

## Additions pour béton hydraulique **Additions silicieuses** Spécifications et critère de conformité

### Norme Marocaine homologuée

Par décision du Directeur de l'Institut Marocain de Normalisation N° \_\_\_\_\_, publiée au  
B.O N° \_\_\_\_\_

### Correspondance

La présente norme est en large concordance avec la norme NF P18-509 : 2012.

### Droits d'auteur

Droit de reproduction réservés sauf prescription différente aucune partie de cette publication ne peut être reproduite ni utilisée sous quelque forme que ce soit et par aucun procédé électronique ou mécanique y compris la photocopie et les microfilms sans accord formel. Ce document est à usage exclusif et non collectif des clients de l'IMANOR, Toute mise en réseau, reproduction et rediffusion, sous quelque forme que ce soit, même partielle, sont strictement interdites.

## **Avant-Propos**

L'Institut Marocain de Normalisation (IMANOR) est l'Organisme National de Normalisation. Il a été créé par la Loi N° 12-06 relative à la normalisation, à la certification et à l'accréditation sous forme d'un Etablissement Public sous tutelle du Ministère chargé de l'Industrie et du Commerce.

Les normes marocaines sont élaborées et homologuées conformément aux dispositions de la Loi N° 12- 06 susmentionnée.

La présente norme marocaine NM 10.1.842 a été élaborée et adoptée par la Commission de Normalisation des Bétons, mortiers et produits dérivés (60).

## Sommaire

	Page
<b>1</b>	<b>Domaine d'application</b> ..... 4
<b>2</b>	<b>Références normatives</b> ..... 4
<b>3</b>	<b>Termes et définitions</b> ..... 5
<b>4</b>	<b>Constituants</b> ..... 6
<b>4.1</b>	Quartz lavés séchés ..... 6
<b>4.2</b>	Cristobalites calcinées ..... 6
<b>4.3</b>	Analyse minéralogique des constituants ..... 7
<b>4.4</b>	Additifs ..... 7
<b>5</b>	<b>Exigences</b> ..... 7
<b>5.1</b>	Généralités ..... 7
<b>5.2</b>	Exigences chimiques ..... 7
<b>5.2.1</b>	Silice ..... 7
<b>5.2.2</b>	Chlorures ..... 7
<b>5.2.3</b>	Soufre total ..... 8
<b>5.2.4</b>	Essai au bleu de méthylène ..... 8
<b>5.2.5</b>	Alcalins actifs – Alcalins totaux ..... 8
<b>5.2.6</b>	Réactivité aux alcalins ..... 8
<b>5.2.7</b>	Perte au feu ..... 8
<b>5.2.8</b>	Matières organiques ..... 8
<b>5.3</b>	Exigences physiques ..... 8
<b>5.3.1</b>	Masse volumique absolue ..... 8
<b>5.3.2</b>	Finesse Blaine ..... 8
<b>5.3.3</b>	Granularité ..... 9
<b>5.3.4</b>	Indice d'activité ..... 9
<b>5.3.5</b>	Teneur en eau ..... 9
<b>6</b>	<b>Désignation normalisée</b> ..... 9
<b>7</b>	<b>Conditionnement et étiquetage</b> ..... 10
<b>8</b>	<b>Informations à fournir à la demande</b> ..... 10
<b>9</b>	<b>Échantillonnage</b> ..... 10
<b>10</b>	<b>Critères de conformité</b> ..... 10
<b>10.1</b>	Exigences générales ..... 10
<b>10.2</b>	Critères statistiques de conformité ..... 11
<b>10.2.1</b>	Généralités ..... 11
<b>10.2.2</b>	Contrôle par mesures ..... 12
<b>10.2.3</b>	Contrôle par attributs ..... 13
<b>10.3</b>	Critères de conformité applicables aux résultats individuels ..... 13
	<b>Bibliographie</b> ..... 15

## 1 Domaine d'application

Le présent document définit les exigences relatives aux propriétés chimiques et physiques, ainsi que les critères de conformité et les procédures de contrôle correspondantes pour les additions siliceuses, telles que définies en 3.2, utilisées pour la production de bétons conformes à la norme NF EN 206-1 [1]. Les additions siliceuses selon le présent document peuvent également être utilisées pour la production de mortiers, de coulis ou d'autres bétons.

