

Zement - Teil 6: Zement mit rezyklierten Baustoffen

Cement - Part 6: Cement with recycled building materials

Ciment - Partie 6: Ciment à base de matériaux de construction recyclés

En Suisse la présente EN est de la compétence de la commission d'accompagnement CEN/TC 51 «Ciments et chaux de construction».

Numéro de référence
SN EN 197-6:2023 fr

Éditeur
Société suisse des ingénieurs
et des architectes
Case postale, CH-8027 Zurich

Valable dès: 2023-12-01

Avant-propos national

Dans le cadre d'un accord entre les pays de l'Union Européenne (UE) et de l'Association Européenne de Libre Échange (AELE), la Suisse s'est engagée à réduire les entraves techniques commerciales par l'adoption des Normes Européennes (EN).

La Suisse n'a émis aucune réserve à cette EN et l'a incluse dans la collection des normes suisses comme SN EN 197-6:2023.

Les corrections éventuels concernant la présente publication sont disponibles sous www.sia.ch/rectificatif/cen.

La SIA décline toute responsabilité en cas de dommages qui pourraient survenir du fait de l'utilisation ou de l'application de la présente publication.

ICS 91.100.10

Version Française

Ciment - Partie 6 : Ciment à base de matériaux de construction recyclés

Zement - Teil 6: Zement mit rezyklierten Baustoffen

Cement - Part 6: Cement with recycled building materials

La présente Norme européenne a été adoptée par le CEN le 24 avril 2023.

Les membres du CEN sont tenus de se soumettre au Règlement Intérieur du CEN/CENELEC, qui définit les conditions dans lesquelles doit être attribué, sans modification, le statut de norme nationale à la Norme européenne. Les listes mises à jour et les références bibliographiques relatives à ces normes nationales peuvent être obtenues auprès du Centre de Gestion du CEN-CENELEC ou auprès des membres du CEN.

La présente Norme européenne existe en trois versions officielles (allemand, anglais, français). Une version dans une autre langue faite par traduction sous la responsabilité d'un membre du CEN dans sa langue nationale et notifiée au Centre de Gestion du CEN-CENELEC, a le même statut que les versions officielles.

Les membres du CEN sont les organismes nationaux de normalisation des pays suivants: Allemagne, Autriche, Belgique, Bulgarie, Chypre, Croatie, Danemark, Espagne, Estonie, Finlande, France, Grèce, Hongrie, Irlande, Islande, Italie, Lettonie, Lituanie, Luxembourg, Malte, Norvège, Pays-Bas, Pologne, Portugal, République de Macédoine du Nord, République de Serbie, République Tchèque, Roumanie, Royaume-Uni, Slovaquie, Slovénie, Suède, Suisse et Turquie.



COMITÉ EUROPÉEN DE NORMALISATION
EUROPÄISCHES KOMITEE FÜR NORMUNG
EUROPEAN COMMITTEE FOR STANDARDIZATION

CEN-CENELEC Management Centre: Rue de la Science 23, B-1040 Bruxelles

Sommaire	Page
Avant-propos européen	3
Introduction	3
1 Domaine d'application	5
2 Références normatives	5
3 Termes et définitions	5
4 Constituants et composition	5
4.1 Généralités	5
4.2 Fines de béton recyclé	6
4.3 Autres constituants du ciment	6
5 Exigences	8
6 Désignation normalisée	8
7 Critères de conformité	9
8 Attestation de conformité	10
9 Marquage et étiquetage	11
Bibliographie	12

Avant-propos européen

Le présent document (EN 197-6:2023) a été élaboré par le comité technique CEN/TC 51 « Ciments et chaux de construction » dont le secrétariat est tenu par NBN.

Cette Norme européenne devra recevoir le statut de norme nationale, soit par publication d'un texte identique, soit par entérinement, au plus tard en décembre 2023, et toutes les normes nationales en contradiction devront être retirées au plus tard en décembre 2023.

