulaire non flottant

- x : argiles, sols, métaux, bois, plastiques, caoutchouc, plâtre
- FL: matériau flottant
- $\cdot x_{Rg} = X + Rq$

Caractéristiques conventionnelles normalisées des granulats et des sables recyclés, des granulats

et des sables de prémélange

La caractérisation est basée sur des fréquences temporelles ou quantitatives (non détaillées ici). La fréquence donnant le plus grand nombre d'échantillons s'applique avec un minimum d'un essai pour chacune des caractéristiques.

Granulats recyclés et granulats de prémélange

Caractéristique	Méthode d'essai	Code	Catégorie			
Sulfate soluble dans l'eau	NF EN 1744-1, article 10.2	CR _B CR _C	Vss 0,3 (Selon § 10.5.2 de la NF P18- 545)			
		CRD	Vss 0,7			
Masse volumique	NF EN 1097-6	CR _B CR _C	≥2,0 t/m ³			
Masse volumique	NF EN 1097-0	CRD	≥1,7 t/m ³			
Influence sur le temps	NF EN 1744-6	CRB	Vss20			
de début de prise		CR _C , CR _D	A ₄₀			
Coefficient d'aplatissement	NF EN 933-3	CR _B , CR _C , CR _D	Fl ₃₅			
Los Angeles	NF EN 1097-2	CR _B CR _C	LA ₄₀			
Los Angeles	NF EN 1097-2	CR _D	LA ₅₀			
Chlorures solubles dans l'eau	NF EN 1744-1	CR _B , CR _C , CR _D	A déclarer			
Absorption d'eau mesurée à 24 h (WA ₂₄)	NF EN 1097-6	CR _B , CR _C , CR _D	A déclarer			
Alcalins libérables	XPP 18-544	CR _B , CR _C , CR _D	A déclarer			

Nota Bene: dans le cas de gravillon de prémélange :

- Le gravillon recyclé devra être caractérisé afin de définir son type (1 ou 2) pour établir le taux d'incorporation. Ces éléments sont communiqués par le fournisseur de prémélange au producteur de béton.
- La valeur du Rc du gravillon recyclé doit également être caractérisée et communiquée par le fournisseur en vue de la vérification du pourcentage massique Tx par le producteur de béton
- Les alcalins libérables, chlorures solubles dans l'eau et coefficient d'aplatissement n'ayant pas d'influence sur le type de recyclés, peuvent ne pas être mesurés sur le gravillon recyclé, mais seulement sur le gravillon de prémélange.

Sables recyclés et sables de prémélange

Caractéristique	Méthode d'essai		Catégorie
Sulfate soluble dans l'eau	NF EN 1744-1, article 10.2		Vss 0,7
	FD P 18-663 et		≥2,0 t/m ³
Masse volumique	NF P18-545 art. 5.9 (MVRF)	Sable de concassage de retour béton ou de rebut d'usine de préfabrication	$\geq\!1.8~\mathrm{t/m^3}$
Influence sur le temps de début de prise	NF EN 1744-6		A ₄₀
Chlorures solubles dans l'eau	NF EN 1744-1		A déclarer
Absorption d'eau	FD P 18-663 et NF P18-545 art. 5.9 (Ab)		≤10 %

Nota: La masse volumique et le coefficient d'absorption d'eau du sable de prémélange peuvent être calculés à partir des caractéristiques des sables naturels d'une part et des sables recyclés d'autre part, en appliquant une moyenne pondérée en fonction de la proportion massique respective de ces sables dans le prémélange.

Pourcentage massique de granulats recyclés dans le granulat de prémélange

Le pourcentage massique de granulats recyclés dans le granulat de prémélange (<u>Tx</u>) est calculé selon la formule suivante :

 $Tx = 100 . M_r / (M_n + M_r)$

Avec M_r et M_n, respectivement les masses sèches de granulat recyclé et de granulat naturel incorporés dans le prémélange Le producteur de béton doit contrôler la valeur déclarée par le producteur de granulats de prémélange selon les modalités définies en NA.5.1.3.3.3 de la norme NF EN 206+A2/CN (2022).

