

PRESCRIPTIONS TECHNIQUES	PTV	21-601
	Edition 3	2016

## ELEMENTS PREFABRIQUES EN BETON ARCHITECTONIQUE



# SOMMAIRE

SOMMAIRE	1	
AVANT-PROPOS	3	
INTRODUCTION	4	
1	DOMAINE D'APPLICATION	5
2	REFERENCES NORMATIVES	5
3	TERMES ET DEFINITIONS	6
4	PRESCRIPTIONS	7
4.1	Matériaux	7
4.1.1	Généralités	7
4.1.2	Granulats	7
4.1.3	Pigments de coloration	7
4.1.4	Produits pour la protection de surface du béton	7
4.1.5	Produits pour la réparation du béton	7
4.1.6	Matériaux incorporés	7
4.2	Production	8
4.2.1	Béton architectonique	8
4.2.2	Béton durci	8
4.2.3	Armatures	9
4.2.4	Prescriptions diverses	9
4.3	Produits finis	10
4.3.1	Caractéristiques géométriques	10
4.3.2	Caractéristiques d'aspect	11
4.3.3	Manipulation et stockage	12
5	METHODES DE MESURE ET D'ESSAI	13
5.1	Granulats	13
5.1.1	Particules fines inférieures à 0,063 mm	13
5.1.2	Impuretés	13
5.1.3	Granulats ferrugineux	13
5.1.4	Gélivité	13
5.2	Béton architectonique	14
5.2.1	Absorption d'eau	14
5.2.2	Gélivité	14
5.3	Mesurage des dimensions et des caractéristiques de surface	14
5.3.1	Caractéristiques géométriques	14
5.3.2	Bulles d'air	15
5.3.3	Variations de teintes	15
5.3.4	Fissures	16
6	EVALUATION DE LA CONFORMITE	16
6.1	Généralités	16
6.2	Essais de type	16
6.3	Contrôle de la production en usine	16
7	IDENTIFICATION DES ELEMENTS	16
8	DOCUMENTS POUR LA FABRICATION ET LA MISE EN OEUVRE	17
ANNEXE A	TRAITEMENTS DE SURFACE POUR LE BETON ARCHITECTONIQUE	18
A.1	Traitement de surface sélectif	18

A.1.1	Lavage à l'eau.....	18
A.1.2	Brossage.....	18
A.1.3	Lavage à l'acide.....	18
A.2	Traitement de surface intégral.....	18
A.2.1	Bouchardage.....	18
A.2.2	Grenailage et flammage.....	18
A.2.3	Grèsage.....	18
A.2.4	Polissage.....	18
ANNEXE B MESURAGE DES ECARTS DIMENSIONNELS ET DE FORME .....		19
ANNEXE C (INFORMATIVE) ESSAIS DE RECEPTION D'UNE FOURNITURE A LA LIVRAISON .....		20
ANNEXE D PATRON DE REFERENCE POUR LES MESURES DE COULEUR .....		21
ANNEXE E CONFIGURATION DU COLORIMETRE.....		22
BIBLIOGRAPHIE .....		23



## AVANT-PROPOS

Les présentes Prescriptions Techniques (PTV) n° 21-601 ont été rédigées par le Groupe de travail 2.4 "Éléments en béton décoratif" et ont été examinées et approuvées par le Comité Technique Sectoriel 2 "Éléments structurels en béton armé et précontraint" de PROBETON a.s.b.l., en vue de:

- la standardisation des prescriptions techniques pour éléments préfabriqués en béton architectonique;
- la certification produits de ces éléments dans le cadre de la marque de conformité BENOR, sur base des spécifications appropriées des présentes prescriptions.

Ce document a été rédigé dans l'attente de la publication ultérieure d'une nouvelle norme belge reprenant globalement ou partiellement les présentes prescriptions. Immédiatement après la publication de cette nouvelle norme, le présent PTV sera retiré ou revu.

Les spécifications du présent PTV remplacent celles du PTV 21-601 "*Éléments architectoniques et industriels préfabriqués en béton décoratif*" (Edition 2 de 2001).

Les éléments préfabriqués en béton architectonique qui ne constituent pas des éléments de structure sont conformes aux prescriptions produits pour ces éléments, sauf si ces prescriptions sont contradictoires avec le présent PTV.

Dans certains cas, les exigences du présent PTV en matière de durabilité du béton (voir 4.2.2) sont différentes des exigences analogues des autres prescriptions pour produits en béton. Des exigences complémentaires compensent ces différences.

## INTRODUCTION

Les présentes Prescriptions Techniques (PTV) comportent les dispositions complémentaires concernant les caractéristiques architectoniques des éléments par rapport aux normes de produits individuelles.

Les présentes Prescriptions Techniques (PTV) formulent les caractéristiques des éléments préfabriqués en béton architectonique qui sont conformes aux définitions du 3, de même que les exigences auxquelles ces éléments doivent satisfaire. Ces exigences ont trait aux matières premières utilisées, à la fabrication et aux produits finis. Les autres spécifications du présent PTV concernent les documents pour la fabrication et la mise en oeuvre des éléments, l'identification des éléments et les méthodes de mesure et d'essai pour déterminer les caractéristiques de ces éléments. Les éléments préfabriqués en béton architectonique qui constituent également des éléments de structure sont conformes aux prescriptions des NBN EN 13369 et NBN B 21-600 et le cas échéant aux prescriptions particulières d'une norme produit pour les éléments structurels, sauf si ces prescriptions sont contradictoires avec le présent PTV.

L'évaluation de la conformité décrite dans les présentes Prescriptions Techniques (PTV) fait référence aux éléments préfabriqués en béton architectonique finis mis sur le marché, et couvre toutes les opérations de fabrication effectuées à l'usine.

La documentation accompagnant un élément préfabriqué en béton architectonique fera référence aux articles des présentes Prescriptions Techniques (PTV) auxquels il est conforme.

## 1 DOMAINE D'APPLICATION

Le présent PTV s'applique aux éléments préfabriqués en béton architectural remplissant ou non une fonction de stabilité et étant exposés ou non aux conditions climatiques extérieures.