Les additions siliceuses doivent être produites à partir d'un gisement reconnu, dans une usine dont les installations industrielles d'élaboration et de stockage permettent la fabrication en continu d'un produit conforme aux exigences du présent document.

Les dispositions concernant l'utilisation pratique des additions siliceuses dans la production du béton — c'est-à-dire les dispositions concernant la composition, le malaxage, la mise en place, la cure, etc. de bétons qui contiennent des additions siliceuses — sortent du champ d'application du présent document. En ce qui concerne ces dispositions, il convient de se référer à d'autres normes européennes ou nationales traitant des coulis, mortiers ou bétons, en particulier la norme NF EN 206-1 [1] pour les bétons de structure et les normes spécifiques des produits manufacturés en béton.

Les fillers siliceux utilisés comme granulats ou correcteurs granulométriques ne font pas l'objet du présent document. Leurs spécifications sont définies dans les normes NF P 18-545 [2] et NF EN 12620 [3].

## 2 Références normatives

Les documents de référence suivants sont indispensables pour l'application du présent document. Pour les références datées, seule l'édition citée s'applique. Pour les références non datées, la dernière édition du document de référence s'applique (y compris les éventuels amendements).

NF EN 196-1, *Méthodes d'essais des ciments — Partie 1 : Détermination des résistances mécaniques.*

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

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

NF EN 196-7, *Méthodes d'essais des ciments — Méthodes de prélèvement et d'échantillonnage du ciment.*

NF EN 196-21, *Méthodes d'essais des ciments — Partie 21 : Détermination de la teneur en chlorures, en dioxyde de carbone et en alcalis dans les ciments.*

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

NF EN 932-1, *Essais pour déterminer les propriétés générales des granulats — Partie 1 : Méthodes d'échantillonnage.*

NF EN 932-2, *Essais pour déterminer les propriétés générales des granulats — Partie 2 : Méthodes de réduction d'un échantillon de laboratoire.*

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

NF EN 933-10, *Essais pour déterminer les caractéristiques géométriques des granulats — Partie 10 : Détermination des fines — Granularité des fillers (tamisage dans un jet d'air).*

NF EN 934, *Adjuvants pour bétons, mortiers et coulis.*

NF EN 1097-5, *Essais pour déterminer les caractéristiques mécaniques et physiques des granulats — Partie 5 : Détermination de la teneur en eau par séchage en étuve ventilée.*

NF EN 1097-7, *Essais pour déterminer les caractéristiques mécaniques et physiques des granulats — Partie 7 : Détermination de la masse volumique absolue du filler — Méthode au pycnomètre.*

NF EN 1744-1, *Essais visant à déterminer les propriétés chimiques des granulats — Partie 1 : Analyse chimique.*

ISO 13320, *Analyse granulométrique — Méthode par diffraction laser — Principes généraux.*

FD P 18-542, *Granulats — Critères de qualification des granulats naturels pour béton hydraulique vis-à-vis de l'alcali-réaction.*

### 3 Termes et définitions

Pour les besoins du présent document, les termes et définitions suivants s'appliquent.

#### 3.1

##### **additions de type I**

matériau minéral finement divisé utilisé dans le béton comme addition quasiment inerte, afin d'améliorer certaines propriétés ou pour lui conférer des propriétés particulières

NOTE 1 à l'article Définition adaptée de NF EN 206-1.

#### 3.2

##### **additions siliceuses**

les additions siliceuses répondant à la définition 3.1 et dont les caractéristiques sont définies dans le présent document, sont des produits naturels finement divisés, obtenus par broyage et/ou sélection de quartz lavé séché ou de cristobalite calcinée, tels que définis en 3.3 et 3.4

Le présent document spécifie deux minéralogies Qz et Cb, ainsi que deux finesses  $F_M$  et  $F_H$  (voir 5.3.2).