Taux de substitution : classe d'exposition/type granulat recyclé

La norme NF EN 206+A2/CN : 2022 précise, pour chaque type de granulat recyclé (type 1, type 2,) et de sable recyclé, le taux de substitution de granulats naturels maximum autorisé (%), en fonction de la classe d'exposition à laquelle est soumis le béton.

Pour les gravillons recyclés de type 1 et le sable recyclé :

							01,331							
Oravillas recyclé type 1	68	60	60	30	50	30	50	28	+3	10	30	18-a	30 .	0.
Sable recyclé	30	10	20	10	20	10	20	10	15	10	15	05	15	0
Règles de Somulation complémentaire		7	E ₁₀ /L _{mi} max abaims do 0.85	7	E _C L _{eq} max abalosé de 0.05°	7	E ₁₅ /L ₁₀ max abalasé de 0.05°	7	E _O /L _{eq} max abalesé de 8.05°	7	E _S /L _{ei} max shakeré de 0.65°	7	E ₂ /L _N man ahalosé de 0.05°	
a Gravilla es oleis o A Texreption de c Farrapport a NOTE Ces texa so	s graeul at ox policant	s récupés sations d	is qui restent ut o tableaux XX I	Slisables	dans les cundit			13.						

Pour les gravillons recyclés de type 2 et le sable recyclé :

			C1, XC2		304,191		D1.351	1172,302,1						
Gravillan recyclé type 2	40	20	30	15	25	15	25	10	20	5	15	51	15 a	01
Sable recpd é	15	5	30	S	10	- 5	10	8	5	- 05	5	(0	- 5	(0
Règles de formulation complémentaire		7	S ₂₀ /L _{eq} max abatoré de 0.85°	7	E ₂₇ C _{rej} max abatzrá de £05°	7	E _E /E _N man abatzai de EOS*	7	S _D /U _m max abaterá de 8.85°	7	S ₂₀ /L _{eq} max abatmé de 0.65 °	7	E _B /I ₊₁ max abalmé de 0.05 °	
√Gravillans r\est														
să l'europtim des					iana ku moditi	esa do 5.1	33 et 53.523	1						
c Parrappertae	x poécuni:	rations de	s tableaus K il F											
1907 EGes taux son	t véstés i	o arrend	imant le taux de	mbette	fion au pourne	stage le pl	us proche.							

Nota bene : des pourcentages supérieurs peuvent être envisagés si justifiés par une approche performantielle.

Classes de bétons de granulats recyclés ou de prémélange dans le dimensionnement des ouvrages

Le béton contenant des granulats recyclés est classé en fonction de son taux massique* total de granulats recyclés, et du type de gravillons recyclés.

* Le taux massique total de granulats recyclés = masse de granulats recyclés (sables + gravillons) / masse totale de granulats (sables + gravillons) (arrondi à 0.01 près)

Cette classe de taux de substitution en granulats recyclés est prise en compte par les normes Eurocode EC2 pour les calculs de dimensionnement.

Le prescripteur doit prendre en compte l'utilisation d'un béton de classe R2 et au-delà dans le cas de béton armé (R1 et au-delà pour le béton précontraint) au niveau des règles de dimensionnement (cf. normes NF EN 1992-1-1/CN et NF EN 1992-1-2/CN).

Classes de taux de substitution de granulats recyclés dans le béton

Classe de taux de substitution en granulats recyclés	R0	RI	R2	R3	R4	R5	R6	R7
Plage de taux massique total de granulats recyclés (sable recyclé + gravillon Type 1)	0,01-0,05	0,06 - 0,15	0,16 -0,25	0,26 -0,40	0,41 -0,55	0,56 -0,70	0,71 -0,85	0,86-1,00
Plage de taux massique total de granulats recyclés (Sable recyclé + gravillons de type 2	0,01-0,02	0,03 - 0,07	0,08-0,12	0,13 -0,20	0,21 -0,27	0,28 -0,35	0,36 -0,42	0,43 -0,50

Nota Bene: dans le cas d'utilisation de granulats de prémélange, la masse de granulat recyclé à prendre en compte pour le calcul du taux

massique total de granulats recyclés dans le béton est égal à : \underline{Tx} ·(Masse de granulats de prémélange) /100

Nota Bene: dans le cas où le sable recyclé est utilisé sans gravillons recyclés, la ligne concernant les gravillons de type 1 s'applique.

Auteur