Si le produit est couvert par une norme de produit individuelle, ce sont les dispositions de la norme de produit individuelle qui s'appliquent. Pour un produit qui n'est pas couvert par une norme de produit individuelle, ce sont les dispositions de la norme G qui s'appliquent pour autant qu'elles n'entrent pas en contradiction.

***NOTE 1** Les éléments préfabriqués en béton architectural peuvent comporter des produits d'autres matériaux dans la face vue. Les caractéristiques de ces produits et la manière dont ils sont traités n'appartiennent pas au domaine d'application du présent PTV. L'utilisation de ces produits doit faire l'objet d'un accord entre le fabricant et l'acheteur.*

***NOTE 2** Dans le présent PTV les NBN EN 13369 et NBN B 21-600 sont désignées conjointement par l'abréviation "Norme G" (G désigne les "dispositions communes"). Cette référence s'applique donc le cas échéant aux deux normes.*

## 2 REFERENCES 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) à moins que la norme de produits mentionne autrement.

*NBN EN 13369*

Dispositions communes pour les produits préfabriqués en béton

*NBN EN 206(-1)*

Béton (- Partie 1) : Spécification, performance, production et conformité

*NBN B 21-600*

Dispositions communes pour les produits préfabriqués en béton - Complément National à la NBN EN 13369

*NBN EN 933-1*

Essais pour déterminer les caractéristiques géométriques des granulats – Partie 1 : Détermination de la granularité – Analyse granulométrique par tamisage

*NBN EN 933-9*

Essais pour déterminer les caractéristiques des granulats – Partie 9 : Qualification des fines – Essai au bleu de méthylène

*NBN EN 1097-2*

Essais pour déterminer les caractéristiques mécaniques et physiques de granulats – Partie 2 : Méthodes pour la détermination de la résistance à la fragmentation

*NBN EN 1097-6*

Essais pour déterminer les caractéristiques mécaniques et physiques des granulats - Partie 6 : Détermination de la masse volumique réelle et du coefficient d'absorption d'eau

*NBN EN 1367-1*

Essais de détermination des propriétés thermiques et de l'altérabilité des granulats - Partie 1: Détermination de la résistance au gel-dégel

*NBN EN 1367-2*

Essais pour déterminer les propriétés thermiques et l'altérabilité des granulats - Partie 2 : Essai au sulfate de magnésium

*NBN EN 1504-2*

Produits et systèmes pour la protection et la réparation des structures en béton – Définitions, prescriptions, maîtrise de la qualité et évaluation de la conformité – Partie 2 : Système de protection de surface pour béton

*NBN EN 1504-3*

Produits et systèmes pour la protection et la réparation des structures en béton – définitions, exigences, maîtrise de la qualité et évaluation de la conformité – Partie 3 : Réparation structurale et réparation non structurale

*NBN EN 1744-1*

Essais visant à déterminer les propriétés chimiques des granulats – Partie 1 : Analyse chimique

*NBN B 15-001*

Béton - Performance, production, mise en oeuvre et critères de conformité

*NBN B 15-217*

Essais des bétons - Absorption d'eau par capillarité

*NBN B 15-231*

Essais des bétons - Gélivité

*NBN EN 12390-2*

Essais sur béton durci – Partie 2 : Confection et conservation des éprouvettes pour essais de résistance

*NBN EN 12504-1*

Essais pour béton dans les structures - Partie 1: Carottes - Prélèvement, examen et essais en compression

*NBN EN 12620*

Granulats pour béton

*NBN EN 12878*

Pigments de coloration des matériaux de construction à base de ciment et/ou de chaux – Spécifications et méthodes d'essai

### **3 TERMES ET DEFINITIONS**

#### *3.1 Béton architectonique*

Le béton architectonique est un béton conforme au 3.1.1 de NBN EN 206-1 et NBN B 15-001 (dont l'ensemble constitue en Belgique la norme béton) utilisé pour la réalisation des éléments préfabriqués avec un aspect apparent. Ce béton architectonique présente à l'état durci des caractéristiques esthétiques qui le distinguent du béton ordinaire.

#### *3.2 Élément préfabriqué en béton architectonique*

Élément entièrement ou partiellement en béton architectonique fabriqué dans une entité technique fixe, permanente et spécialisée, qui est conservé à l'abri des intempéries jusqu'à l'obtention de la résistance mécanique requise pour l'évacuation vers le lieu de stockage.

Pour ces éléments préfabriqués en béton architectonique, des exigences esthétiques très élevées sont posées sur la couche de béton de la face visible.

Les exigences esthétiques portent sur la texture, la teinte, les bulles d'air ainsi que sur les tolérances dimensionnelles et de forme.

#### *3.3 Modèle (échantillon de référence)*

Un modèle est un échantillon choisi ou un échantillon témoin proposé par le fabricant auquel le client réfère lors de l'établissement de la commande et la formalisation de l'accord sur l'aspect du (ou des) parement(s) des éléments à préfabriquer.

#### *3.4 Parement*

Un parement en béton est une surface (généralement coffrée) exposée et visible après achèvement de l'ouvrage. Il constitue la partie apparente de l'ouvrage et doit résister aux diverses agressions auxquelles est soumise la structure pendant sa durée de service.

#### *3.5 Couche de parement*

La couche de parement est la couche de béton de la face exposée d'un élément en béton, constituée de matériaux différents ou caractérisée par des propriétés différentes de celles du béton de masse ou de la sous-couche d'un élément en béton.

#### *3.6 Texture*

La texture est la caractéristique d'aspect d'une face obtenue soit directement par des empreintes du moule, soit par traitements de finition (cfr. Annexe A) après coulage et démoulage.

## **4 PRESCRIPTIONS**

### **4.1 Matériaux**

#### **4.1.1 Généralités**

Les spécifications du 4.1 de la norme G s'appliquent, de même que les prescriptions complémentaires suivantes relatives aux granulats et aux pigments utilisés dans le béton architectonique.

#### **4.1.2 Granulats**

Les granulats utilisés doivent être des granulats pour béton conformes à la NBN EN 12620.

##### **4.1.2.1 Particules fines**

La teneur en particules fines des gros granulats correspond à la catégorie  $f_3$ .

Si la teneur en particules fines d'un sable dépasse 3%, alors on mesure la valeur de Bleu de méthylène et la valeur limite doit être fixée par le fabricant.