L'attention est attirée sur le fait que certains des éléments du présent document peuvent faire l'objet de droits de propriété intellectuelle. Le CEN ne saurait être tenu pour responsable de ne pas avoir identifié tout ou partie de ces droits de propriété intellectuelle.

Tous les commentaires et questions sur ce document doivent être adressés à l'organisme national de normalisation des utilisateurs. Une liste complète de ces organismes peut être consultée sur le site Web du CEN.

Selon le Règlement Intérieur du CEN-CENELEC, les instituts de normalisation nationaux des pays suivants sont tenus de mettre cette Norme européenne en application : Allemagne, Autriche, Belgique, Bulgarie, Chypre, Croatie, Danemark, Espagne, Estonie, Finlande, France, Grèce, Hongrie, Irlande, Islande, Italie, Lettonie, Lituanie, Luxembourg, Malte, Norvège, Pays-Bas, Pologne, Portugal, République de Macédoine du nord, République Tchèque, Roumanie, Royaume-Uni, Serbie, Slovaquie, Slovénie, Suède, Suisse, Turquie.

Introduction

Le présent document a pour but de spécifier les exigences relatives au ciment à base de fines de béton recyclé.

Les ciments diffèrent entre eux par leurs propriétés et leurs performances. Les essais de performance disponibles à la date de la publication du présent document (c'est-à-dire pour la détermination du temps de prise, de la résistance, de la stabilité et de la chaleur d'hydratation) ont été inclus dans ce dernier. En outre, le CEN/TC 51 a entrepris d'identifier tous les autres essais nécessaires pour spécifier d'autres caractéristiques de performances du ciment. En attendant leur mise au point, il est nécessaire que le choix du ciment, et notamment du type et/ou de la classe de résistance en fonction des exigences de durabilité, vis-à-vis de la classe d'exposition et du type de construction dans laquelle il est incorporé, suive les normes et/ou réglementations en vigueur sur le lieu d'utilisation du béton, du mortier, du coulis, etc.

L'aptitude de ces types de ciment à l'usage prévu pour la production de béton de structure (armé ou non) a été évaluée expérimentalement par des programmes d'essais, dont les résultats ont été inclus dans un dossier [1] approuvé par le CEN/TC 51.

Les types de ciment et les classes de résistance définis dans le présent document permettent au prescripteur et/ou à l'utilisateur d'atteindre les objectifs en matière de développement durable et d'économie circulaire des constructions incorporant du ciment et de réduire l'utilisation des ressources naturelles en fonction des conditions locales de production.

1 Domaine d'application

Le présent document traite du ciment à base de fines de béton recyclé dont l'usage prévu est la préparation de béton, de mortier, de coulis, etc.

2 Références normatives

Les documents suivants sont cités dans le texte de sorte qu'ils constituent, pour tout ou partie de leur contenu, des exigences du présent document. Pour les références datées, seule l'édition citée s'applique. Pour les références non datées, la dernière édition de la publication à laquelle il est fait référence (y compris tous les amendements) s'applique.

EN 196-2, *Méthodes d'essais des ciments — Partie 2: Analyse chimique des ciments*

EN 196-6, *Méthodes d'essais des ciments — Partie 6: Détermination de la finesse*

EN 196-7:2007, *Méthodes d'essais des ciments — Partie 7: Méthodes de prélèvement et d'échantillonnage du ciment*

EN 197-1:2011, *Ciment — Partie 1 : Composition, spécifications et critères de conformité des ciments courants*

EN 197-2:2020, *Ciment — Partie 2 : Évaluation et vérification de la constance de la performance*

EN 206:2013+A2:2021, *Béton — Spécification, performance, production et conformité*

EN 933-9, *Essais pour déterminer les caractéristiques géométriques des granulats — Partie 9 : Qualification des fines — Essais au bleu de méthylène*

EN 13639, *Détermination du carbone organique total dans le calcaire*

3 Termes et définitions

Pour les besoins du présent document, les termes et définitions de l'EN 197-1:2011 s'appliquent.