Les additions siliceuses de minéralogie **Qz** sont produites à partir de **Quartz** lavé séché et les additions de minéralogie **Cb** à partir de **Cristobalite** calcinée

#### 3.3

##### **quartz lavé séché**

le quartz est une espèce minérale du groupe des silicates, composée de dioxyde de silicium de formule  $\text{SiO}_2$  (silice) avec des traces d'autres éléments et à système cristallin trigonal

Le quartz lavé séché est obtenu à partir de gisements reconnus de sables de quartz, identifiés par un dossier technique. Le quartz lavé séché est produit industriellement par lavage sous eau qui élimine les argiles provenant du gisement, puis par séchage qui élimine l'eau du lavage

#### 3.4

##### **cristobalite calcinée**

la cristobalite est une espèce minérale du groupe des silicates, composée de dioxyde de silicium de formule  $\text{SiO}_2$  (silice) avec des traces d'autres éléments et à système cristallin tétragonal ou cubique stable à partir de 1470 °C

La cristobalite calcinée est obtenue à partir de gisements reconnus de sables de quartz ou de galets de mer siliceux, identifiés par un dossier technique. La cristobalite calcinée est produite industriellement dans des fours de calcination (maintenus à une température autour de 1 500 °C) qui transforment la silice naturelle en cristobalite

#### 3.5

##### **ciment pour essais**

le ciment utilisé pour l'exécution des contrôles de conformité de l'indice d'activité des additions siliceuses est un ciment CEM I de classe 42,5 ou 52,5 conforme à la norme NF EN 197-1

Les principales caractéristiques sont :

- surface massique Blaine : supérieure ou égale à 300 m<sup>2</sup>/kg, déterminée selon la norme NF EN 196-6 ;
- teneur en aluminates tricalciques ( $\text{C}_3\text{A}$ ) : 6 % à 12 %, déterminée selon la norme NF EN 196-2 ;
- teneur en alcalins ( $\text{Na}_2\text{O}_{\text{eq}}$ ) : 0,5 % à 1,2 %, déterminée selon la norme NF EN 196-2

#### 3.6

##### **indice d'activité**

rapport (en %) des résistances à la compression d'éprouvettes normalisées de mortier du même âge, les unes préparées pour la partie liante, avec 75 % de ciment pour essais et 25 % d'addition siliceuse (en masse), les autres préparées avec du ciment pour essais uniquement

### 3.7

#### **autocontrôle**

contrôle statistique continu de la conformité d'une addition siliceuse, fondé sur l'analyse d'échantillons prélevés par le producteur ou son représentant, au point de délivrance du produit

### 3.8

#### **période de contrôle**

période de production et/ou de distribution identifiée pour l'évaluation des résultats des essais d'autocontrôle

### 3.9

#### **valeur caractéristique**

valeur correspondant à une propriété requise en dehors de laquelle se situe un pourcentage spécifié, le percentile  $P_k$ , de toutes les valeurs de la population étudiée

### 3.10

#### **valeur caractéristique spécifiée**

valeur caractéristique d'une propriété physique ou chimique qui, dans le cas d'une limite supérieure, ne doit pas être dépassée, ou, dans le cas d'une limite inférieure, doit être au moins atteinte

### 3.11

#### **valeur limite applicable aux résultats individuels**

valeur correspondant à une propriété physique ou chimique qui ne doit être dépassée pour aucun des résultats d'essai individuels dans le cas d'une limite supérieure, ou qui doit être atteinte pour chacun des résultats d'essai individuels dans le cas d'une limite inférieure

### 3.12

#### **probabilité admissible d'acceptation**

##### **CR**

pour un plan d'échantillonnage donné, la probabilité admissible d'accepter une addition siliceuse comportant une valeur caractéristique en-deçà et au-delà de la valeur caractéristique spécifiée, selon qu'il s'agit d'une limite inférieure ou d'une limite supérieure

### 3.13

#### **plan d'échantillonnage**

plan spécifique définissant le (les) effectif(s) (statistique(s)) de l'échantillon à utiliser, le percentile  $P_k$  et la probabilité admissible d'acceptation CR

### 3.14

#### **échantillon ponctuel**

échantillon prélevé au même moment et au même lieu, en fonction des essais prévus. Il peut être obtenu par la combinaison d'un ou plusieurs prélèvements élémentaires immédiatement consécutifs

[voir NF EN 196-7 et NF EN 932-1]

## **4 Constituants**

### **4.1 Quartz lavés séchés**

Les quartz lavés séchés utilisés pour la production d'additions siliceuses doivent provenir d'un gisement reconnu et être constitués d'au moins 90 % de quartz, déterminés suivant la méthode décrite en 4.3.