##### **4.1.2.2 Impuretés**

La teneur en impuretés (bois, lignite, fer soluble, charbon, ...) des granulats, mesurée suivant la NBN EN 1744-1, Article 14, n'est pas supérieure à 0,1 % de la masse du granulat sec.

Les granulats sont jugés aptes quant à la présence de granulats ferrugineux après une recherche suivant le 5.1.3.

##### **4.1.2.3 Géivité**

La résistance au gel des granulats doit être prise en compte pour les classes d'exposition XF1 à XF4 et les classes d'environnement EE2, EE3, EE4, ES2 et ES4. La géivité des granulats pour le béton architectonique est vérifiée suivant le 5.1.4.

Si la résistance au gel des granulats n'est pas prouvée ou ne donne pas satisfaction, la résistance au gel du béton architectonique lui-même est vérifiée (voir 4.2.2.3).

#### **4.1.3 Pigments de coloration**

Les différents pigments de coloration utilisés doivent satisfaire aux exigences de la NBN EN 12878. Si des pigments autres que des pigments inorganiques artificiels sont utilisés, la stabilité de leurs teintes dans le béton architectonique doit être démontrée sur base scientifique ou par l'expérience.

Les pigments de coloration au carbone sont autorisés si les dimensions moyennes des particules ne sont pas inférieures à 70 nm.

Si des éléments sont munis d'une couche de couverture colorée, les exigences mentionnées sont uniquement d'application pour cette couche.

#### **4.1.4 Produits pour la protection de surface du béton**

Les dispositions de la NBN EN 1504-2 doivent s'appliquer.

#### **4.1.5 Produits pour la réparation du béton**

Les dispositions de la NBN EN 1504-3 doivent s'appliquer.

#### **4.1.6 Matériaux incorporés**

Les caractéristiques des autres matériaux incorporés (autres que le béton) dans les faces apparentes font l'objet d'un accord entre le fabricant et l'acheteur.

## 4.2 Production

### 4.2.1 Béton architectonique

Les spécifications du 4.2.1 de la norme G s'appliquent, de même que les prescriptions dérogatoires et/ou complémentaires suivantes relatives à la composition du béton architectonique et aux caractéristiques du béton architectonique durci.

#### 4.2.1.1 Composition

La composition du béton architectonique est conforme aux spécifications applicables du 4.2.1.1 de la norme G; en outre, la teneur en ciment et en eau, les granulats et le cas échéant les pigments de coloration sont choisis de façon à ce que l'aspect requis soit obtenu (voir 4.3.2.1).

Pour que le béton satisfasse aux exigences de la durabilité, sa composition doit respecter les valeurs limites des Tableaux P.1 et P.2 de la norme G.

Lorsque le béton doit satisfaire à plusieurs classes d'exposition, les exigences les plus contraignantes s'appliquent.

### 4.2.2 Béton durci

#### 4.2.2.1 Résistance à la compression

La classe de résistance du béton architectonique est conforme aux dispositions du tableau 1.

**Tableau 1 - Classe de résistance minimale du béton architectonique**

Classes d'exposition	Classes d'environnement	Classe de résistance minimale
XC1	EI	C30/37
XC1, XC2, XC3, XC4, XD1, XD2, XD3, XF1, XF2, XF3, XF4, XS1, XS2, XS3, XA1, XA2, XA3	EE1, EE2, EE3, EE4, ES1, ES2, ES3, ES4, EA1, EA2, EA3	C35/45

#### 4.2.2.2 Absorption d'eau

##### a) Généralités

L'exigence d'absorption d'eau vaut uniquement pour le béton architectonique des éléments appartenant aux classes d'exposition XC2 à XC4, XD1 à XD3, XF1 à XF4, XS1 à XS3 et XA1 à XA3 et aux classes d'environnement EE1 à EE4, ES2 à ES4 et EA1 à EA3. Cette exigence concerne en général l'absorption d'eau par immersion du béton. En cas de couche de parement en béton architectonique d'une épaisseur inférieure à 50 mm, cette exigence concerne, au choix du fabricant, l'absorption d'eau par immersion ou l'absorption d'eau par capillarité du béton.

Le cas échéant, l'absorption d'eau du béton architectonique est déterminée avant l'application d'un traitement hydrofuge de la surface du béton.

##### b) Absorption d'eau par immersion

L'absorption d'eau par immersion du béton architectonique est déterminée suivant le 5.2.1.1.

La valeur individuelle de l'absorption d'eau par immersion, exprimée en pourcentage de la masse sèche du béton, est conforme aux tableaux P.1, P.2 et P.3 de la NBN B 21-600. Pour le béton architectonique, une tolérance est possible sur l'absorption d'eau maximale conformément au Tableau 2, pourvu qu'il soit tenu compte d'une augmentation de la teneur en ciment minimum.

**Tableau 2 - Absorption d'eau maximale par immersion du béton architectonique**

### (couche de parement)

Dimension nominale maximale $D_{max}$ des granulats	Absorption d'eau maximale	Teneur en ciment qu'il convient de majorer à la teneur en ciment minimum
$D_{max} > 16$ mm	6,5 %	+ 25 kg/m <sup>3</sup>
8 mm < $D_{max} \leq 16$ mm	7,5 %	+ 50 kg/m <sup>3</sup>
$D_{max} \leq 8$ mm	8,5 %	+ 75 kg/m <sup>3</sup>

#### c) Absorption d'eau par capillarité

L'absorption d'eau par capillarité du béton architectonique est déterminée suivant le 5.2.1.2.

La valeur individuelle de l'absorption d'eau par capillarité n'est pas supérieure à 0,09 g/cm<sup>2</sup>.

#### 4.2.2.3 Gélimité

L'exigence en matière de gélimité vaut uniquement pour le béton architectonique des éléments appartenant aux classes d'exposition XF1 à XF4 et aux classes d'environnement EE2 à EE4 et ES2 et ES4, dont la gélimité des granulats n'est pas démontrée ou dont les granulats ne satisfont pas au 4.1.2.3.

La gélimité du béton architectonique est vérifiée suivant le 5.2.2.