L'ISO et l'IEC tiennent à jour des bases de données terminologiques destinées à être utilisées en normalisation, consultables aux adresses suivantes :

- ISO Online browsing platform : disponible à l'adresse <https://www.iso.org/obp>
- IEC Electropedia : disponible à l'adresse <https://www.electropedia.org/>

4 Constituants et composition

4.1 Généralités

Le ciment couvert par la présente norme contient des fines de béton recyclé et des constituants couverts par l'EN 197-1.

Les exigences relatives aux constituants sont spécifiées aux 4.2 et 4.3.

La composition du ciment couvert par le présent document est spécifiée dans le Tableau 1.

Les dispositions en vigueur sur le lieu d'utilisation peuvent préciser les exigences relatives au contenu et au relargage de substances dangereuses des fines de béton recyclé.

4.2 Fines de béton recyclé

Les fines de béton recyclé sont un matériau minéral spécialement sélectionné et préparé

- provenant d'usines ou d'unités produisant des gravillons, des graves et/ou des sables de béton recyclé ; ou
- récupéré des opérations de production de béton ; ou
- provenant de granulats récupérés par concassage tels que définis dans la norme EN 206:2013+A2:2021.

NOTE Les fines de béton recyclé peuvent être considérées comme appropriées si les gravillons de béton recyclé produits dans les usines ou les unités de recyclage remplissent les exigences du constituant pour R_{CU90} , R_{b10} , R_{a1} , FL_2 et XR_{g1} selon EN 12620:2002+A1:2008, tableau 20 :

- R_{CU90} : ≥ 90 % en masse de béton, produits en béton, mortier, éléments de maçonnerie en béton, granulats non liés, pierre naturelle, granulats traités aux liants hydrauliques
- R_{b10} : ≤ 10 % en masse d'éléments de maçonnerie en terre cuite (ex : briques et tuiles), éléments de maçonnerie en silicate de calcium, béton cellulaire non flottant
- R_{a1} : ≤ 1 % en masse de matériaux bitumineux
- FL_2 : ≤ 2 cm³/kg de matériaux flottant en volume
- XR_{g1} : ≤ 1 % en masse de verre et autres matériaux.

Les fines de béton recyclé sont principalement non réactives. Une réactivité hydraulique ou pouzzolanique résiduelle est possible mais ne contribue pas de manière substantielle à la réactivité du ciment.

Les fines de béton recyclé peuvent être traitées ultérieurement dans la cimenterie, si nécessaire.

Les fines de béton recyclé doivent satisfaire aux exigences suivantes :

- a) teneur en TOC $\leq 0,8$ % en masse, conformément à la norme EN 13639 ;
- b) teneur en sulfate (sous forme de SO_3) $\leq 2,0$ % en masse, conformément à la norme EN 196-2 ;
- c) la teneur en argile, déterminée par l'essai au bleu de méthylène conformément à la norme EN 933-9, ne doit pas être supérieure à 1,20 g/100 g. Pour cet essai, les fines de béton recyclé doivent être broyées à une finesse d'environ 5 000 cm²/g déterminée en termes d'aire massique, conformément à la norme EN 196-6.

4.3 Autres constituants du ciment

Les constituants du ciment couverts par le présent document, autres que les fines de béton recyclé, doivent satisfaire aux exigences spécifiées dans l'EN 197-1:2011, Article 5.

Cependant, l'exigence suivante pour le calcaire (L, LL), qui remplace le 5.2.6 a) de l'EN 197-1:2011, doit s'appliquer :

La teneur en carbonate de calcium ($CaCO_3$) calculée à partir de la teneur en oxyde de calcium doit être d'au moins 40 % en masse et la somme des teneurs en carbonate de calcium et en carbonate de magnésium ($CaCO_3$ et $MgCO_3$) calculée respectivement à partir de la teneur en oxyde de calcium et en oxyde de magnésium doit être d'au moins 75 % en masse.