### **4.2 Cristobalites calcinées**

Les cristobalites calcinées utilisées pour la production d'additions siliceuses doivent être constituées d'au moins 40 % de cristobalite, déterminés suivant la méthode décrite en 4.3., le reste étant des formes de silices calcinées stabilisées à des températures plus basses (telles que la tridymite ou le quartz et des traces d'autres éléments).

### 4.3 Analyse minéralogique des constituants

L'analyse minéralogique est effectuée sur un échantillon représentatif du constituant utilisé pour la production d'addition siliceuse et conforme à l'un des articles 4.1 ou 4.2 du présent document.

Le prélèvement et la préparation de l'échantillon représentatif sont réalisés conformément à la norme NF EN 932-1.

L'analyse minéralogique est réalisée sur la fraction 0,063/0,5 mm de l'échantillon pour essais, incluant, dans les proportions massiques correspondantes, la fraction supérieure à 0,5 mm, ramenée à une fraction 0,063/0,5 mm par broyage manuel au mortier d'agate. L'analyse minéralogique fait appel aux techniques analytiques de base (telles que la diffraction des rayons X semi-quantitative, l'examen pétrographique sur lame mince, ...).

Le producteur est tenu de fournir l'analyse minéralogique du constituant de son produit, datant de moins d'un an et précisant les pourcentages de quartz et de cristobalite, déterminés selon le mode opératoire décrit ci-dessus. Cette analyse mentionne, sans les quantifier, les espèces minéralogiques présentes, autres que le quartz et la cristobalite, qui permettent d'identifier en totalité la silice du constituant.

### 4.4 Additifs

Les additifs au sens de la présente norme sont des produits minéraux ou organiques qui sont ajoutés pour faciliter la fabrication ou améliorer les propriétés de l'addition siliceuse.

La quantité totale des additifs doit être inférieure ou égale à 1,0 % en masse de l'addition siliceuse. La proportion des additifs organiques sous forme d'extrait sec doit être inférieure ou égale à 0,2 % en masse de l'addition siliceuse.

Ces additifs ne doivent pas favoriser la corrosion des armatures ni altérer les propriétés des bétons, mortiers et coulis fabriqués avec l'addition siliceuse.

Lorsque des adjuvants du béton, mortier ou coulis conformes aux différentes parties de la norme NF EN 934 sont utilisés dans l'addition siliceuse, la désignation normalisée leur correspondant doit figurer sur l'emballage et/ou le bon de livraison.

## 5 Exigences

### 5.1 Généralités

Les exigences chimiques et physiques énumérées en 5.2 et 5.3 sont exprimées en termes de valeurs caractéristiques. La conformité à une valeur caractéristique est évaluée par une procédure de contrôle statistique telle que décrite à l'Article 10.

### 5.2 Exigences chimiques

#### 5.2.1 Silice

La teneur en silice exprimée en  $\text{SiO}_2$ , déterminée selon la norme NF EN 196-2, ne doit pas être inférieure à 96,0 % en masse.

#### 5.2.2 Chlorures

La teneur en chlorures exprimée en  $\text{Cl}^-$ , déterminée selon la norme NF EN 196-21, ne doit pas excéder 0,10 % en masse.

NOTE Les chlorures des additions siliceuses, produites à partir de quartz lavés ou de cristobalites calcinées, sont réputés ne pas excéder 0,01 % en masse.

### 5.2.3 Soufre total

La teneur en soufre total, exprimée par S, déterminée selon la norme NF EN 1744-1 Art 11, ne doit pas excéder 0,15 % en masse.