Les résultats des essais non destructifs (vitesse du son et/ou fréquence de résonance) et des essais destructifs (résistance à la traction par flexion et/ou résistance à la traction par fendage), exécutés après le dernier cycle de gel-dégel, ne sont pas inférieurs de plus de 15% aux résultats correspondants obtenus respectivement sur les éprouvettes pour le premier cycle de gel-dégel et sur les éprouvettes témoins.

Après l'essai, les éprouvettes ne présentent pas d'endommagements visibles et la perte de masse des éprouvettes dégelées et saturées n'est pas supérieure à 0,5 %.

#### 4.2.3 Armatures

Les spécifications du 4.2.3 de la norme G s'appliquent aux armatures constructives. Pour les armatures non constructives, seules les spécifications du 4.3.7 de la norme G s'appliquent. Pour toutes les armatures, les prescriptions complémentaires suivantes s'appliquent en outre.

Sauf aux endroits profilés devant recevoir un béton coulé sur place pour assurer une liaison mécanique, les exigences sur l'enrobage minimal des armatures sont définies par référence à l'annexe A de la norme G.

L'enrobage minimum de béton des armatures en acier inoxydable ou des armatures qui sont protégées contre la corrosion n'est pas inférieur au diamètre de l'élément d'armature à enrober, avec un minimum de 10 mm à la classe d'exposition XC1 et à la classe d'environnement EI.

Par ailleurs, l'acier galvanisé ne peut être utilisé qu'avec un ciment qui n'a pas d'effet néfaste sur son adhérence.

Les écarteurs utilisés ne causent pas de dommage à l'aspect et à la durabilité du béton architectonique.

#### 4.2.4 Prescriptions diverses

##### 4.2.4.1 Couche de parement en béton architectonique

En cas d'élément en béton composé de plus d'une couche, l'épaisseur de la couche de parement en béton architectonique n'est pas inférieure à 1,5 fois le diamètre des barres ou 1,5 fois le  $D_{max}$ , avec un minimum de 15 mm. Dans le cas du béton architectonique soumis à un traitement de surface, l'épaisseur de couche minimum est majorée de la profondeur maximale sur laquelle du béton est enlevé par ce traitement.

Si l'épaisseur de la couche de parement en béton architectonique est inférieure à 50 mm:

- la classe d'exposition et la classe d'environnement du béton architectonique sont également d'application pour le béton sur lequel la couche de parement en béton architectonique est appliquée;
- les enrobages de béton minimum à appliquer à l'égard de la surface de béton architectonique selon la norme G ne peuvent être diminués de 5 mm qu'à partir de la classe d'exposition XC2 et si la classe de résistance du béton architectonique et du béton sur lequel la couche de parement en béton architectonique est appliquée est égale ou supérieure à C40/50.

La couche de parement en béton architectonique d'un élément en béton est coulée en une opération continue avec la couche de béton ordinaire.

Dans le cas où la couche de parement en béton architectonique et la couche de béton ordinaire sont coulées en des opérations différentes, il ne doit pas y avoir de séparation entre les couches et l'on veille à s'assurer que l'adhérence entre les deux couches est suffisante c'est-à-dire que cette adhérence est au moins égale à la résistance à la traction du béton le moins résistant. Dans ce dernier cas, la compatibilité de l'adhérence avec la résistance à la traction est évaluée à l'aide d'un essai de traction directe sur une carotte prélevée dans l'élément.

#### 4.2.4.2 Traitement de surface

Le traitement de surface du béton architectonique à appliquer le cas échéant s'effectue conformément à la technique fixée dans les documents de fabrication.

L'annexe A fournit une liste non limitative contenant une brève description des principaux traitements de surface du béton architectonique.

En cas de traitement de surface du béton aux acides, les mesures nécessaires sont prises pour le maintien de la durabilité des armatures et des accessoires métalliques incorporés.

#### 4.2.4.3 Réparation

Les dégradations et défauts constatés sont réparés dans la mesure du possible avant le durcissement du béton.

Si les réparations sont effectuées après le durcissement du béton, l'on veille à assurer une adhérence suffisante du mortier ou du béton de réparation.

Si les réparations ont lieu avant la précontrainte du béton, le retrait du mortier ou béton de réparation ne peut être la cause de la non-contribution de la réparation à la résistance du produit en béton après la précontrainte.

Si un mortier de réparation prêt-à-l'emploi est utilisé, il doit l'être en conformité avec la NBN EN 1504-3.

Pour la résistance du mortier ou béton de réparation, les exigences sont identiques à celles posées pour le béton du produit en béton.

Les techniques de réparation appliquées sont décrites dans les documents d'usine.

Après une éventuelle réparation, il est satisfait aux exigences du 5.3 pour les caractéristiques d'aspect.

### **4.3 Produits finis**

#### **4.3.1 Caractéristiques géométriques**

Les spécifications du 4.3.1 de la norme G et des normes produits individuelles sont d'application, de même que les prescriptions complémentaires ci-après. Cependant, il peut être dérogé à ces prescriptions en cas d'accord entre le fabricant et l'acheteur.

##### 4.3.1.1 Écarts dimensionnels et de forme

Les écarts dimensionnels et de forme des éléments préfabriqués en béton architectonique sont conformes aux dispositions des tableaux 3 et 4. Ces écarts s'appliquent également aux éléments avec des matériaux incorporés.

**Tableau 3 - Ecart dimensionnels maximum admissibles pour les éléments préfabriqués en béton architectonique**

Aspect		Ecart
Dimensions de fabrication	<b>Longueur, largeur, hauteur</b> L ≤ 1 m 1 m < L ≤ 5 m L > 5 m	± 3 mm ± 4 mm ± 6 mm
	<b>Epaisseur</b>	± 3 mm
Diagonales Δ = (d <sub>1</sub> - d <sub>2</sub> )	D ≤ 1 m 1 m < D ≤ 5 m D > 5 m	± 8 mm ± 10 mm ± 12 mm
Dispositifs	<b>Simple</b>	± 8 mm
	<b>Multiple</b>	± 3 mm

**NOTE 1** Les tolérances sont appliquées en respectant les enrobages qui doivent être conformes à la norme G.

**NOTE 2** Les écarts dimensionnels pour dispositifs simples (liaisonnements et dispositifs tels les évidements, ...) portent sur les dimensions qui déterminent la position du dispositif.