Tableau 1 — Ciment à base de fines de béton recyclé

Principaux types	Notation des produits (types de ciment)		Composition (pourcentage en masse) ^a											Constituants secondaires	
			Constituants principaux										Calcaire		
			Clinker	Fines de béton recyclé	Laitier de haut fourneau	Fumée de silice	Pouzzolanes		Cendres volantes		Schiste calciné				
	naturelle	naturelle calcinée					siliceuse	calcique							
Nom du type	Notation du type	K	F	S	D ^b	P	Q	V	W	T	L ^c	LL ^c			
CEM II	Ciment Portland aux fines recyclées	CEM II/A-F	80-94	6-20	—	—	—	—	—	—	—	—	—	0-5	
		CEM II/B-F	65-79	21-35	—	—	—	—	—	—	—	—	—	0-5	
	Ciment Portland composé ^d	CEM II/A-M	80-88	6-14	←----- 6-14 ----->										0-5
		CEM II/B-M	65-79	6-29	←----- 6-29 ----->										0-5
		CEM II/C-M	50-64	6-20	←----- 16-44 ----->										0-5
CEM VI	Ciment composé	CEM VI	35-49	6-20	31-59	—	—	—	—	—	—	—	—	0-5	

^a Les valeurs indiquées dans le tableau se réfèrent à la somme des constituants principaux et secondaires.

^b En cas d'utilisation de fumée de silice, la proportion de fumées de silice est limitée entre 6 % et 10 % en masse.

^c En cas d'utilisation de calcaire, la proportion de la somme de calcaire et de fines de béton recyclé (somme de L, LL et F) est limitée à 35 % en masse.

^d Le nombre de constituants principaux autres que le clinker est limité à deux et ces constituants principaux doivent être déclarés dans la désignation du ciment (voir des exemples à l'Article 6). En cas d'utilisation simultanée de F et (L ou LL) dans la composition, le nombre de constituants principaux autres que le clinker est limité à trois et ces constituants principaux doivent être déclarés dans la désignation du ciment.

5 Exigences

Les ciments couverts par le présent document doivent satisfaire aux exigences spécifiées dans l'EN 197-1:2011, 7.1, 7.2 et 7.4.1.

Les exigences spécifiées dans l'EN 197-1:2011, Tableau 3 pour une faible résistance à court terme, indiquée par L, s'appliquent aux ciments couverts par le présent document.

En outre, les ciments couverts par le présent document doivent être conformes aux exigences indiquées dans le Tableau 2.

Tableau 2 — Exigences supplémentaires et valeurs limites applicables à chacun des résultats pour le ciment à base de matériaux de construction recyclés

1	2	3	4	5
Propriété	Référence de l'essai	Classe de résistance	Exigences indiquées sous forme de valeurs caractéristiques ^a	Valeurs limites applicables à chacun des résultats ^a
Teneur en sulfate (sous forme de SO ₃)	EN 196-2	Toutes	≤ 4,0 ^b	≤ 4,5
Teneur en chlorure	EN 196-2	Toutes	≤ 0,10	≤ 0,10
^a Les exigences sont données en pourcentage en masse du ciment produit fini. ^b Les ciments avec T > 20 % peuvent contenir jusqu'à 4,5 % de sulfate (sous forme de SO ₃) quelle que soit la classe de résistance.				

Des informations sur la teneur en alcalins totaux des ciments peuvent être nécessaires pour certaines applications et conditions. Dans ces cas, la teneur maximale en alcalins totaux doit être déterminée conformément à la norme EN 196-2. La valeur déclarée doit être exprimée en pourcentage en masse avec deux décimales. La valeur déclarée est la valeur limite applicable à chacun des résultats, sauf si elle est spécifiée différemment dans les normes et/ou réglementations appropriées pour le béton ou le mortier, en vigueur sur le lieu d'utilisation.

6 Désignation normalisée

Les ciments couverts par le présent document doivent être désignés au minimum par la notation du type de ciment, comme spécifié dans le Tableau 1, suivie des nombres 32,5, 42,5 ou 52,5 indiquant la classe de résistance. Pour indiquer la classe de résistance à court terme, on doit ajouter la lettre L, la lettre N ou la lettre R, selon le cas.