### 5.2.4 Essai au bleu de méthylène

La valeur au bleu de méthylène déterminée conformément à la norme NF EN 933-9, ne doit pas excéder 3 g/kg.

### 5.2.5 Alcalins actifs – Alcalins totaux

La teneur en alcalins actifs déterminée selon la Méthode LPC n° 37 et exprimée en Na<sub>2</sub>O<sub>éq</sub>, doit être déclarée.

À défaut, la teneur en alcalins totaux déterminée selon la norme NF EN 196-2 et exprimée en Na<sub>2</sub>O<sub>éq</sub>, doit être déclarée.

NOTE Na<sub>2</sub>O<sub>éq</sub> = Na<sub>2</sub>O + 0,658 K<sub>2</sub>O

### 5.2.6 Réactivité aux alcalins

Une addition siliceuse est qualifiée non réactive (NR) vis-à-vis des alcalins si la différence entre la silice totale et le quartz est inférieure à 3 %. Dans le cas contraire, on devra qualifier l'addition siliceuse vis-à-vis de l'alcali-réaction conformément au fascicule de documentation FD P18-542.

### 5.2.7 Perte au feu

La perte au feu déterminée selon la norme NF EN 196-2, ne doit pas excéder 0,35 %

### 5.2.8 Matières organiques

La teneur totale en matières organiques déterminée selon la norme NF EN 1744-1, ne doit pas excéder 0,2 % en masse.

## 5.3 Exigences physiques

### 5.3.1 Masse volumique absolue

La masse volumique absolue déterminée selon la norme NF EN 1097-7 doit respecter les exigences du Tableau 1 pour les minéralogies Qz et Cb.

**Tableau 1 — Masses volumiques absolues**

Minéralogies	Qz	Cb	Unité
Masse volumique absolue	2650 ± 50	2350 ± 100	kg/m <sup>3</sup>

### 5.3.2 Finesse Blaine

La surface massique Blaine déterminée selon la norme NF EN 196-6 doit respecter les exigences du Tableau 2 pour les classes de finesse Moyenne F<sub>M</sub> et Haute F<sub>H</sub>.

**Tableau 2 — Surfaces massiques Blaine**

Finesses	F <sub>M</sub>	F <sub>H</sub>	Unité
Surface massique Blaine	> 300	> 600	m <sup>2</sup> /kg



### 5.3.3 Granularité

Les exigences de granularité pour les classes de finesse  $F_M$  et  $F_H$  sont données dans le Tableau 3. La granularité des additions siliceuses est déterminée :

- pour la classe de finesse  $F_M$  selon la norme NF EN 933-10 ;
- pour la classe de finesse  $F_H$  à l'aide d'un granulomètre laser, en volume, avec un modèle optique approprié, selon la norme ISO 13320.

**Tableau 3 — Granularités**

Finesses	$F_M$	$F_H$	Unité
Pourcentage massique au passant de 2 mm	100	100	%
Pourcentage massique au passant de 0,125 mm	> 85	100	%
Pourcentage massique au passant de 0,063 mm	> 70	> 95	%
Diamètre médian (médiane des valeurs)	—	0,015	mm

### 5.3.4 Indice d'activité

L'indice d'activité à 28 jours déterminé selon la norme NF EN 196-1 et selon 3.6 du présent document, doit respecter les exigences du Tableau 4.

**Tableau 4 — Indices d'activité à 28 jours**

Finesses	$F_M$	$F_H$	Unité
Indice d'activité à 28 jours	> 71	> 80	%

NOTE Le résultat des essais d'indice d'activité ne donne pas d'indication directe sur la contribution de l'addition siliceuse à la résistance du béton et l'utilisation de l'addition siliceuse n'est pas limitée au taux de mélange utilisé dans ces essais.

### 5.3.5 Teneur en eau

La teneur en eau des additions siliceuses délivrées «sèches» déterminée selon la norme NF EN 1097-5, ne doit pas excéder 1 %.

La teneur en eau des additions siliceuses sous forme de suspension aqueuse ne doit pas s'écarter de plus de 1,5 % de la valeur déclarée par le producteur.