**Tableau 4 - Ecart de forme maximum admissibles pour les éléments préfabriqués en béton architectonique**

Aspect		Ecart
Rectitude des bords	L ≤ 1 m	± 1 mm
	1 m < L ≤ 5 m	± 3 mm
	L > 5 m	± 5 mm
Rectitude des faces	<b>Face coffrée</b> Règle de 0,20 m Règle de 2 m	1 mm
		3 mm
	<b>Face lissée</b> Règle de 0,20 m Règle de 2 m	4 mm
		6 mm
Gauchissement	L ≤ 1 m	2 mm
	1 m < L ≤ 5 m	3 mm
	L > 5 m	5 mm
Perpendicularité (l'aplomb)	H ≤ 0,2 m	3 mm
	H > 0,2 m	5 mm

**NOTE 3** Les tolérances définies dans les tableaux 3 et 4 s'appliquent pour les éléments en béton armé ou non armé et ne s'appliquent pas pour les éléments en béton précontraint.

**NOTE 4** Les dimensions et les surfaces sur lesquelles s'appliquent les tolérances du présent PTV ou d'autres tolérances plus strictes sont définies de commun accord entre les parties contractantes.

### 4.3.2 Caractéristiques d'aspect

#### 4.3.2.1 Généralités

Les caractéristiques d'aspect (texture et couleur) de la surface de béton sont convenues au préalable entre les contractants sur base d'un modèle (voir 3.3) soumis par le fabricant. Cette convention formelle sur l'aspect de surface (de parement, voir 3.4) peut faire l'objet d'un procès-verbal d'acceptation signé par les parties concernées en cas de projets importants ou d'application de techniques particulières. L'aspect du modèle ne peut être évalué qu'après une certaine durée minimale convenue.

Le niveau de teinte moyenne choisi est déterminé sur base du modèle retenu qui sera utilisé ultérieurement pour évaluer l'homogénéité de la teinte, si nécessaire.

La texture est décrite de préférence suivant la terminologie de l'Annexe A.

Les spécifications du 4.3.2 de la norme G et des normes produits individuelles sont d'application, de même

que les prescriptions dérogatoires et/ou complémentaires suivantes relatives aux défauts esthétiques.

#### 4.3.2.2 Bulles d'air

Concernant la présence de bulles d'air dans la surface de béton supposée lisse, les éléments en béton architectonique sont conformes aux dispositions du tableau 5. Dans ce tableau, la présence de bulles d'air est exprimée conventionnellement par le numéro de l'échelle CIB. (Voir CIB Report N° 24 " Tolerances on blemishes of concrete" (1975))

**Tableau 5 - Présence de bulles d'air**

Surface	N° échelle applicable
non traitée	1
traitée	2

La présence de bulles d'air est évaluée selon le 5.3.2.

#### 4.3.2.3 Variations de teintes

Concernant la présence de variations de teintes dans la surface de béton supposée avoir une couleur uniforme, les éléments en béton architectonique sont conformes aux dispositions du tableau 6 à défaut d'une autre convention entre les contractants. Dans ce tableau, les variations de teintes admissibles sont exprimées conventionnellement par un nombre de différences de gradations entre 2 valeurs sur l'échelle des gris BE\_V1.

**Tableau 6 - Présence de variations de teintes**

Surface	Nombre admissible de différences de gradations (échelle des gris BE_V1)
Non colorée (sans pigments)	3
Traitée (tout ou non colorée)	3
Colorée non post-traitée	4

Les différences admissibles sont valables dans un même élément, entre des éléments et le cas échéant entre des éléments et un modèle (voir 4.3.2.1).

Les variations de teintes sont évaluées suivant le 5.3.3.

#### 4.3.2.4 Taches de rouille

La surface des éléments en béton architectonique ne présente pas de taches de rouille qui soient visibles pour un observateur se trouvant à une distance de 3 m de cette surface.

#### 4.3.2.5 Fissures

Les surfaces de béton des éléments préfabriqués en béton architectonique ne présentent pas de fissures dont l'ouverture maximale est supérieure à 0,2 mm.

Les ouvertures des fissures sont mesurées suivant le 5.3.4.

### **4.3.3 Manipulation et stockage**

La manipulation des éléments s'effectue de manière à ce que leur aptitude à l'emploi ne soit pas compromise. Afin d'éviter les fissures et d'autres dégâts lors de la manipulation d'éléments munis d'ouvertures, la rigidité de flexion et de torsion des éléments sont augmentées temporairement si nécessaire.

Lors du stockage des éléments, il est veillé à ce que :

- le soutien soit tel que les éléments ne subissent pas de déformation visible;
- le placement intermédiaire de « dalles tactiles » à hauteur du support est recommandé et leur illustration minimale est normale et acceptable ;
- les supports ne provoquent pas de formation de taches sur la surface de béton architectonique;
- la ventilation de l'espace entre les éléments posés l'un contre l'autre ou l'un sur l'autre soit assurée;
- la pénétration d'eau dans des évidements destinés aux pièces de fixation ou aux accessoires de levage soit empêchée durant les périodes de gel;
- les barres d'attente soient protégées contre la souillure due à la corrosion si elles sont susceptibles de provoquer des taches de souillures dues à la corrosion sur le béton architectonique.

## 5 METHODES DE MESURE ET D'ESSAI

### 5.1 Granulats

#### 5.1.1 Particules fines inférieures à 0,063 mm

La teneur en particules fines inférieures à 0,063 mm des granulats est déterminée suivant la NBN EN 933-1 qui est la méthode de référence.

La nocivité des fines d'un sable est caractérisée par la valeur de bleu de méthylène mesurée suivant la NBN EN 933-9.

#### 5.1.2 Impuretés

La teneur en impuretés des granulats est mesurée suivant la NBN EN 1744-1.

#### 5.1.3 Granulats ferrugineux

L'aptitude à l'emploi des granulats ferrugineux est déterminée suivant la NBN EN 1744-1 (Article 14.1) ou suivant la méthode décrite ci-dessous.

##### 5.1.3.1 Echantillonnage

Un échantillon d'essai de masse au moins égale à 20 kg en cas de granulats de  $D_{\max} \leq 6$  mm et à au moins 40 kg en cas de granulats de  $D_{\max} > 6$  mm est prélevé par lot de granulats.