Lorsqu'un fabricant produit, dans la même usine, différents ciments conformes à la même désignation normalisée, il est nécessaire d'ajouter à ces ciments une identification complémentaire sous la forme d'un nombre ou de deux lettres minuscules, entre parenthèses, afin de pouvoir faire la distinction entre ces différents ciments. Si le système choisi est numérique, il convient que ce numéro soit 1 pour le deuxième ciment certifié, 2 pour le suivant, et ainsi de suite. Si le système adopté est alphabétique, les lettres doivent être choisies de manière à éviter toute confusion.

Les ciments à faible chaleur d'hydratation conformément à l'EN 197-1:2011, 7.2.3 doivent en plus être identifiés par la notation LH.

EXEMPLE 1

Un ciment Portland aux fines recyclées CEM II/A-F contenant au total une quantité de fines de béton recyclé (F) comprise entre 6 % et 20 % en masse, appartenant à la classe de résistance 52,5 et présentant une résistance à court terme ordinaire, est désigné comme suit :

Ciment Portland aux fines recyclées EN 197-6 – CEM II/A-F 52,5 N**EXEMPLE 2**

Un ciment Portland composé CEM II/A-M, contenant au total une quantité de fines de béton recyclé (F) comprise entre 6 % et 14 % en masse et une quantité de calcaire (LL) comprise entre 6 % et 14 % en masse, appartenant à la classe de résistance 42,5 et présentant une résistance à court terme élevée, est désigné comme suit :

Ciment Portland composé EN 197-6 – CEM II/A-M (F-LL) 42,5 R**EXEMPLE 3**

Un ciment Portland composé CEM II/C-M contenant au total une quantité de laitier granulé de haut fourneau (S) comprise entre 16 % et 44 % en masse et une quantité de fines de béton recyclé (F) comprise entre 6 % et 20 % en masse, appartenant à la classe de résistance 32,5, présentant une faible résistance à court terme et une faible chaleur d'hydratation, est désigné comme suit :

Ciment Portland composé EN 197-6 – CEM II/C-M (S-F) 32,5 L – LH**7 Critères de conformité**

Pour les ciments couverts par le présent document, les critères de conformité spécifiés au Tableau 2 et dans l'EN 197-1:2011, Article 9 doivent s'appliquer. En particulier, les critères de conformité spécifiés pour « tous les ciments » dans l'EN 197-1:2011 doivent également s'appliquer aux ciments couverts par le présent document.

Pour la teneur en alcalins totaux, la méthode d'essai et les fréquences minimales d'essais pour l'essai d'autocontrôle par le fabricant doivent respecter le tableau 3, à moins qu'elles ne soient spécifiées différemment dans les normes et/ou règlements appropriés pour le béton ou le mortier, en vigueur sur le lieu d'utilisation.

Tableau 3 — Teneur en alcalins totaux : Méthodes d'essai et fréquences minimales d'essai pour les essais d'autocontrôle du fabricant, et méthode d'évaluation statistique.

Propriété	Ciments à soumettre aux essais	Méthode d'essai ^{a b}	Fréquence minimale d'essai		Méthode d'évaluation statistique	
			Situation courante	Période d'admission pour un nouveau type de ciment	Contrôle par Mesures ^c	Contrôle par Attributs
1	2	3	4	5	6	7
Teneur en alcalins totaux	Ciments avec une teneur en alcalins totaux déclarée	EN 196-2	2/mois	1/semaine		x ^d
<p>^a Lorsque la partie correspondante de l'EN 196 le permet, il est possible d'utiliser d'autres méthodes que celles indiquées, à condition qu'elles donnent des résultats corrélés et équivalents à ceux obtenus avec la méthode de référence.</p> <p>^b Les méthodes utilisées pour prélever et préparer les échantillons doivent être conformes aux exigences de l'EN 196-7.</p> <p>^c Si les données ne suivent pas une distribution normale, la méthode d'évaluation peut être choisie au cas par cas.</p> <p>^d Si le nombre d'échantillons est d'au moins un par semaine au cours de la période de contrôle, l'évaluation peut se faire par mesures.</p>						