## 6 Désignation normalisée

Une addition siliceuse conforme au présent document doit être identifiée par les éléments suivants :

- «Addition siliceuse pour béton hydraulique — NM 10.1.842 » ;
- Minéralogie «Qz» ou «Cb» ;
- Finesse « $F_M$ » ou « $F_H$ » ;

et, dans le cas des suspensions aqueuses, par la mention «suspension aqueuse» suivie de la teneur en eau moyenne déclarée.

EXEMPLE DE DÉSIGNATION NORMALISÉE : Addition siliceuse pour béton hydraulique NM 10.1.842 – Qz –  $F_H$

La désignation normalisée doit également être complétée par :

- le nom du producteur ;
- le lieu de production ;
- l'identification ou nom commercial du produit.

## 7 Conditionnement et étiquetage

Les additions siliceuses sont fournies en vrac, ou dans des emballages adéquats.

Les emballages ainsi que les documents concernant les livraisons en vrac doivent comporter l'ensemble des éléments cités à l'Article 6.

NOTE Une addition siliceuse peut également être conforme à la norme NF EN 12620 (partie filler) [3]. Dans ce cas, le marquage CE attestant la conformité à la norme NF EN 12620 ne couvre pas la conformité au présent document.

## 8 Informations à fournir à la demande

Les éléments ci-dessous doivent être fournis à l'utilisateur à la demande :

- caractéristiques du ciment d'essai ;
- valeur déclarée de la masse volumique des particules ;
- état mensuel des valeurs d'autocontrôle (analyses statistiques précisant le nombre d'essais, les moyennes et une estimation de l'écart-type des mesures) ;
- fonction du ou des additifs.

## 9 Échantillonnage

Des échantillons ponctuels, répartis uniformément sur la période de fabrication, doivent être prélevés au point de délivrance du produit fini ; pour les systèmes de chargement en vrac et les emballages, ces prélèvements doivent être effectués à l'aide des appareils et en suivant les principes décrits dans la norme NF EN 196-7.

Pour effectuer l'ensemble des analyses et essais nécessaires à l'établissement de la conformité ou de la non-conformité aux exigences de l'article 10, un échantillon de laboratoire représentatif de l'addition siliceuse sèche d'au moins 0,5 kg est nécessaire. Cet échantillon doit être obtenu en subdivisant (NF EN 932-2) par quartage (par exemple), un échantillon ponctuel d'au moins 2 kg.

## 10 Critères de conformité

### 10.1 Exigences générales

La conformité des additions siliceuses à la présente norme doit être évaluée en continu sur la base d'essais effectués par le fabricant sur des échantillons ponctuels prélevés au(x) point(s) de délivrance du produit.

Les échantillons doivent être prélevés et préparés selon la norme NF EN 196-7.

Les propriétés, les méthodes d'essai et les fréquences minimales d'essais applicables pour l'autocontrôle du producteur sont spécifiées dans le Tableau 5.

**Tableau 5 — Propriétés, méthodes d'essai et fréquences minimales d'essais pour les essais d'autocontrôle du producteur ou de son représentant et méthode d'évaluation statistique**

Propriété	Paragraphe du présent document	Méthode d'essai	Essais d'autocontrôle				Vérification de la conformité
			Fréquence minimale d'essai en situation courante	Fréquence minimale d'essai en période initiale	Contrôle par mesures	Contrôle par attributs	
Teneur en silice	5.2.1	NF EN 196-2	2 par mois <sup>a)</sup>	1 par semaine		X	P
Teneur en chlorure	5.2.2	NF EN 196-21	6 par an <sup>b)</sup>	6 par an		X	P
Teneur en soufre total	5.2.3	NF EN 1744-1	6 par an <sup>b)</sup>	6 par an		X	P
Valeur de bleu	5.2.4	NF EN 933-9	1 par semaine	1 par semaine	X		C
Teneur en alcalins	5.2.5	NF EN 196-2	2 par an <sup>c)</sup>	6 par an		X	D
Perte au feu	5.2.7	NF EN 196-2	1 par semaine	1 par semaine		X	P
Matières organiques	5.2.8	NF EN 1744-1	6 par an <sup>b)</sup>	6 par an		X	P
Masse volumique absolue	5.3.1	NF EN 1097-7	6 par an <sup>c)</sup>	6 par an	X		P
Surface massique Blaine	5.3.2	NF EN 196-6	1 par semaine	1 par jour	X		C
Passant à 2 mm	5.3.3	NF EN 933-10	1 par semaine	1 par jour	X		C
Passant à 0,125 mm	5.3.3	NF EN 933-10	1 par semaine	1 par jour	X		C
Passant à 0,063 mm	5.3.3	NF EN 933-10 ou ISO 13320	1 par semaine	1 par jour	X		C
Diamètre médian	5.3.3	ISO 13320	1 par semaine	1 par jour	X		C
Indice d'activité	5.3.4	NF EN 196-1	2 par mois	4 par mois		X	C
Teneur en eau	5.3.5	NF EN 1097-5	2 par mois	4 par mois		X	C