##### 5.1.3.2 Mode opératoire

Les granulats gris foncé ou noirs dont la dureté est inférieure à 5 sur l'échelle de Mohs (le minéral est rayable par l'acier) sont isolés.

Chaque granulat ainsi isolé est mouillé à l'eau distillée puis séché sur un papier filtre. Ensuite, la résistance électrique de chaque granulat est mesurée au moyen d'un ohmmètre.

Les granulats calcaires ayant une résistance électrique inférieure à 1000  $\Omega$  sont suspects.

Les granulats non calcaires ayant une résistance électrique inférieure à 1000  $\Omega$  sont traités à l'acide chlorhydrique bouillant, additionné de 1% de perhydrol. Le granulat est suspect si la solution devient jaunâtre.

##### 5.1.3.3 Evaluation

Les granulats sont jugés aptes si un échantillon d'essai ne comporte pas plus d'un granulat suspect.

#### 5.1.4 Gélivité

L'absorption d'eau des granulats est déterminée selon la NBN EN 1097-6.

La gélivité des granulats, si elle doit être vérifiée, doit l'être suivant la NBN EN 1367-1 (essai de gel-dégel), ou la NBN EN 1367-2 (essai au sulfate de magnésium), ou la NBN EN 1097-2 (essai pour la détermination de la résistance à la fragmentation) si la caractéristique prise en compte est le coefficient LA.

## **5.2 Béton architectonique**

### **5.2.1 Absorption d'eau**

#### 5.2.1.1 Absorption d'eau par immersion

L'absorption d'eau par immersion est déterminée suivant la NBN EN 13369- et NBN B 21-600-Annexe G.

La confection et la conservation des cubes moulés s'effectuent conformément à la NBN EN 12390-2.

Le prélèvement d'éprouvettes dans le béton durci s'effectue conformément à la NBN EN 12504-1. Les éprouvettes prélevées comportent une partie de surface en béton architectonique qui n'est pas inférieure à 50 cm<sup>2</sup>. En cas d'éléments constitués de plus d'une couche, les éprouvettes sont prélevées dans la couche de béton architectonique.

Dans le cadre du contrôle de production en usine, l'absorption d'eau par immersion du béton architectonique peut être mesurée sur des éprouvettes prélevées dans les éléments, mais peut également être déterminée sur des cubes ou éprouvettes moulé(e)s pourvu que le fabricant effectue par procédé de fabrication un examen de corrélation initial et annuel en vue de la correction éventuelle des résultats de l'absorption d'eau déterminée sur des cubes ou éprouvettes moulé(e)s en résultats obtenus sur des éprouvettes prélevées.

#### 5.2.1.2 Absorption d'eau par capillarité

L'absorption d'eau par capillarité du béton architectonique est déterminée suivant la NBN B 15-217 sur des éprouvettes prélevées, étant entendu que:

- la profondeur d'immersion partielle de l'éprouvette est majorée, le cas échéant, de la profondeur maximale d'enlèvement du béton par un traitement de surface;
- l'absorption d'eau est uniquement mesurée 10 minutes après l'immersion partielle de l'éprouvette.

Dans le cadre du contrôle de production en usine, l'absorption d'eau par capillarité peut également être déterminée sur des éprouvettes moulées pourvu que le fabricant effectue par procédé de fabrication un examen de corrélation initial et annuel en vue de la correction éventuelle des résultats de l'absorption d'eau déterminée sur des éprouvettes moulées en résultats obtenus sur des éprouvettes prélevées.

### **5.2.2 Gélivité**

La gélivité du béton est vérifiée sur des éprouvettes prélevées ou moulées au choix du fabricant.

La confection et la conservation des éprouvettes moulées s'effectuent conformément à la NBN EN 12390-2.

Le prélèvement d'éprouvettes dans le béton durci s'effectue conformément à la NBN EN 12504-1. En cas d'éléments constitués de plus d'une couche, les éprouvettes sont prélevées dans la couche de béton architectonique.

La gélivité est vérifiée conformément à la NBN B 15-231. L'analyse non destructive après le dernier cycle de gel-dégel s'effectue sur des éprouvettes dont le taux d'humidité n'est pas supérieur au taux d'humidité lors de l'analyse non destructive avant le début de l'essai.

## **5.3 Mesurage des dimensions et des caractéristiques de surface**

### **5.3.1 Caractéristiques géométriques**

La mesure des caractéristiques géométriques a lieu conformément à l'Annexe B.

### 5.3.2 **Bulles d'air**

- a) La présence de bulles d'air dans les surfaces de béton est évaluée visuellement par comparaison à l'échelle CIB applicable (voir 4.3.2.2).
- b) En cas de doute, l'évaluation s'effectue comme suit sur 4 éléments ou parties d'éléments :
- En cas d'éléments ayant une surface à évaluer  $A < 2 \text{ m}^2$ , 4 éléments sont choisis.
  - En cas d'éléments ayant une surface à évaluer  $2 \text{ m}^2 \leq A < 4 \text{ m}^2$ , 2 éléments sont choisis et chacun est subdivisé en 2 parties ayant environ la même surface.
  - En cas d'éléments ayant une surface à évaluer  $A \geq 4 \text{ m}^2$ , 1 élément est choisi et subdivisé en 4 parties ayant environ la même surface.

L'évaluation s'effectue dans les parties ainsi choisies sur une surface de  $50 \times 50 \text{ cm}^2$ .

La surface sèche et située à l'ombre de chaque élément ou partie d'élément est comparée avec l'échelle CIB applicable.

La présence de bulles d'air est évaluée favorablement si au moins 3 fois une correspondance est constatée avec l'échelle CIB applicable et si au plus 1 fois une correspondance est constatée avec l'échelle CIB qui suit immédiatement l'échelle CIB applicable.

- c) En cas de contestation, la procédure d'évaluation indiquée au b est répétée par 3 observateurs représentatifs d'intérêts différents.

*NOTE* En principe, il s'agit du fabricant, du maître d'ouvrage et de l'entrepreneur, ou de leurs représentants respectifs.

Le jugement prononcé par minimum 2 observateurs est déterminant.