La conformité des ciments couverts par le présent document doit être démontrée par :

- un contrôle de la production en usine, incluant un autocontrôle, conformément à l'EN 197-2:2020, Article 4 ;
- une évaluation des performances du ciment conformément à l'EN 197-2:2020, 5.1 ;
- une inspection initiale de l'établissement de fabrication et du contrôle de la production en usine conformément à l'EN 197-2:2020, 5.2 ;
- la surveillance, l'évaluation et l'appréciation permanentes du contrôle de la production en usine conformément à l'EN 197-2:2020, 5.3 ;
- des essais par sondage d'échantillons prélevés à l'usine/au dépôt conformément à l'EN 197-2:2020, 5.4.

Les informations concernant les rapports sont données dans l'EN 197-2:2020, 5.5. Les actions à entreprendre en cas de non-conformité sont spécifiées dans l'EN 197-2:2020, 5.6.

8 Attestation de conformité

Pour l'attestation de conformité des ciments couverts par le présent document, la procédure spécifiée dans l'EN 197-2:2020, Article 6 doit s'appliquer. Lorsque la conformité avec les conditions du présent document est atteinte, il convient d'émettre un certificat de conformité. Le certificat doit comporter :

- le nom, l'adresse et le numéro d'identification de l'organisme de certification ;
- la désignation normalisée du ciment ;
- le nom et l'adresse du fabricant ou du distributeur et le lieu de production ;
- les dispositions auxquelles répond le produit (c'est-à-dire le présent document) ;
- les conditions de validité du certificat, le cas échéant ;
- le numéro du certificat ;
- le nom et la fonction de la personne habilitée à signer le certificat.

NOTE Les termes « évaluation et vérification de la constance des performances (EVCP) » et « certificat de constance des performances » sont utilisés dans l'EN 197-2:2020 en vertu du Règlement délégué de la Commission (UE) n° 568/2014 [2]. L'emploi de ces termes n'est pas possible pour les ciments couverts par le présent document, car il ne s'agit pas d'une norme Européenne harmonisée.

Les procédures à utiliser pour évaluer la représentativité et la précision des résultats d'essais de résistance à 28 jours sont décrites dans l'EN 197-2:2020, Annexe A (normative).

Les informations concernant la procédure pour la certification de la constance des performances du ciment sont données dans l'EN 197-2:2020, Annexe B (informative). Ces informations s'appliquent une fois effectuées les modifications nécessaires à la certification de la conformité des ciments couverts par le présent document.

9 Marquage et étiquetage

Le choix du ciment couvert par le présent document, notamment en ce qui concerne le type et la classe de résistance pour les différentes applications et classes d'exposition, ainsi que le marquage et l'étiquetage, doivent être conformes aux normes et/ou réglementations appropriées en vigueur sur le lieu d'utilisation.

Sur l'emballage, ou sur les documents de livraison pour les produits en vrac, les informations suivantes doivent au moins être indiquées :

- la désignation normalisée du ciment ;
- le fabricant ou le distributeur (nom et adresse, usine) ;
- le poids (poids nominal des sacs ou poids net du ciment en vrac) ;
- le nom ou le symbole de l'organisme de certification du produit.

Bibliographie

- [1] Doc CEN/TC 51 N 1500, *Dossier RCF March-2021* ¹⁾
- [2] Règlement délégué de la commission (UE) n° 568/2014 du 18 février 2014 modifiant l'annexe V du règlement (UE) n° 305/2011 du Parlement européen et du Conseil en ce qui concerne l'évaluation et la vérification de la constance des performances des produits de construction
- [3] EN 12620:2002+A1:2008, *Granulats pour béton*

1) Le document peut être fourni sur demande par le secrétariat du comité technique CEN/TC 51.