a) Si aucune valeur de la teneur en silice est inférieure à 98 % sur une période de contrôle de 12 mois la fréquence minimale de contrôle est ramenée à 2 par mois.

b) Si la valeur des résultats individuels est ramenée à 50 % de la valeur caractéristique sur une période de contrôle de 12 mois, la fréquence minimale de contrôle est ramenée à 2 par an.

c) Si l'écart-type est inférieur à 20 kg/m<sup>3</sup> sur une période de contrôle de 12 mois, la fréquence minimale de contrôle est ramenée à 2 par an.

P : respecté / non respecté — C : catégorie — D : valeur déclarée

## 10.2 Critères statistiques de conformité

### 10.2.1 Généralités

La conformité doit être formulée en termes de critères statistiques fondés sur :

- les valeurs caractéristiques requises pour les propriétés en 5.2 et 5.3 du présent document ;
- un percentile  $P_k$  de 10 % sur lequel est fondée la valeur caractéristique requise ;
- une probabilité admissible d'acceptation CR (risque consommateur) de 5 %.

La conformité aux exigences du présent document doit faire l'objet d'un contrôle soit par mesures, soit par attributs, comme décrit en 10.2.2 et 10.2.3 et comme spécifié dans le Tableau 6.

La période de contrôle doit durer 12 mois.

### 10.2.2 Contrôle par mesures

Ce contrôle part de l'hypothèse que les résultats d'essais suivent une loi normale.

La conformité est vérifiée si les équations (1) et (2), selon le cas, sont satisfaites :

$$X - k_A s \geq L \quad \dots (1)$$

et

$$X + k_A s < U \quad \dots (2)$$

où :

X est la moyenne arithmétique de l'ensemble des résultats des essais d'autocontrôle obtenus au cours de la période de contrôle

s est l'écart-type de l'ensemble des résultats des essais d'autocontrôle obtenus au cours de la période de contrôle

L est la limite inférieure spécifiée mentionnée en 3.11

U est la limite supérieure spécifiée mentionnée en 3.11

$k_A$  est la constante d'acceptabilité

La constante d'acceptabilité  $k_A$  est fonction du percentile  $P_k$  sur lequel la valeur caractéristique est fondée, de la probabilité admissible d'acceptation CR et du nombre n de résultats d'essais. Les valeurs de  $k_A$  sont présentées dans le Tableau 6.

**Tableau 6 — Constante d'acceptabilité  $k_A$  ( $P_k = 10\%$ ) pour CR = 5 %**

Nombre de résultats	Valeurs de $k_A$ pour $P_k = 10\%$ et CR = 5 % <sup>a)</sup>
20 et 21	1,93
22 et 23	1,89
24 et 25	1,85
26 et 27	1,82
28 et 29	1,80
30 à 34	1,78
35 à 39	1,73
40 à 44	1,70
45 à 49	1,67
50 à 59	1,65
60 à 69	1,61
70 à 79	1,58
80 à 89	1,56
90 à 99	1,54
100 à 149	1,53
150 à 199	1,48
200 à 299	1,45
300 à 399	1,42
≥ 400	1,40

a) Des valeurs de  $k_A$  validées pour les valeurs intermédiaires du nombre de résultats peuvent également être utilisées.