### 5.3.3 **Variations de teintes**

- a) Les variations de teintes dans un même élément, entre éléments et le cas échéant entre éléments et le modèle sur lequel la convention entre les contractants est basée (voir 4.3.2.1) sont évaluées visuellement. La surface de béton à évaluer, sur laquelle le modèle est placé le cas échéant, est sèche et située à l'ombre. L'évaluation est effectuée par un observateur se trouvant à une distance de 3 m de la surface à évaluer.
- b) En cas de doute, l'évaluation s'effectue comme suit.

Pour chacun des éléments ayant des variations douteuses et le cas échéant pour le modèle, l'échelle des gris BE\_V1 (voir 4.3.2.3) est placée sur la surface de béton à évaluer, sèche et située à l'ombre. Une photo noir et blanc de chaque élément et le cas échéant du modèle est prise à une distance de 3 m. Il est veillé, dans la mesure du possible, à ce que chaque photo comporte au moins 2 éléments et à ce que chaque élément figure sur au moins 2 photos. Les photos sont imprimées sur papier mat dans un format permettant de visualiser nettement les degrés de l'échelle des gris BE\_V1.

Sur chaque photo, à l'aide de l'échelle des gris BE\_V1 visualisée sur celle-ci, les degrés de l'échelle correspondant aux éléments et le cas échéant au modèle y figurant sont déterminés. Ensuite, on calcule les différences entre les degrés de l'échelle appartenant à un même élément et/ou entre éléments et/ou le cas échéant entre les éléments et le modèle.

Moyennant l'accord entre les contractants, l'évaluation des variations de teintes douteuses dans des éléments de couleur grise peut être limitée à celle d'un observateur convenu entre les parties se trouvant à une distance d'environ 3 m de la surface de béton à évaluer sur laquelle l'échelle des gris BE\_V1 est appliquée.

- c) En cas de contestation, l'évaluation a lieu comme suit.

Sur chacun des éléments dont les variations de teintes sont contestées et le cas échéant sur le modèle, des mesures de couleurs sont effectuées à l'aide d'un colorimètre (voir également Annexe E). Les mesures de couleurs ont lieu sur une surface de béton sèche. Chaque mesure donne des valeurs pour les coordonnées  $L^*$ ,  $a^*$  et  $b^*$  de la couleur au droit du point de mesure.

Les contractants désignent de commun accord les zones à mesurer, à savoir :

- une zone contestée et une zone non contestée si évaluation dans un même élément ;
- une zone dans chaque élément si évaluation entre des éléments ;
- une zone d'un élément et le modèle si évaluation le cas échéant entre des éléments et le modèle.

Pour l'évaluation des variations de teintes contestées le nombre de mesures dans chaque zone doit être suffisant pour que la surface totale évaluée représente au moins 2,5 % de la zone considérée. Ce pourcentage correspond à 6250 mm<sup>2</sup> de surface à évaluer par zone de 50 cm sur 50 cm. Il est notamment satisfait à cette exigence en réalisant 13 mesures à l'aide d'un colorimètre présentant une tête de mesure de 25 mm de diamètre. Ces mesures sont distribuées de manière arbitraire au sein de la zone de mesure. De préférence, il est fait usage du patron de référence repris en annexe D.

La différence de teinte entre la partie contestée d'un élément et l'élément complet, entre deux éléments ou entre un élément et le modèle est calculée au moyen de la formule:

$$\Delta E^*_{ab} = \sqrt{(\Delta L^*)^2 + (\Delta a^*)^2 + (\Delta b^*)^2}$$

Dans cette formule,  $\Delta L^*$ ,  $\Delta a^*$  et  $\Delta b^*$  représentent les différences entre les coordonnées moyennes des teintes de la partie contestée de l'élément d'une part et les coordonnées moyennes des couleurs de l'élément complet d'autre part, entre deux éléments ou entre un élément et le modèle.

La différence de teinte calculée  $\Delta E^*_{ab}$  correspond à  $\Delta E^*_{ab}/2,5$  degrés de l'échelle des gris BE\_V1. Le résultat est évalué suivant 4.3.2.3.

#### 5.3.4 Fissures

Les ouvertures de fissures sont mesurées au moyen d'un appareil optique, avec une précision de 0,01 mm.

## 6 EVALUATION DE LA CONFORMITE

### 6.1 Généralités

Le paragraphe 6.1 de la norme G s'applique.

En outre, la conformité caractéristiques géométriques et des caractéristiques d'aspect (bulles d'air, variations de teinte, fissures) doit être établie, après mesurage respectivement suivant 5.3.1, 5.3.2, 5.3.3 et 5.3.4, par comparaison avec le modèle, et suivant les critères acceptables définis respectivement aux 4.3.1, 4.3.2.1, 4.3.2.2, 4.3.2.3 et 4.3.2.5.

*NOTE 1* Des taches de rouille peuvent révéler la présence de granulats ferrugineux proches de la surface de parement : dans ce cas, le granulat doit être extrait et le cratère réparé localement afin que l'élément préfabriqué soit accepté.

*NOTE 2* Sauf précision dans le document contractuel entre le fabricant et le client, les prescriptions et les tolérances sur les caractéristiques de surface (teinte, texture) ne sont en principe pas applicables sur les surfaces et endroits non vus après pose des éléments préfabriqués.

*NOTE 3* Pour une réception d'une fourniture à la livraison, les dispositions de l'Annexe C peuvent s'appliquer.

### 6.2 Essais de type

Le paragraphe 6.2 de la norme G s'applique.

### 6.3 Contrôle de la production en usine

Le paragraphe 6.3 de la norme G s'applique.

## 7 IDENTIFICATION DES ELEMENTS

Les spécifications du 7 de la norme G sont d'application, de même que les prescriptions complémentaires suivantes.

Sur les éléments eux-mêmes ou sur tout document de livraison, il est indiqué s'il s'agit d'éléments en béton architectonique.

## **8 DOCUMENTS POUR LA FABRICATION ET LA MISE EN OEUVRE**

Les spécifications du 8 de la norme G sont d'application, de même que les prescriptions dérogatoires et/ou complémentaires suivantes.

Les documents de fabrication mentionnent également la technique de coffrage ou de traitement de surface à appliquer (voir 4.2.4.2).



## ANNEXE A

### TRAITEMENTS DE SURFACE POUR LE BETON ARCHITECTONIQUE

#### A.1 TRAITEMENT DE SURFACE SÉLECTIF

(les granulats ne sont pas traités)

##### A.1.1 Lavage à l'eau

La peau de ciment de la surface de béton est rincée à l'eau, faisant apparaître les granulats. Le lavage s'effectue soit au début de la prise, soit après celle-ci en empêchant l'hydratation du ciment à la surface au moyen d'un désactivant ou en la retardant au moyen d'un papier ou d'une pâte retardateur ou de démoulants retardateurs.

##### A.1.2 Brossage

La peau de ciment de la surface de béton est éliminée par brossage au moyen d'une brosse non métallique à poils durs, avec ou sans eau. Le brossage s'effectue soit au début de la prise, soit après celle-ci en empêchant l'hydratation du ciment à la surface au moyen d'un désactivant ou en la retardant au moyen d'un papier ou d'une pâte retardateur ou de démoulants retardateurs.

##### A.1.3 Lavage à l'acide

La peau de ciment de la surface de béton durci est éliminée par traitement avec ou immersion dans un acide qui a été dilué en fonction de la profondeur d'action souhaitée. La surface traitée est ensuite rincée à fond à l'eau. Le traitement rend les granulats plus ou moins apparents et la structure de la surface devient plus sableuse.

#### A.2 TRAITEMENT DE SURFACE INTÉGRAL

(les granulats sont traités)

##### A.2.1 Bouchardage

La surface de béton durci est bouchardée manuellement ou pneumatiquement au moyen d'une boucharde dont la distance entre les dents a été choisie en fonction de l'aspect souhaité.

*NOTE* Cette technique ne doit pas s'appliquer aux coins des éléments (un rebord de  $\pm 3$  cm doit être laissé intact).

##### A.2.2 Grenailage et flammage

La peau de ciment de la surface de béton durci est éliminée par grenailage ou flammage, rendant les granulats plus ou moins apparents. Ce jet confère une légère rugosité aux granulats.

##### A.2.3 Grésage

La peau de ciment de la surface de béton durci est éliminée par grésage à la meule en une passe, rendant les granulats apparents. Ensuite, les cavités les plus grosses dans la surface de béton sont bouchonnées.

##### A.2.4 Polissage

Au préalable, on élimine 3 mm du matériau et le polissage proprement dit a lieu en plusieurs étapes, permettant d'obtenir une brillance de plus en plus accrue avec une meule de plus en plus fine.

La meule la plus fine en cas de polissage mat a un grain de 300, pour le polissage brillant on va jusqu'à une finesse de 1800.

## ANNEXE B

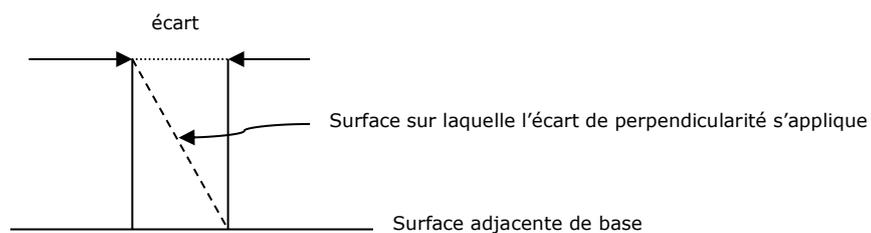
### MESURAGE DES ECARTS DIMENSIONNELS ET DE FORME

Pour les schémas de mesurage des dimensions, des diagonales, de la rectitude et du gauchissement, l'Annexe J de la norme G s'applique.

Les écarts dimensionnels pour dispositifs simples (liaisonnements et dispositifs tels les évidements, ...) portent sur les dimensions qui déterminent la position du dispositif.

Les écarts dimensionnels pour dispositifs multiples portent sur les positions mutuelles de dispositifs simples au sein d'un groupe.

Le mesurage de l'écart de perpendicularité est présenté dans la Figure B.1 ci-dessous



**Fig. B.1 - Mesurage de la perpendicularité**

## **ANNEXE C (INFORMATIVE)**

### **ESSAIS DE RECEPTION D'UNE FOURNITURE A LA LIVRAISON**

L'Annexe F de la norme G s'applique. De même, s'appliquent les dispositions suivantes.

Les essais de réception à la livraison, y compris les contrôles, échantillonnages et essais, sont réalisés par un organisme impartial ou de manière contradictoire, cela signifie que tous les contractants (fabricant, acheteur et éventuellement maître d'ouvrage, avec leurs délégués respectifs) ont l'opportunité raisonnable d'assister à chaque étape de l'essai de réception.

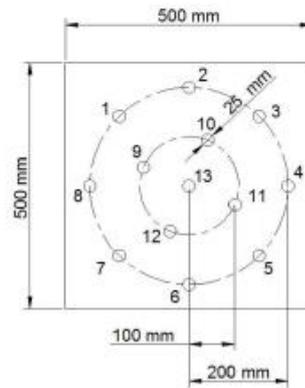
Les contrôles et échantillonnages ne sont pas sélectifs et sont représentatifs de chaque lot de la fourniture.

Les caractéristiques ne pouvant être déterminées facilement sur le produit fini sont contrôlées au cours de la production en usine.



## ANNEXE D

### PATRON DE REFERENCE POUR LES MESURES DE COULEUR



**Fig. D.1 - Forme circulaire du patron pour la mesure à l'aide du colorimètre**

Les dimensions (en mm) de ce patron sont indiquées ci-dessus.

Le diamètre des trous est de 25 mm.

## ANNEXE E

### CONFIGURATION DU COLORIMETRE

La configuration du colorimètre doit répondre aux conditions aux limites suivantes:

- Illuminant D65,
- géométrie de mesure: 45° angle d'éclairage / 0° angle de mesure,
- 10° récepteur,
- Expression des résultats de mesure en L\*, a\*, b\*

Les mesures sont basées sur les recommandations de NBN EN ISO 11664-4.

## **BIBLIOGRAPHIE**

*CEN/TR 15739*

Produits préfabriqués en béton – Surface et parements de béton – Eléments d'identification