### 10.2.3 Contrôle par attributs

Le nombre  $c_D$  de résultats d'essais non conformes à la valeur caractéristique spécifiée doit être compté et comparé à un nombre acceptable  $c_A$  calculé à partir du nombre  $n$  de résultats d'essais d'autocontrôle et du percentile  $P_k$  comme indiqué dans le Tableau 7.

La conformité est vérifiée si l'équation (3) est satisfaite :

$$c_D < c_A \quad \dots (3)$$

La valeur de  $c_A$  est fonction du percentile  $P_k$  sur lequel la valeur caractéristique est fondée, de la probabilité admissible d'acceptation CR et d'un nombre  $n$  de résultats d'essais. Les valeurs de  $c_A$  sont présentées dans le Tableau 7.

**Tableau 7 — Valeurs de  $c_A$  ( $P_k = 10\%$ ) pour CR = 5 %**

Nombre de résultats <sup>a)</sup>	Valeurs de $c_A$ pour $P_k = 10\%$ et CR = 5 % <sup>a)</sup>
20 à 39	0
40 à 54	1
55 à 69	2
70 à 84	3
85 à 99	4
100 à 109	5
$\geq 110$ <sup>b)</sup>	$0,075 \times (n-30)$ <sup>b)</sup>

*a) Si le nombre de résultats d'essai  $n$  est tel que  $n < 20$  (pour  $P_k = 10\%$ ), alors l'utilisation d'un critère statistique n'est pas possible. On utilisera néanmoins  $c_A = 0$  lorsque le nombre de résultats d'essais est inférieur à 20.*

*b) Le résultat du calcul de  $c_A$  est arrondi à la valeur inférieure lorsque le nombre de résultats est supérieur ou égal à 110.*

### 10.3 Critères de conformité applicables aux résultats individuels

Outre la prise en compte des critères statistiques de conformité, la conformité des résultats d'essais aux exigences du présent document implique de vérifier que chaque résultat d'essai respecte les valeurs limites applicables aux résultats individuels spécifiées dans le Tableau 8.

**Tableau 8 — Valeurs limites applicables aux résultats individuels**

Propriété	Paragraphe	Valeurs limites applicables aux résultats individuels	
		Valeur inférieure	Valeur supérieure
Teneur en silice	5.2.1	93,5 %	-
Teneur en chlorures	5.2.2		0,10 %
Teneur en soufre total	5.2.3		0,20 %
Valeur de Bleu	5.2.4		4 g/kg
Perte au feu	5.2.7		0,40 %
Matières organiques	5.2.8		0,25 %
Masse volumique absolue — minéralogie Qz — minéralogie Cb	5.3.1	2 550 kg/m <sup>3</sup> 2 200 kg/m <sup>3</sup>	2 750 kg/m <sup>3</sup> 2 500 kg/m <sup>3</sup>
Surface massique Blaine — finesse F <sub>M</sub> — finesse F <sub>H</sub>	5.3.2	250 m <sup>2</sup> /kg 550 m <sup>2</sup> /kg	
Passant à 2 mm — finesse F <sub>M</sub> — finesse F <sub>H</sub>	5.3.3	97,5 % 97,5 %	
Passant à 0,125 mm — finesse F <sub>M</sub> — finesse F <sub>H</sub>	5.3.3	82,5 % 97,5 %	
Passant à 0,063 mm — finesse F <sub>M</sub> — finesse F <sub>H</sub>	5.3.3	67,5 % 92,5 %	
Diamètre médian — finesse F <sub>H</sub>	5.3.3		0,0175 mm
Indice d'activité — finesse F <sub>M</sub> — finesse F <sub>H</sub>	5.3.4	0,68 0,77	
Teneur en eau	5.3.5		1,0 %

## Bibliographie

- [1] NF EN 206-1, *Béton — Partie 1 : Spécification, performances, production et conformité.*
- [2] NF P 18-545, *Granulats — Éléments de définition, conformité et codification.*
- [3] NF EN 12620, *Granulats pour bétons.*
- [4] Méthode LPC n° 37, *Dosage des alcalins actifs  $K_2O - Na_2O$ .*